

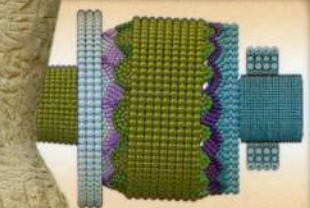
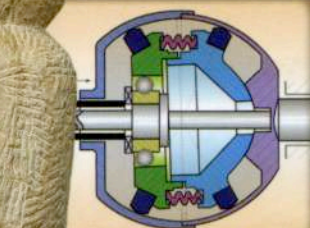
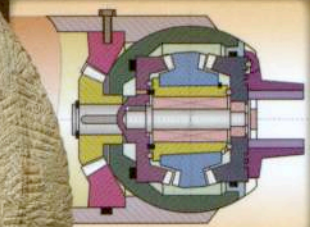
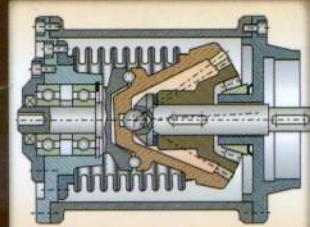
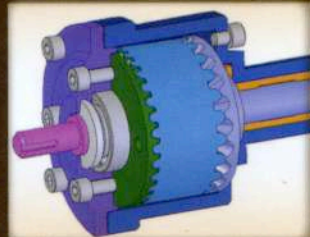
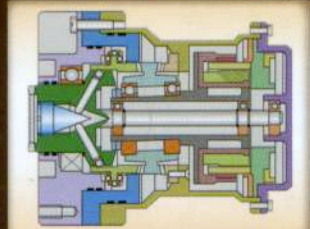
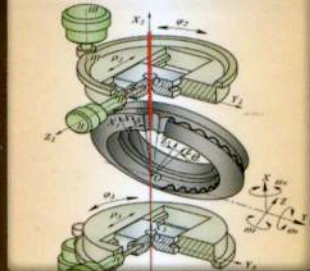
# ANTOLOGIA INVENȚIILOR

academicianului I. Bostan,  
dr. hab. V. Dulgheru, dr. M. Țopa,  
dr. I. Bodnariuc, I. Dicusară,  
N. Trifan, R. Ciobanu, O. Ciobanu,  
Iu. Malcoci, V. Odainâi

**Volumul 4**

## TRANSMISII PLANETARE PRECESIONALE CINEMATICE

- *Concepte tehnologice de generare a angrenajelor*
- *Mini- și nanotransmisii moleculare precesionale*
- *Cercetări experimentale*
- *Aplicații industriale*
- *Descrieri de invenție*



*Antologia Invențiilor* autorilor cuprinde patru volume structurate pe domenii distincte. Volumele unu, doi și patru sunt dedicate Transmisiilor Planetare Precesionale, care cuprind 170 de invenții, iar volumul trei se referă la Sisteme de Conversie a Energiilor Regenerabile, în care se descriu 34 de invenții.

Prin structură și conținut *Antologia* urmărește scopul de a îndruma cititorul creativ pe întreg parcursul elaborării produsului inovațional, de la idee până la aplicarea industrială.

Pentru abordarea complexă și evolutivă a soluțiilor tehnice definitorii ale lanțului creativ „*de la idee la aplicație*”, autorii și-au propus însușirea în fiecare volum a bazelor teoretice și rezultatelor testărilor experimentale, pe care se fundamentează elaborarea invențiilor.

În prezentul volum dedicat Transmisiilor Planetare Precesionale Cinematice (TPPC) sunt abordate aspecte privind specificul angrenării în TPPC, utilizând modelări CAE ale efectelor cinematice care au loc în angrenajul precesional. Sunt descrise tehnologii neconvenționale de fabricare a roților dințate de dimensiuni mici și foarte mici cu profiluri convex-concave și în arc de cerc realizate prin electroeroziune cu scule filiformă și masivă, cu laser, cu flux de electroni, prin moletare, prin turnare din mase plastice și presare cu sinterizare din pulberi metalice în forme, cât și de execuție a matrițelor acestora cu profiluri oglindă ale dinților. Sunt descrise primele construcții de nanotransmisie și nanomotoreductor moleculare precesionale, sunt prezentate diverse aplicații ale TPPC cu identificarea domeniilor posibile de utilizare a acestora.

Volumul patru al *Antologiei* cuprinde descrierea a 57 de invenții în domeniul mini și micromecanismelor de acționare elaborate în baza TPPC, inclusiv, al tehnologiilor neconvenționale de fabricare a danturilor cu profil nestandard de dimensiuni mici.

Lucrarea se adresează, studenților, masteranzilor și doctoranzilor din învățământul superior tehnic, cercetătorilor din domeniul științelor exacte, inginerilor tehnologi, constructorilor de mecanică fină și de microsisteme, tuturor celor preocupați de activitatea inovațională.

**Redactor științific:** *acad. Ion Bostan*

**Stilizatori:** *Larisa Eršov*

**Paginare computerizată:** Valeriu Dulgheru

**Design și machetă:** Mihai Sava

**Prelucrare imagini:** Vladimir Moroz, Alexei Șumilov

**Copertă:** Vladislav Gonciar

**Pe copertă:** „*Omul Gânditor*”, sculptor - Ion Zderciuc;

Sculptură din Galeria *Evoluția Gândirii Creative*, UTM.

Publicarea *Antologiei Invențiilor* în patru volume a fost aprobată de către Senatul UTM (vol. 3 la 27.10.2009, vol. 1,2 și 4 – 29.03.2011).

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

*Antologia invențiilor: [în 4 vol.] / I. Bostan, V. Dulgheru, M. Țopa [et.al]. – Ch.: “Bons Offices” SRL, 2011. – ISBN 978-9975-80-283-3.*

Vol. 4: *Transmisii Planetare Precesionale Cinematice* – 2011. – 636 p. – 700 ex. – Bibliogr. la sfârșitul cap. – ISBN 978-9975-80-459-2.

# CUPRINS

PREFAȚĂ.....	11
PREFACE .....	13

## Capitolul 1

### TENDINȚE DE DEZVOLTARE A TRANSMISIILOR MECANICE CINEMATICE .....

1.1. Generalități.....	15
1.2. Geneza mini- și microtransmișilor mecanice din mecanica fină .....	17
1.2.1. Scurt istoric al mini- și microangrenajelor.....	17
1.2.2. Analiza minitransmișilor mecanice din mecanica fină cu raport de transmitere mare .....	20
1.2.3. Microtransmișii mecanice.....	27
1.2.4. De la microtransmișii mecanice la nanotransmișii moleculare .....	33
1.3. Tehnologii de fabricare a mini- și microroților dințate .....	37
1.3.1. Metode de fabricare a roților dințate din mase plastice.....	37
1.3.2. Metode de fabricare a roților dințate din pulberi metalice .....	42
1.3.3. Utilizarea tehnologiei LIGA în microfabricare.....	50
1.4. Dezvoltarea transmișilor planetare precesionale cinematice .....	53
1.4.1. Transmișii planetare precesionale cinematice K-H-V.....	54
1.4.2. Transmișii planetare precesionale cinematice 2K-H.....	55
1.4.3. Transmișii planetare precesionale cinematice complexe.....	57
1.4.4. Variatoare planetare precesionale cinematice.....	57
1.4.5. Avantajele transmișilor planetare precesionale cinematice .....	58
1.5. Identificarea domeniilor de utilizare a transmișilor planetare precesionale cinematice .....	61
1.5.1. Perspective de utilizare a TPPC în industria de automobile.....	62
1.5.2. Perspective de utilizare a TPPC în industria de mini- și microroboți.....	63
1.5.3. Perspective de utilizare a TPPC în industria aerospațială .....	66
1.5.4. Perspective de utilizare a TPPC în tehnica medicală.....	67
1.5.5. Perspective de utilizare a TPPC în aparatulajul electronic .....	68
1.5.6. Perspective de utilizare a TPPC în utilaj tehnologic.....	69

1.5.7. <i>Perspectivă de utilizare a TPPC în sistemele de conversie a energiei solare</i> .....	71
1.6. Modele de nanotransmisii și nanomotoreductoare moleculare precesionale <i>2K-H</i> .....	72
1.6.1. <i>Nanotransmisia precesională moleculară 2K-H</i> .....	72
1.6.2. <i>Nanomotoreductor precesional molecular</i> .....	74
1.7. Tehnologii de fabricare a roților dințate de dimensiuni mici din angrenajele planetare precesionale cinematice .....	76
Bibliografie .....	78

## Capitolul 2

<b>CONCEPTE TEHNOLOGICE DE GENERARE A DANTURILOR MINI- ȘI MICROANGRENAJELOR PRECESIONALE PRIN ELECTROEROZIUNE, CU LASER ȘI CU FLUX DE ELECTRONI</b> .....	<b>81</b>
2.1. Generalități.....	81
2.2. Procedeu și sistem tehnologic de generare a danturilor angrenajului precesional prin mișcare sfero-spațială a sculei-electrod filiform .....	85
2.2.1. <i>Aspecte tehnologice ale prelucrării prin electroeroziune</i> .....	85
2.2.2. <i>Cinematica sistemului tehnologic de generare a danturilor angrenajului precesional</i> .....	89
2.2.3. <i>Descrierea analitică a traiectoriei mișcării punctului de contact al sculei-electrod filiform cu roata-semifabricat</i> .....	91
2.2.4. <i>Considerarea erorii de schemă în procesul de generare a dinților</i> ....	101
2.2.5. <i>Sistem tehnologic de generare a danturilor prin electroeroziune cu electrod filiform</i> .....	106
2.2.6. <i>Scheme tehnologice de fabricare a danturilor prin electroeroziune cu avans axial și cu mișcare sfero-spațială a electrodului masiv</i> .....	112
2.3. Particularități ale procedeelor de generare a danturilor angrenajelor precesionale cu laser (fascicul de electroni) .....	120
2.3.1. <i>Aspecte tehnologice ale prelucrării cu laser</i> .....	120
2.3.2. <i>Sistem tehnologic de generare a danturilor angrenajelor precesionale cu laser</i> .....	121
Bibliografie .....	126

### Capitolul 3

<b>TEHNOLOGII DE FABRICARE A ROȘILOR DINȚATE ALE TPPC PRIN TURNARE ȘI PRESARE ÎN FORME .....</b>	<b>131</b>
3.1. Generalități.....	131
3.2. Tehnologia și utilajul tehnologic de fabricare a roților dințate prin turnare din mase plastice.....	132
3.2.1. Aspecte tehnologice ale fabricării roților dințate prin turnare din mase plastice.....	132
3.2.2. Utilaj tehnologic de fabricare .....	136
3.3.3. Calitatea suprafețelor active ale dinților roților turnate din mase plastice.....	139
3.3. Tehnologia și utilajul tehnologic de fabricare a roților dințate prin sinterizare din pulberi metalice .....	141
3.3.1. Aspecte tehnologice ale fabricării roților dințate prin sinterizare din pulberi metalice .....	141
3.3.2. Elaborarea echipamentului tehnologic.....	142
3.3.3. Elaborarea reductoarelor planetare precesionale cinematice cu roți dințate sinterizate .....	145
Bibliografie .....	146

### Capitolul 4

<b>TEHNOLOGIA DE GENERARE A DANTURILOR ROȘILOR PRIN MOLETARE CU RULARE .....</b>	<b>149</b>
4.1. Generalități.....	149
4.2. Sistem tehnologic de generare a danturilor roților angrenajelor precesionale prin moletare cu sculă precesională .....	153
4.2.1. Cinematica procesului de moletare a danturii cu sculă precesională.....	153
4.2.2. Comomentele vitezelor unghiulare ale sculei cu mișcare sfero-spațială .....	156
4.2.3. Vitezele liniare ale sculei și ale punctului de contact cu semifabricatul .....	159
4.3. Aspecte tehnologice ale generării prin moletare a danturilor angrenajelor precesionale .....	162
4.4. Sistem tehnologic de generare a danturilor prin moletare cu mișcare sfero-spațială a sculei.....	167
Bibliografie .....	177

## Capitolul 5

### ANALIZA PIERDERILOR ENERGETICE ÎN

### TRANSMISIILE PLANETARE PRECESIONALE CINEMATICE ..... 179

5.1. Factori constructivi de influență asupra vitezei relative de alunecare în angrenajul precesional .....	179
5.2. Determinarea experimentală a randamentului mecanic al transmisiei planetare precesionale cinematice .....	184
5.2.1. Coeficientul de frecare în tribosistemul angrenajului roată centrală–satelit precesional .....	184
5.2.2. Randamentul mecanic și emisia de zgomot în transmisiile planetare precesionale cinematice.....	199
5.2.3. Estimarea analitică a pierderilor de putere în lagărele de alunecare ale transmisiilor planetare precesionale.....	208
Bibliografie .....	212

## Capitolul 6

### APLICAȚII ALE TRANSMISIILOR PLANETARE

### PRECESIONALE CINEMATICE ..... 215

6.1. Generalități.....	215
6.2. Reductoare planetare precesionale cinematice cu destinație generală.....	215
6.2.1. Reductor planetar precesional cinematic $2K-H$ .....	215
6.2.2. Reductor planetar precesional cinematic $2K-H$ (elaborare la comanda ICTCM, București, România).....	222
6.2.3. Reductor planetar precesional cinematic $2K-H$ cu destinație specială.....	227
6.2.4. Reductor planetar precesional cinematic $K-H-V$ pentru transmiterea mișcării în spații etanșe .....	228
6.3. Mini transmisii planetare precesionale .....	229
6.3.1. Generalități.....	229
6.3.2. Mini - transmisii planetare precesionale pentru microsisteme.....	229
6.4. Mecanisme de acționare precesionale cinematice pentru aparate cosmice de zbor (elaborări la solicitarea Institutului de Cercetări Cosmice, întreprinderilor Kometa nr. 4805, URSS).....	233
6.4.1. Modul electromecanic precesional pentru acționarea de urmărire cu precizie înaltă a platformei de scanare a aparatului cosmic de zbor (elaborare la solicitarea întreprinderii Kometa) .....	233

6.4.2. Module electromecanice pentru acționarea tehnicii cosmice (elaborare la solicitarea Institutului de Cercetări Cosmice din Moscova, Rusia) .....	235
6.5. Mecanisme de acționare pentru industria de automobile.....	237
6.5.1. Mecanisme precesionale de acționare a ferestrelor automobilului de marca FORD (elaborare la solicitarea firmei DURA- FORD, Detroit, SUA).....	237
6.5.2. Mecanism de acționare precesional în suspensia automobilului .....	237
6.6. Reductoare planetare precesionale cinematice în mecanisme de acționare a utilajului tehnologic .....	240
6.6.1. Chei electromecanice cu transmisii planetare precesionale cinematice (elaborare la solicitarea AP AvtoVAZ, or. Toliati, Rusia).....	240
6.6.2. Șurubelniță electromecanică cu transmisie planetară precesională cinematică (elaborare la solicitarea întreprinderii Electron (Plevna, Bulgaria).....	245
6.6.3. Mașini de găurit cu transmisii planetare precesionale cinematice (elaborare la solicitarea întreprinderii Electroaparatura, Tighina, Republica Moldova).....	246
6.6.4. Capuri de alezat cu transmisii planetare precesionale cinematice ...	247
6.6.5. Cap de asamblat cu transmisie planetară precesională cinematică ..	249
6.6.6. Mecanism de alimentare a aparatului de sudat (elaborare la solicitarea întreprinderii Etalon, Simferopol, Ucraina) .....	250
6.7. Mecanisme de acționare a roboților industriali.....	252
6.7.1. Structuri cinematice de roboți industriali cu transmisii planetare precesionale cinematice.....	252
6.7.2. Mecanisme de acționare a articulațiilor robotului.....	254
6.7.3. Mecanisme de acționare a apucătoarelor robotului.....	255
Bibliografie .....	257

## Capitolul 7

<b>PROIECTE NAȚIONALE ȘI INTERNAȚIONALE DE CERCETARE-DEZVOLTARE A TRANSMISIILOR PLANETARE PRECESIONALE CINEMATICE .....</b>	<b>261</b>
7.1. Cercetări fundamentale și aplicative în cadrul granturilor și proiectelor internaționale .....	261
7.2. Cercetări fundamentale și aplicative în cadrul proiectelor URSS și naționale .....	262

## Capitolul 8

### POSTERE CU INVENȚII PREZENTATE LA EXPOZIȚII CERCETARE, INOVARE ȘI TRANSFER TEHNOLOGIC.

APRECIERI INTERNAȚIONALE .....267

## Capitolul 9

DESCRIERI DE INVENȚII ALE AUTORILOR..... 281

1. *Precessionnaâ zubcataâ peredaca, CA 1455094 (SU) .....283*
2. *Roată dințată-sculă pentru prelucrarea matrițelor (variante) și procedeu de prelucrare a ei (variante), NB 3623 (MD).....287*
3. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate (variante), NB 3595 (MD) .....299*
4. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale, NB 2815 (MD) ..... 311*
5. *Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate ale transmisiei precesionale, NB 2609 (MD) ..... 317*
6. *Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a pieselor cu contur complicat și suprafețe oblice, NB 2674 (MD) ..... 323*
7. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale de dimensiuni mici, NB 3363 (MD) ..... 329*
8. *Procedeu de executare a roților dințate conice, NB 3562 (MD) ..... 335*
9. *Dispozitiv pentru rodarea prin electroeroziune a elementelor conjugate ale mașinilor; NB 2494 (MD)..... 341*
10. *Dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale NB 2608 (MD) ..... 345*
11. *Sposob nakatyvaniâ zub'ev koniceskih koles i ustrojstvo dlâ ego osusestvleniâ, CA 1758941 (SU)..... 351*
12. *Dispozitiv de moletare a profilurilor dințate pe semifabricate inelare, NB 2704 (MD) ..... 357*
13. *Procedeu de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafețelor (variante) și dispozitiv pentru realizarea lui, NB 3561 (MD) ..... 361*
14. *Dispozitiv de deformare plastică a roților dințate NB 2791 (MD)..... 367*
15. *Procedeu și dispozitiv de sudare prin fricțiune, NB 2955 (MD)..... 372*
16. *Dispozitiv de măsurare a forței dezvoltate de un mecanism, NB 2920 (MD) ..... 379*



17. Turbină eoliană antrenată de traficul rutier (variante), NB 3544 (MD) .....	387
18. Privodnoe ustrojstvo promyslennogo robota, CA 1620294 (SU).....	397
19. Rez 'bozavertyvaušij instrument CA 1632762 (SU).....	401
20. Elektromehaničeskie casy CA 1704139 (SU).....	405
21. Gajkovert, CA 1727981 (SU).....	409
22. Sarnir manipulâtor, CA 1771960 (SU).....	413
23. Procedeu de moletare a dinților roților conice și dispozitiv de realizare a lui, NB 549 B1(MD).....	417
24. Metodă de îndreptare a pietrei de rectificat NB 552 (MD).....	419
25. Șurubelniță cu acționare mecanică, NB 462 C2 (MD).....	421
26. Ceas electromecanic, NB 476 C2 (MD).....	423
27. Șurubelniță cu acționare mecanică, NB 606 C2 (MD).....	425
28. Reductor principal al elicopterului, NB 610 C2 (MD).....	427
29. Mecanism de acționare a electromobilului, NB 464 C2 (MD).....	429
30. Mecanism de alimentare cu sârmă de sudare, NB 2073 (MD).....	431
31. Mecanism de acționare a armaturii (variante), NB 2081 (MD).....	437
32. Troliu cu acționare manuală (variante), NB 3123 (MD).....	442
33. Suspensie a mijlocului de transport, NB 2142 (MD).....	449
34. Cap de alezat, NB 2330 (MD) .....	453
35. Cap de alezat, NB 2331 (MD) .....	458
36. Revol'vernaâ golovka, CA 1590209 (SU).....	462
37. Zahvat manipulâtor, CA 1569226 (SU).....	466
38. Zahvat promyslennogo robota, CA 1583285 (SU).....	469
39. Manipulâtor, CA 1514595 (SU) .....	473
40. Avtomat dlâ sborki detalej tipa val s diskami CA 1551511 (SU).....	477
41. Rucnaâ sverlil'naâ masina, CA 1514508 (SU).....	483
42. Dispozitiv de ștanțare a semifabricatelor prin rulare, NB 2703 (MD) .....	485
43. Zahvat promyslennogo robota, CA 1451004 (SU).....	489
44. Manipulâtor, CA 1465301 (SU).....	492
45. Gajkovert, CA 1504084 (SU).....	497
46. Sborocnaâ golovka, CA 1713768 (SU).....	501

47. Manipulător, CA 1511120 (SU).....	505
48. Manipulător, CA 1357220 (SU).....	509
49. Sarnir manipulâtor, CA 1357224 (SU).....	513
50. Manipulător, CA 1693832 (SU).....	517
51. Manipulător, CA 1715575 (SU).....	521
52. Zahvat manipulâtor, CA 1593950 (SU).....	525
53. Peristal'ticeskij nasos 1610072 (SU).....	529
54. Zahvat manipulâtor, CA 1414634 (SU).....	533
55. Procedeu de fabricare prin explozie a structurilor cu microcaneluri, NB 3563 (MD) .....	537
56. Procedeu și sculă-electrod pentru fabricarea prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj (variante), NB 3596 (MD) .....	542
57. Ob"emno-logiceskaâ igruska, CA 1801529 (SU).....	548
<b>POSTFAȚĂ .....</b>	<b>551</b>

## PREFAȚĂ

Modernizarea continuă a mașinilor, automatizarea tot mai largă a proceselor tehnologice prin robotizare și dezvoltarea accelerată a microsistemelor ingineresti din ultima perioadă de timp impun cerințe complexe cercetătorilor și mediului economic privind elaborarea și producerea transmisiilor mecanice cinematice de dimensiuni mici, micro și chiar la nivel nanometric. Dezvoltarea transmisiilor mecanice cinematice este supusă unor cerințe mereu crescânde sub diverse aspecte cum ar fi: cinematice, funcționale, constructive, de masă și gabarite, preț de cost, tehnologice, etc.

Acestor cerințe corespund pe deplin transmisiile planetare precesionale cinematice (TPPC) caracterizate prin avantaje unice datorate principiului nou de transformare a mișcării și a sarcinii realizat de angrenajul precesional multipar.

Privind perspectivele dezvoltării în ansamblu a transmisiilor mecanice de mici și microdimensiuni trebuie de menționat, în special, simplitatea constructivă a TPPC care pot realiza într-o singură treaptă o gamă largă de rapoarte de transmitere ( $i = \pm 10 \dots \pm 3600$ ), iar multiplicitatea absolută a angrenării ( $\epsilon = 100\%$ ) asigură transmiterea aceleiași sarcini în dimensiuni mult mai reduse decât în cele clasice. Specificul angrenării dinților cu mișcare sfero-spațială realizat în TPPC deschide acestora posibilități unice de utilizare în sisteme de acționare cu transmiterea mișcării și sarcinii prin perete în spații absolut separate sau în sisteme electromecanice cu inerție mecanică redusă asigurată prin oprirea instantanee a satelitului precesional.

O altă particularitate a TPPC constă în asigurarea preciziei cinematice înalte datorată medierii erorilor de pas a dinților angrenați multipar, posibilității excluderii luftului din angrenaj și sporirii rigidității torsionale a elementelor participante în transmiterea mișcării și sarcinii – avantaj important pentru sistemele robotizate care necesită poziționarea cu precizie a organelor de lucru.

Un domeniu important de utilizare a TPPC este industria de autoturisme, în care se atestă o tendință concurențială acerbă între producători de a înlocui repoziționarea manuală a diferitor agregate prin acționări electromecanice. Într-un autoturism modern sunt utilizate peste 40 de acționări electromecanice în baza reductoarelor cu dimensiuni mici. Cerințele de bază impuse transmisiilor mecanice utilizate în acest domeniu sunt fiabilitatea înaltă, cost de producere, masă și gabarite, emisie de zgomot și vibrații reduse – cerințe satisfăcute plenar de TPPC.

Masa și gabaritele reduse, simplitatea constructivă cu un număr limitat de elemente și alte avantaje ale TPPC sprijină tendința de miniaturizare a microsistemelor mecanice, fapt ce deschide perspective largi de utilizare a acestora în astfel de domenii cum sunt tehnica medicală, a microroboților și micro-manipuloarelor, industria aerospațială, în special, a microsateliților, alte sisteme mecanice cu dimensiuni diametrale și liniare sub  $10 \text{ mm}$ .

Autorii consideră dezvoltarea prioritărilor a TPPC în baza a 7 scheme structurale dintre cele 30 elaborate în anii 80, printre care se regăsesc structuri cinematice de tipul  $K-H-V$ , complexe și  $2K-H$  – caracterizate prin avantaje corespunzătoare cerin-

țelor consumatorilor. În acest volum autorii prezintă angrenaje TPPC pentru diferite domenii de utilizare cum sunt roboto-tehnica, tehnica cosmică de zbor, industria de automobile, utilaj tehnologic, tehnica medicală, etc.

Datorită particularităților constructiv-cinematice, autorii arată că extinderea ariei de utilizare a TPPC cu dimensiuni mici și micro este limitată de posibilitățile tehnologice de execuție a angrenajelor conice cu profil nestandardizat al dinților. De aceea, autorii prezintă în acest volum sugestii inovative și elaborări de principiu pentru dezvoltarea tehnologiilor de generare a danturilor cu profiluri variabile convex-concave și în arc de cerc prin electroeroziune cu electrod-filiform și masiv, prin Laser și flux de electroni, care sunt brevetate. De asemenea, autorii prezintă tehnologii de execuție prin electroeroziune cu electrod-filiform a matrițelor cu profiluri convex-concave și în arc de cerc negative (oglină) pentru formele de turnare a roților dințate din mase plastice și de presare cu sinterizare din pulberi metalice.

Aceste elaborări vor contribui la extinderea ariei de utilizare a TPPC la nivel de mini- și micro-sisteme, la ora actuală extrem de solicitate pe piața de mini- și micro-reductoare. Este foarte important de menționat că autorii au realizat o abordare complexă a problemicii și au propus soluții concrete referitoare la valorificarea unui produs nou cum sunt TPPC – de la idee, la elaborarea teoriei angrenajului precesional cu profiluri nestandardizate ale dinților, inclusiv, a bazelor teoretice și practice de realizare a tehnologiilor de generare a danturilor, finalizând cu ciclul de implementări concrete ale TPPC și mecanismelor de acționare în baza acestora.

Al patrulea volum al monografiei „*Antologia invențiilor*” cuprinde geneza dezvoltării transmisiilor mecanice cinematice, analiza particularităților constructiv-cinematice și avantajele TPPC, care definesc perspectivele utilizării mini și micro-reductoarelor precesionale în diverse domenii ale tehnicii moderne. Autorii prezintă concepte tehnologice de generare a danturilor cu profiluri nestandardizate prin electroeroziune cu electrod-filiform și masiv, cu laser și flux de electroni, inclusiv, a suprafețelor negative pentru execuția matrițelor formelor de turnare din mase plastice și de presare cu sinterizare din pulberi metalice. De asemenea, sunt prezentate rezultatele cercetării experimentale ale parametrilor funcționali de bază ai TPPC prin care se justifică posibilitatea utilizării angrenajului precesional cu profiluri convex-concav și în arc de cerc ale dinților aflați în angrenare multipară ( $\varepsilon = 100\%$ ) cu existența frecării de alunecare. În monografie sunt descrise exemple de proiectare a TPPC, aplicații concrete în baza TPPC implementate pe parcursul anilor, cât și descrierea a 57 de invenții obținute de autori.

Prezentul volum se adresează studenților, masteranzilor și doctoranzilor din învățământul tehnic superior, inginerilor tehnologi și constructorilor de mecanică fină și de micro-sisteme, precum și cercetătorilor din domeniul transmisiilor cinematice și al acționarilor electro-mecanice, tuturor celor pasionați de activitatea de inovație.

**Prof. dr. ing. Ion Vișa**

*Președinte,*

*Asociația Română de Teorie a Mașinilor și Mecanismelor, ARoTMM*

## PREFACE

Continuous modernization of machinery, broader automation of technological processes throughout robotics and accelerated development of engineering microsystems in the last years impose complex requirements to researchers and the economic environment on developing and producing small kinematic mechanical transmissions, even at micro and nanometric levels. Development of mechanical kinematic transmission is subject to ever-increasing demands in various aspects such as: kinematic, functional, constructive, mass and size, cost, technology, etc.

Kinematic precessional planetary transmissions (KPPT), characterized by unique advantages due to the new principle of motion and load transformation achieved by the multicouple precessional gear, fully meet these requirements.

Looking at the overall development prospects of small and micro mechanical transmissions it should be noted, in particular, that the constructive simplicity of KPPT that can achieve only in one step a wide range of gear ratios ( $i = \pm 10 \dots \pm 3600$ ) and absolute multiplicity of gearing ( $\epsilon = 100\%$ ) provides the transmission of the same load in much smaller sizes than in the classical ones. The specific character of teeth gearing with spherical spatial motion achieved in kinematic precessional planetary transmissions opens unique opportunities to use them in the driving systems with motion and load transmission through the wall in absolute separated spaces or in the electromechanical systems with low mechanical inertia provided by the momentary shut-down of the precessional satellite gear.

Another peculiarity of the kinematic precessional planetary transmissions ensures high kinematic accuracy due to the mediation of pitch errors of the multicouple teeth gear, the possibility of excluding the blank in the gear and the increasing of torsion rigidity of the elements involved in motion and load transmission - important advantage for robotic systems that require precision positioning of the working bodies.

An important field of kinematic precessional planetary transmissions use is the automotive industry, which shows a tendency to fierce competition between manufacturers to replace manual repositioning of different aggregates by electromechanical drives. In a modern car more than 40 electromechanical drives based on small reduction gears are used. The basic requirements imposed to mechanical transmissions used in this area are high reliability, small production cost, reduced weight and dimensions, low noise emission and vibration - the requirements fully met by KPPT.

Reduced mass and dimensions, simple design with a limited number of elements as well as other advantages of KPPT support the tendency of mechanical microsystems miniaturization, which opens broad prospects for their use in such areas as medical engineering, micro robots and micro-manipulators, aerospace industry, in particular, micro satellites, and other mechanical systems with linear and diameter dimensions smaller than  $10 \text{ mm}$ .

The authors consider the priority development of KPPT based on seven structural schemes out of the 30 schemes developed in the 80s, which include kinematic

structures of  $K-H-V$  type, complex and  $2K-H$  types - characterized by advantages meeting the consumers' demand. In this volume the authors describe KPPT gears for different fields of application, such as robot-technique, space flying devices, automotive industry, technological equipment, medical equipment, etc.

Due to the kinematical constructive features, the authors show that the extension of small and micro KPPT use is limited by the technological possibilities of bevel gear with tooth non-standard profiles manufacturing. Therefore, in this volume the authors present innovative suggestions and elaborations of principle for the development of technologies for the generation of teeth with variable convex-concave profiles and in circular arc by electro-erosion with massive filamentary electrode, and by laser and electron flow, which have been patented. The authors also present processing technologies by electro-erosion with filamentary electrode of dies with convex-concave profiles and in negative circular arc (mirror) for gear wheels plastic moulds and for pressing by metal powders sintering.

These elaborations will contribute to the widespread use of KPPT in mini-and micro-systems, currently required very much on the market of mini-and micro-reducers.

It is important to note that the authors have developed a comprehensive approach to concrete problems and proposed solutions relating to the development of a new product - KPPT - from idea to the development of the theory of precessional gears with non-standard teeth profiles, including theoretical and practical fundamentals of technologies for teeth generation, completing the cycle of concrete implementations of KPPT and driving mechanisms on this basis.

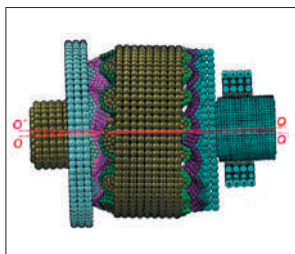
The fourth volume of the "*Anthology of inventions*" monograph covers the genesis of mechanical kinematic transmission development, the analysis of KPPT constructive kinematic peculiarities and advantages, which define the prospects of application of precessional mini- and micro-reducers in various fields of modern technology. The authors present technological concepts to generate non-standard teeth profiles by electro-erosion with massive filamentary electrode, with laser and electron flow, including the negative surfaces for the processing of plastic moulds dies and for pressing by metal powders sintering. As well, experimental research results of KPPT basic functional parameters are presented, which can justify the use of precessional gearing with convex-concave and circular arc profiles of teeth in multicouple gearing ( $\varepsilon = 100\%$ ) with the existence of sliding friction. The monograph describes design examples of kinematic precessional planetary transmissions, practical applications based on KPPT implemented over the years, and the description of 57 patents obtained by the authors.

This volume is aimed at students, master and doctoral students in higher technical education, at engineers and manufacturers of fine mechanics and micro-systems, and at researchers in the field of kinematical transmissions and electro-mechanical drives, all those passionate about innovation

***Prof. dr. eng. Ion Vișa***

*President*

*Romanian Association of Theory of Machines and Mechanisms, ARoTMM*



## Capitolul 1

# TENDINȚE DE DEZVOLTARE A TRANSMISIILOR MECANICE CINEMATICE

### 1.1. Generalități

*„Miniaturizarea este forța motrice principală în tehnologia industrială a secolului XXI”*

Actualmente au crescut considerabil cerințele pieței în produse industriale „inteligente”, „robuste”, „multifuncționale” și „cu preț redus”. Miniaturizarea este unica soluție pentru a satisface aceste cerințe ale pieței. Prin noțiunea de *microsistem* înțelegem toate sistemele miniaturizate nonelectronice. Sunt, de asemenea, cunoscute microelectrosisteme electromecanice (MSEM), care pot fi: sisteme micromecanice, sisteme microoptoelectromecanice, sisteme microfluidice și biocipurile. Există, la fel, tendința miniaturizării microsistemelor mecanice. În baza unei analize comparative a dimensiunilor microsistemelor, începând cu anul 1999, James Schlesinger a elaborat o diagramă a perspectivelor de miniaturizare a microsistemelor până în 2014 (v. fig. 1.1). Conform diagramei prezentate dimensiunile aceluiaș microsistem produs în anul 1999 și care va fi produs în 2014 urmează să se reducă de șase ori.

În prezent, medicina este domeniul cu cel mai mare potențial de utilizare a microsistemelor. Multe ramuri ale medicinei tradiționale vor suferi transformări radicale, deoarece sunt elaborate în permanență metode și instrumente noi, adesea neobișnuite,

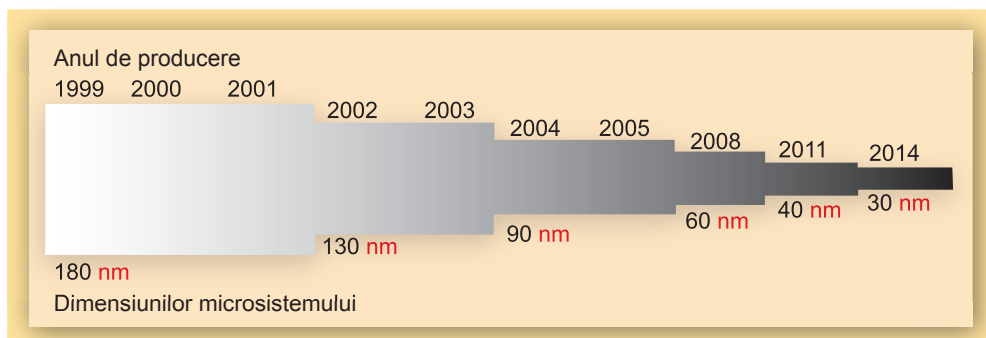


Fig. 1.1. Tendința miniaturizării microsistemelor.

toate bazate pe tehnologii ale microsistemelor. Ele vor conduce la introducerea pe larg a unor tehnici noi, și mai eficiente, de diagnosticare (cum ar fi endoscopia), a sistemelor de dozare implantabile, metodelor de telemicrochirurgie, proteze neuronale etc. Astfel va crește cererea de microuneltă pentru a face micromanipulări, cum ar fi: manevrarea, fixarea, sortarea, transportul, tăierea în felii subțiri și injectarea sub microscop. Astfel de manipulări la nivel celular sunt foarte importante pentru unele aplicații biotehnice, cum sunt cercetarea genetică și operațiile microscopice, deoarece celulele sunt un indicator bun al prezenței substanțelor periculoase. Deseori aceste operații trebuie să fie automatizate, deoarece mâna omului este o unealtă nu prea fină.

Utilizarea microsistemelor electromecanice în automobilele produse în anul 2005 în număr de aproximativ 64 de milioane a urmărit realizarea următoarelor obiective: asigurarea siguranței; modernizarea motorului și trenului de putere; asigurarea confortului și comodității; diagnosticul mașinii și monitorizarea sănătății; extinderea telematicii prin GPS ș.a. Actualmente aproximativ 10% din greutatea automobilului și 15% din costul lui sunt determinate de componentele electrice și electronice. Aceasta înseamnă că dispozitivele electronice trebuie să fie în continuare miniaturizate și că eventual va fi folosită tehnologia mini- și microsistemelor.

Industria aerospațială, cu probleme acute privind limitările de spațiu și de masă (transportarea în cosmos a 1 kg al obiectului spațial costă foarte scump), este domeniul unde microsistemele sunt cele mai așteptate. Microsistemele electromecanice au fost utilizate în industria aerospațială în următoarele direcții: instrumentația cabinelor aparatelor de zbor; microsateliți; sisteme de comandă și de control; sisteme de dirijare inerțială cu microgiroscoapele, accelerometrele și giroscoapele din fibre de sticlă; sisteme de putere integrate cu celulele fotovoltaice; sisteme de propulsie.

Microsistemele și, în particular, roboții viitorului solicită dezvoltarea unor mecanisme de acționare avansate, cu dimensiuni foarte mici, ușor de construit mecanic și cu fiabilitate ridicată: mici motoare, pompe, valve, clește, întrerupătoare, rele și mecanisme de acționare speciale. Micromotoarele au un mare potențial pentru aplicațiile microsistemelor. Micropompele și microvalvele folosite pentru tratarea la nivel microscopic a lichidelor și gazelor pot fi folosite în medicină, unde sunt necesare sisteme implantate, de mare acuratețe, pentru dozarea medicamentelor, sau pentru analiza chimică și biotehnologică, unde volume exacte de lichid trebuie să fie transportate și analizate.

Microroboții sunt sisteme foarte complexe, care folosesc diferite tipuri de micromecanisme de acționare și microsenzori. Deși mâna omului este un instrument foarte flexibil și posedă o dexteritate aproape neîntrecută, ea are limitări atunci când lucrează în lumea micro. De exemplu, manipularea celulelor biologice și asamblarea microsistemelor creează probleme mari în lipsa ajutoarelor potrivite. În continuare sunt prezentate unele aplicații ale microroboticii: tehnologia medicală; tehnologia mediului; ingineria automatizării; microasamblare; obiecte casnice; inginerie de



fabricație; metrologie; bioinginerie. Astfel de aplicații vor revoluționa tehnologiile clasice și sunt foarte importante pentru industrializarea **tehnologiilor microsistemelor**. Aplicațiile posibile ale micromanipulatorilor includ testarea conexiunilor de circuite integrate, inspectarea suprafețelor hard-disk-urilor și ale discurilor optice, repararea circuitelor imprimate și microchirurgia, manipularea pieselor cercetate cu microscopie electronice etc.

O dezvoltare tehnologică esențială în privința miniaturizării a fost inițiată de inventarea tranzistorului în anul 1947, a circuitelor integrate (CI) în 1955. Circuitele integrate au făcut posibilă miniaturizarea mai multor dispozitive și sisteme ingineresti, declanșată la sfârșitul anilor 50 ai sec. XX. Acest lucru a favorizat și miniaturizarea angrenajelor pentru crearea unor microsisteme ingineresti, utilizabile în diverse domenii: ingineria electrică, ingineria mecanică, ingineria materialelor, ingineria chimică, ingineria industrială. Microtransmițiile se consideră convențional cu dimensiuni diametrale și liniare de primul ordin, adică sub 10 mm. Gama de dimensiuni este foarte largă: de la câțiva milimetri până la câțiva micrometri. Reducerea dimensiunilor transmisiilor mecanice și ale motoarelor electrice până la nivelul de dimensiuni de microni se pare că este limita posibilului. Ce transmisii pot fi create cu dimensiuni nano? Ce noi principii vor fi elaborate pentru crearea lor? Deocamdată totul este la nivelul fantasticului. Luând însă în considerație posibilitățile extraordinare ale creierului uman, există certitudinea că cercetătorii, inventatorii vor găsi soluții. Savanții au reușit să marceze atomi și să dirijeze structura atomică a unui nou material. De necrezut, însă conform unor informații apărute în presă, au apărut premise reale de a se ajunge într-un viitor la transmisii de mărimi comensurabile cu atomii. În ajutor vin **nanotehnologiile** – domenii ale științei și tehnologiei care operează cu structuri și sisteme cu dimensiuni între 1 și 1000 Angströmi.

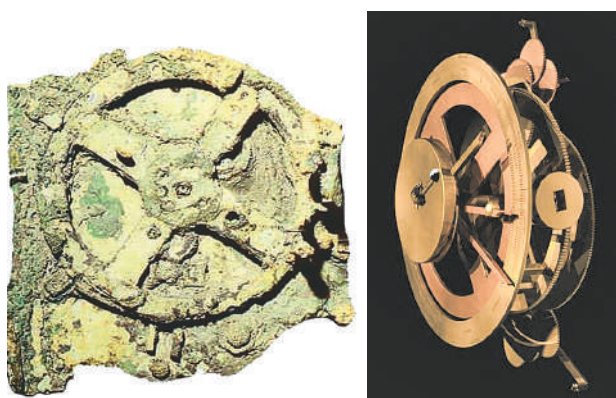
*Inițiativa Națională de Nanotehnologii (INN)*, promovată de administrația SUA, a stimulat formarea centrelor de cercetare și elaborare a microsistemelor ingineresti în mai mult de 30 de universități din SUA, Japonia, China.

Tendențele de miniaturizare a angrenajelor a impus cercetătorilor și inginerilor sarcini concrete privind elaborarea noilor tehnologii neconvenționale de generare a angrenajelor cu mini- și microdimensiuni.

## **1.2. Geneza mini- și microtransmisiilor mecanice din mecanica fină**

### **1.2.1. Scurt istoric al mini- și microangrenajelor**

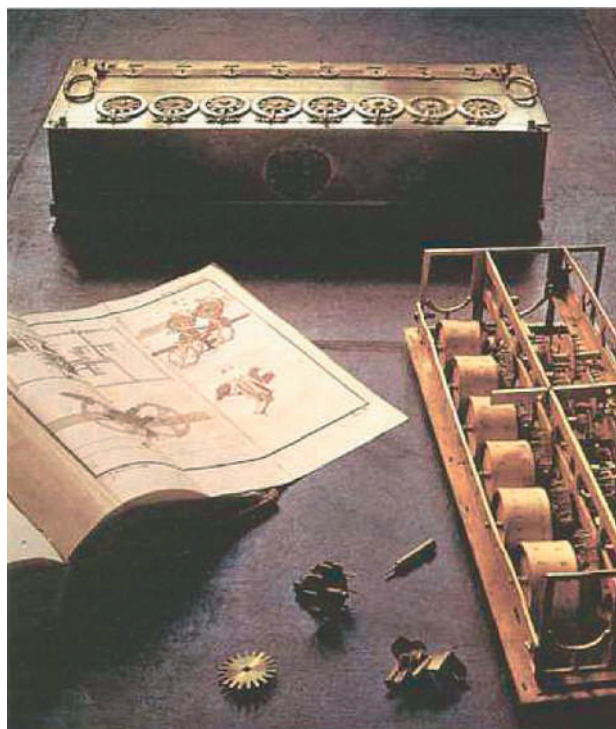
În continuare vor fi prezentate doar câteva exemple din mecanica fină cu diverse angrenaje. În anul 1901 pe insula Antikythera au fost găsite rămășițele unui mecanism de ceasornic cu o vechime de peste 2000 de ani. Mecanismul Antikythera



**Fig. 1.2.** Mecanismul Antikythera -model aritmetic al sistemului solar [1].

clic sau diferențial. Acesta ar funcționa ca un calculator, eventual, pentru utilizare astrologică. Mecanismul probabil era acționat de puterea generată de un ceas de apă sau de alt dispozitiv. Este, cu siguranță, foarte asemănător cu ceasurile mari astronomice, care au fost construite peste tot în Europa în timpul Renașterii.

(fig. 1.2) este un analog aritmetic al modelelor geometrice ale sistemului solar, cunoscute de Platon și Arhimede, și care a evoluat în planetariu. Mecanismul este asemenea unui ceas mare astronomic sau a unui computer analog modern. Include cel puțin 20 de roți dințate, având și o asamblare foarte sofisticată a roților, unde unele roți montate excentric funcționează, probabil, ca un mic sistem epicycl



**Fig. 1.3.** Pascaline, unul dintre primele calculatoare mecanice din lume [2].

**Primul calculator** de acest fel a fost inventat în Franța, în anul 1642, de către Blaise Pascal la vârsta de 18 ani. Dispozitivul, numit *Pascaline* (fig. 1.3), a fost conceput pentru tatăl său, care era percepător. La începutul anilor 1900, mașinile mecanice de calculat cu acționare manuală erau folosite pe larg. Pentru a aduna numere pe un calculator de birou tipic, primul număr se fixa pe o claviatură și apoi se rotea o manivelă. Aceasta acționa un șir de roți dințate, care se roteau cu valori corespunzătoare cifrelor din număr. Apoi procesul se repeta cu mai multe numere, roțile dințate înregistrând suma totală, care putea fi citită de pe un afișaj în orice fază. Rotirea manivelei

de mai multe ori cu același set de numere avea ca rezultat înmulțirea, prin adunarea repetată a numărului. Unul dintre aceste prototipuri se află la muzeul *Zwinger* din Dresda, Germania.

**Primul ceas cu pendul.** Meritul realizării tehnice îi revine lui Christian Huygens, matematician și astronom olandez (1629-1695), care, împreună cu un meșter ceasornicar pe nume Salomon Coster, a izbutit să creeze un orologiu mecanic, la care înaintarea roților dințate, ce puneau în mișcare unica limbă a ceasului, era reglată în funcție de mișcarea unui pendul (fig. 1.4 a [3]). Câțiva ani mai târziu, au apărut arcurile spirale, care au îmbunătățit considerabil precizia, motiv pentru care a putut fi adăugată și „limba mare“, care indica minutele. În baza mecanismului de ceasornic au fost elaborate o gamă largă de diverse mecanisme pentru aparate. În fig. 1.4 b este prezentat un exemplar de cronograf.

Construcția automobilelor este un domeniu foarte important, care a stimulat dezvoltarea teoriei și tehnologiei de prelucrare a miniangrenajelor. Pentru transmiterea mișcării de rotație de la motor spre puntea motoare, s-a revenit asupra unei idei mai vechi – cea a lui Schott din 1664 privind cuplajul articulată, cunoscut astăzi sub denumirea de *articulație Hooke*, fiind modernizată și descrise proprietățile de bază de către Robert Hooke [4]. Astăzi automobilul modern înglobează un număr mare de mecanisme de acționare cu angrenaje cinematice cu diferită destinație funcțională.

Un factor deosebit de important pentru valorificarea pe scară largă a angrenajelor a fost elaborarea geometriei angrenajelor, bazate pe utilizarea diferitelor curbe la descrierea profilului dinților. Un rol hotărâtor în geometria angrenajelor l-a avut cicloida, utilizată pentru prima dată de Galileo Galilei. Fizicianul olandez Huygens a formulat procedeul de generare a cicloidei și a introdus noțiunea de *evolventă* (1673) [5]. Fondatorii geometriei moderne a danturii angrenajelor au fost Phillippe de la Hire (1640-1768), Camus (1690-1768) și Leonhard Euler (1707-1788).

Căutările inventatorilor din sec. XX au condus la inventarea unor noi tipuri de transmisii mecanice cinematice. Un atare tip de transmisie mecanică cinematică originală este transmisia armonică. Pentru prima oară, principiul de funcționare al transmisiei armonice a fost brevetat în anul 1959 de către inginerul american W. Musser. Astfel, în 1961, la una dintre firmele americane a fost produsă, pentru prima oară pe scară industrială, transmisia armonică.



**Fig. 1.4.** (a) primul ceas cu pendul Ch. Huygens [3]; (b) mostră de cronograf.

Transmisiile armonice sunt compacte, au capacitate portantă ridicată, asigură precizie cinematică înaltă și posibilitatea transmiterii mișcării în medii etanșate – unul dintre avantajele de bază ale transmisiilor armonice. Drept dezavantaje ale acestora pot fi evidențiate: fiabilitatea redusă a elementului flexibil (și, deci, a transmisiei în general), capacitatea redusă de funcționare la viteze mari, unele dificultăți tehnologice.

Potențialul gândirii umane, este, totuși, nelimitat. Sunt așteptate noi tipuri de transmisii mecanice. În ultimul timp se observă tot mai pregnant tendința minimizării dimensiunilor transmisiilor mecanice. Apariția noilor domenii interdisciplinare, cum ar fi medicina, mini-microrobotica, avionica, tehnologiile spațiale, favorizează dezvoltarea acestor transmisii cu dimensiuni mini- micro- și, nano-.

### 1.2.2. Analiza minitransmisiilor mecanice din mecanica fină cu raport de transmitere mare

Transmisii ordinare. În multe cazuri în mecanica fină se utilizează trenuri formate din roți dințate cilindrice (fig. 1.5). Avantajele acestor transmisii sunt: simplitatea tehnologică de fabricare a roților dințate; randament mecanic destul de înalt ( $\eta = 0,96...0,99$ ) și o capacitate portantă relativ mare. Dezavantajele transmisiilor ordinare la utilizarea lor ca transmisii cinematice, unde este necesar un raport de transmitere mare, sunt numărul mare de trepte și de elemente de angrenare, fapt care duce la mărirea gabaritelor transmisiei și la creșterea prețului de cost. Raportul de transmitere în acest caz se determină prin relația:

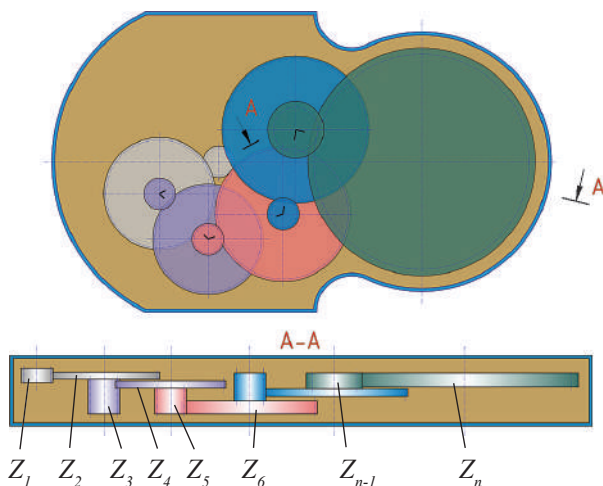


Fig. 1.5. Transmisie ordinară cu roți dințate cilindrice ( $i = 2400$ ).

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_4}{Z_3} \cdot \frac{Z_6}{Z_5} \cdot \frac{Z_n}{Z_{n-1}}, \quad (1.1)$$

unde  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  sunt numerele de dinți ai roților dințate.

În fig. 1.5 este prezentată o schemă tipică a unei minitransmisii cu roți dințate în mai multe trepte cu raport de transmitere  $i = 2400$ . În ultimul timp transmisiile ordinare sunt înlocuite cu transmisii cinematice planetare cu roți dințate cilindrice,

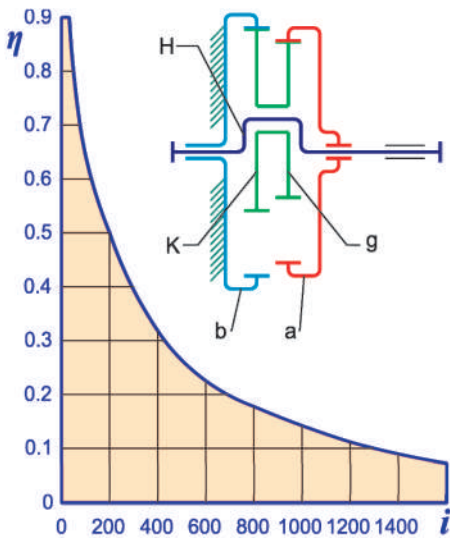
care posedă parametri funcționali mai ridicați. În fig. 1.6 este redată o gamă de reductoare cu roți dințate cilindrice cu diferită amplasare spațială a arborilor.

**Transmisiile planetare cu roți dințate cilindrice.** În marea diversitate a transmisiilor mecanice transmisiile planetare ocupă un loc deosebit, posedând o serie de avantaje: coaxialitate, compactitate, masă redusă, precizie cinematică ridicată, posibilitatea obținerii unor rapoarte de transmitere mari, funcționare silențioasă etc. Transmisiile planetare în ultimele decenii sunt răspândite pe larg în diferite domenii ale construcției de mașini și cunosc o modernizare în creștere. Transmisiile planetare cinematice (fig. 1.6) sunt mai ușoare în comparație cu transmisiile ordinare și ocupă un spațiu mai mic, de aceea se utilizează în cazurile în care problema masei și gabaritelor este hotărâtoare. Ele se întâlnesc foarte des în construcția de avioane, în tehnica de transport, roboți și în construcția de mașini-unelte. Includerea transmisiilor planetare în construcțiile moderne mărește posibilitățile lor de concurență pe baza îmbunătățirii caracteristicilor tehnice și a proprietăților estetice. Diversitatea schemelor mecanismelor planetare, care posedă posibilități relativ largi privind raportul de transmitere, randamentul, gabaritele, masa etc., necesită selectarea tipului transmisiilor planetare și analiza lor comparativă.

Gabarite și mase minime posedă transmisiile planetare  $2K-H$  cu una, două sau mai multe trepte, cu angrenaj exterior sau interior. Transmisia  $2K-H$  cu două angrenaje interioare, prezentată în fig. 1.7 [6], este compactă și poate fi utilizată cu succes pentru acționările cu regim de lucru de scurtă durată. În cazul unor rapoarte de transmitere mari, utilizarea acestor transmisiu nu este rațională din cauza randamentului redus [6]. În cazul în care este necesar un randament înalt și raport de transmitere  $i$  mare, se utilizează transmisia planetară  $2K-H$  prezentată în



Fig. 1.6. Minireductoare cu roți dințate cilindrice.



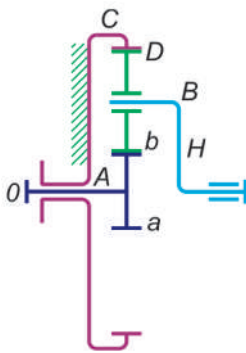
**Fig. 1.7.** Transmisia planetară cu roți cilindrice 2K-H.

fig. 1.8, așa-numita „schemă a lui David”. Transmisia este compactă, are randament destul de ridicat ( $\eta = 0,97-0,99$ ), raport de transmitere într-o treaptă ( $i = 1,14-9$ ). Raportul de transmitere se determină din relația:

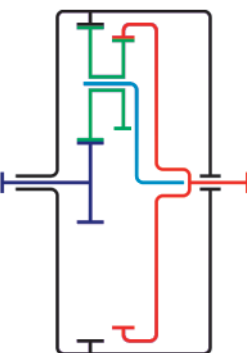
$$i = 1 - i_{ac}^H = 1 - \frac{Z_c}{Z_a}, \quad (1.2)$$

Pentru a obține un raport de transmitere mai mare se instalează consecutiv mai multe trepte, obținându-se rapoarte de transmitere destul de mari cu randament relativ ridicat. Transmisia planetară 3K, prezentată în fig. 1.9, este compactă și asigură obținerea unor rapoarte de transmitere foarte mari (de ordinul câtorva mii). În același timp, pierderile în transmisia

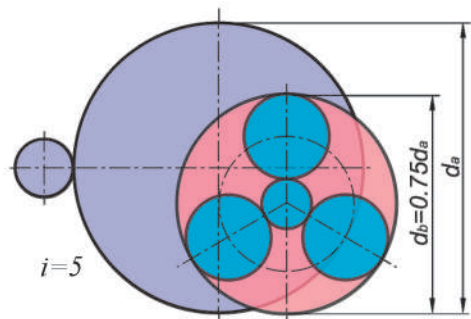
3K sunt mai mari decât în transmisia cu același  $i$ , însă compusă din transmisii ordinare sau planetare (fig. 1.7, 1.8). Trebuie de menționat, de asemenea, că și construcția transmisiilor 3K este mult mai complexă decât a transmisiilor 2K-H și necesită o execuție cu precizie mult mai înaltă (pentru o funcționare satisfăcătoare). La  $i > 1000$ , randamentul transmisiilor 3K este atât de mic, încât utilizarea lor este ineficientă [6]. O analiză comparativă a gabaritelor transmisiilor planetare și celor ordinare într-o treaptă, pentru  $i = 5$ , este prezentată în fig. 1.10. În general, transmisia planetară poate include în componența sa 3, 4, 6 și 8 sateliți. Schema de bază a angrenării sateliților cu roțile dințate centrale este prezentată în fig. 1.11.



**Fig. 1.8.** Transmisie planetară 2K-H.



**Fig. 1.9.** Transmisie planetară 3K.



**Fig. 1.10.** Analiză comparativă ( $i = 5$ ).

Schema structurală include un număr minim de elemente de bază: roata centrală, numită solară  $1$ , sateliții  $2, 3, 4$ , roata centrală exterioară  $5$  și portsatelitul  $H$ . Prezența a cel puțin trei zone de angrenare a sateliților cu roțile dințate centrale asigură transmisiei planetare capacitate portantă relativ ridicată (în procesul de transmitere a sarcinii partici-

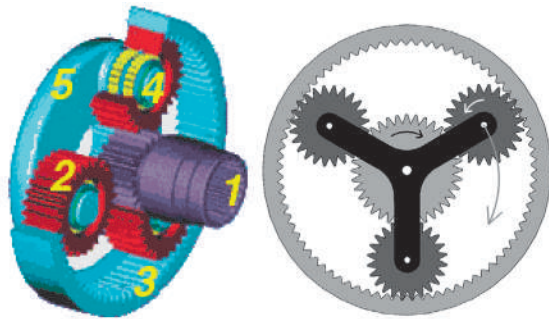


Fig. 1.11. Schema angrenării transmisiei planetare.

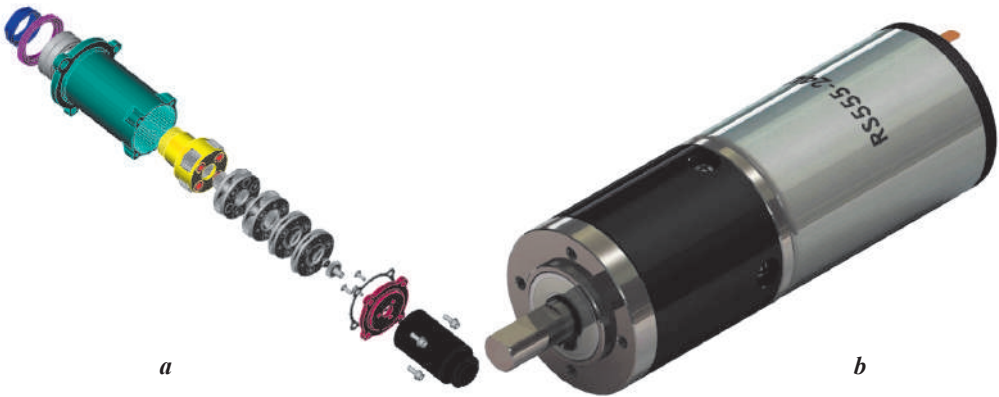


Fig. 1.12. Structura în formă desfășurată a unui reductor planetar în 4 trepte (a) și asamblat (b).

pă simultan de la 3 până la 6 dinți). Aceste caracteristici conduc, de asemenea, la o mai bună precizie cinematică și emisie acustică. Schema structurală a transmisiei  $2K-H$  într-o treaptă asigură obținerea unui raport de transmitere de  $3-10$ . În cazul necesității unor rapoarte mari, reductoarele planetare pot fi asamblate în 2, 3, 4 și chiar 5 trepte, asigurând gabarite relativ reduse. În acest caz transmisiile planetare includ 5 componente de bază într-o singură treaptă și un raport de transmitere:  $3-10$  (într-o singură treaptă),  $10-80$  (în 2 trepte),  $50-650$  (în 3 trepte),  $360-5500$  (în 4 trepte) și până la  $1.000.000$  (în 5 trepte). De menționat, însă, că în cazul creșterii numărului de trepte crește esențial numărul componentelor de bază (a roților dințate), ajungând la 25 de elemente în cazul reductorului planetar cu cinci trepte. În fig. 1.12 este prezentată structura în formă desfășurată a unui minireductor planetar în 4 trepte. Randamentul unei astfel de transmisii (chiar și în cazul a cinci trepte) este satisfăcător. Conform diagramei din fig. 1.13, în care se prezintă analiza comparativă a randamentului transmisiilor planetară și celei ordinare pentru diferite rapoarte de transmitere, la raportul de transmitere de aproximativ  $i = 1000$ , este asigurat

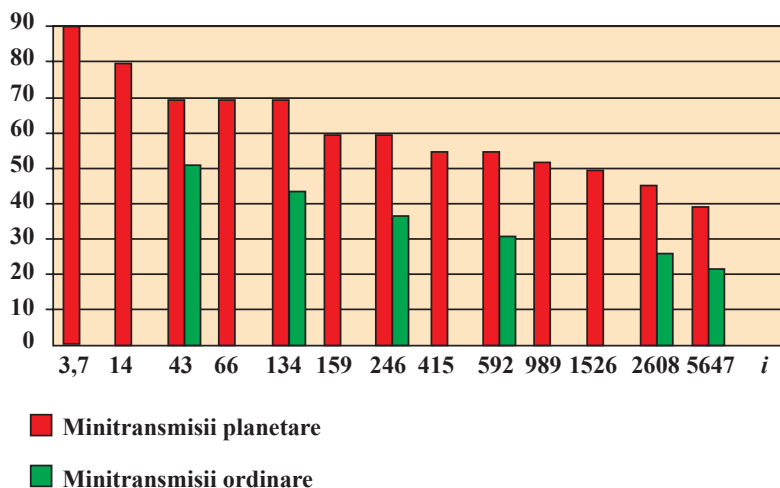


Fig. 1.13. Analiza comparativă a randamentului transmisiei planetare și ordinare.



Fig. 1.14. Minireductor planetar în trei trepte.

un randament de aproape 50%. În baza schemelor analizate, un șir de firme din lume produc în serie o gamă largă de minitransmisii planetare pentru diverse domenii de aplicare. În fig. 1.14 este prezentată o transmisie planetară în trei trepte, produsă de Firma germană *IMS Gear*, cu roți dințate executate din mase plastice. O astfel de transmisie a cunoscut o răspândire foarte largă, deoarece are o tehnologie mai simplă de execuție care, în cele din urmă, se reflectă asupra prețului de cost.

un randament de aproape 50%. În baza schemelor analizate, un șir de firme din lume produc în serie o gamă largă de minitransmisii planetare pentru diverse domenii de aplicare. În fig. 1.14 este prezentată o transmisie planetară în trei trepte, produsă de Firma germană *IMS Gear*, cu roți dințate executate din mase plastice. O astfel de transmisie a cunoscut o răspândire foarte

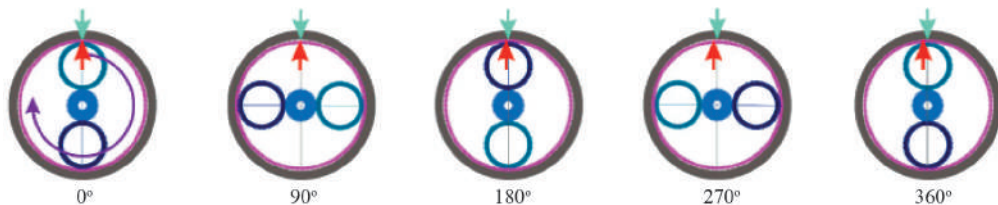


Fig. 1.15. Interacțiunea generatorului de unde cu roata flexibilă în transmisia planetară armonică.



### Transmisii planetare armonice.

Căutările creative ale inventatorilor au fost încununate de elaborarea unui nou tip de transmisie – *transmisia armonică*. Pentru prima dată principiul de funcționare al transmisiei armonice cu angrenare a fost brevetat în anul 1959 de către inginerul american W. Musser (fig. 1.15).

Începând cu acest an, el a brevetat un număr mare de scheme constructive pentru transmisii armonice și cuplaje și a demonstrat posibilitățile principiului nou de construire a transmisiei mecanice [4]. Transmisia armonică include doar 3 componente de bază într-o treaptă: o roată rigidă, dinții căreia angrenează cu dinții unei roți flexibile, deformate de un generator de unde (fig. 1.15). Datorită cinematicii speciale, interacțiunea dintre ele asigură un raport de transmitere considerabil: de la 50-350 (într-o singură treaptă) până la 100.000 (în două trepte). În funcție de construcția generatorului de unde, se disting trei tipuri de bază: generator-camă; generator cu 2, 3 și, mai rar, 4 role de deformare; deformator cu role de deformare executate în formă de sateliți ai transmisiei planetare amplasate în interiorul roții flexibile (fig. 1.16 b).

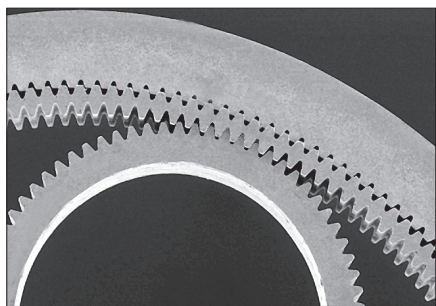
Principiul de funcționare a transmisiei armonice diferă de cele clasice prin deformarea continuă a roții flexibile. Generatorul de unde deformează roata flexibilă, asigurând intrarea dinților ei în angrenare cu dinții roții rigide, formând 1, 2, 3 sau 4 zone de angrenare (în funcție de tipul generatorului de unde). Datorită faptului că numărul de dinți ai roții flexibile este mai mic decât al celei rigide (cu 1 dinte în cazul generatorului cu o undă; cu 2 în cazul generatorului cu 2 unde; cu 3 în cazul generatorului cu trei unde), la o rotație completă a generatorului de unde roata flexibilă se rotește în sens invers cu un unghi egal cu 1, 2, 3 pași unghiulari, în funcție de tipul generatorului. Astfel, raportul de transmitere al transmisiei armonice este egal cu numărul de dinți ai roții rigide, împărțit la numărul de unde de deformare:

$$i = \frac{Z_r}{Z_r - Z_f}, \quad (1.3)$$

unde  $Z_r$  este numărul dinților roții rigide;  $Z_f$  – numărul de dinți ai roții flexibile.



Fig. 1.16. Tipuri de generatoare de unde.

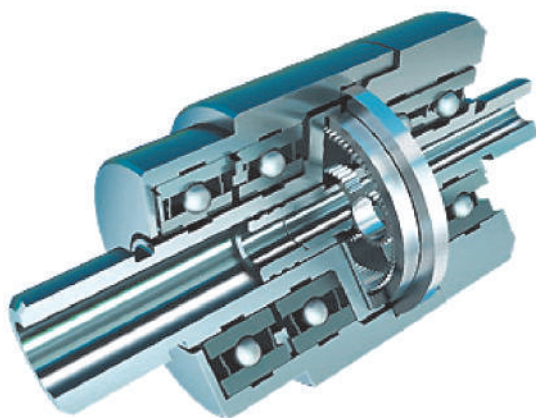


**Fig. 1.17.** Zona de angrenare în transmisia armonică cu generator de unde planetar.

Principiul de funcționare a transmisiilor armonice într-o singură treaptă cu generator de unde în formă de transmisie planetară (fig. 1.16 b) este prezentat în fig. 1.17. Roata flexibilă angrenează din ambele părți: din interior cu dinții satelitului, iar din exterior – cu dinții roții rigide. Această variantă a generatorului de unde posedă moment de inerție redus și, prin urmare, asigură o poziționare foarte dinamică. Prin utilizarea unei transmisii planetare în calitate de generator de unde este posibilă majorarea raportului de transmitere total

al transmisiei armonice într-o gamă largă. Pot fi realizate rapoarte de transmitere de la 160 până la 1000 într-o singură treaptă.

Transmisiile armonice posedă următoarele avantaje: particularitățile constructive exclud jocul din angrenaj; numărul relativ mare de dinți aflați concomitent în angrenare asigură capacitate portantă ridicată; efect cinematic mare în dimensiuni mici. Dezavantajele de bază sunt: durata relativ mică de funcționare (până la 5000 ore) și limitarea vitezei motorului (până la  $6000 \text{ min}^{-1}$ ). În fig. 1.18 este prezentat proiectul 3D al unui reductor armonic. Pe piață pot fi găsite reductoare armonice într-o gamă largă, produse de diverse firme. În fig. 1.19 este prezentat un minimotoreductor armonic, produs de Firma „Harmonic Drive”, Franța. Reductorul se produce în două variante: cu cuplare cu arbore de ieșire și cu cuplare prin flanșă. Se produce o serie de dimensiuni de diametre: 14, 20, 32, 45, 65 mm și, respectiv, rapoarte de transmitere:  $i = 50:1, 80:1, 100:1, 120:1, 160:1$ .



**Fig. 1.18.** Reductor armonic.



**Fig. 1.19.** Minimotoreductor armonic în două variante.

### 1.2.3. Microtransmisii mecanice

Un microsistem electromecanic include, de regulă, patru componente funcționale de bază: microsenzori; micromecanisme de acționare; elemente de microelectronică și microstructuri (fig. 1.20). Miniaturizarea în continuare a sistemelor mecanice necesită transmisiile mecanice de dimensiuni tot mai mici. Microtransmisiile se consideră convențional cu dimensiuni diametrale și liniare de primul ordin, adică sub  $10\text{ mm}$ . Gama de dimensiuni este foarte largă: de la câțiva milimetri până la câțiva micrometri. În cazurile în care sunt necesare rapoarte de transmitere mici, se utilizează transmisiile cu roți dințate ordinare. În cazul rapoartelor de transmitere mari, au căpătat o utilizare largă transmisiile planetare și armonice, precum și transmisiile hibride. Deoarece schemele structurale, principiile de funcționare și modul de obținere a efectelor cinematice sunt aceleași ca și la minitransmisiile analizate anterior, în continuare ne vom limita la evidențierea unor particularități constructive și tehnologice ale microtransmisiilor și a domeniilor specifice de utilizare.

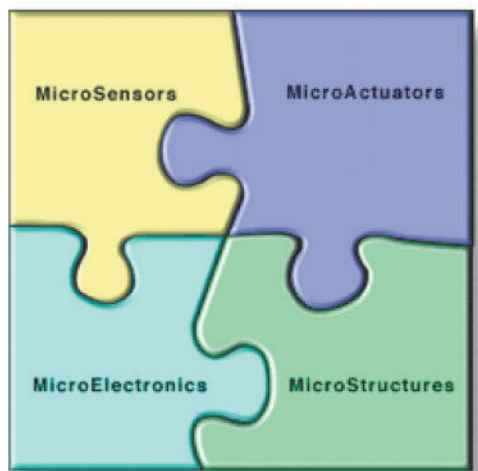
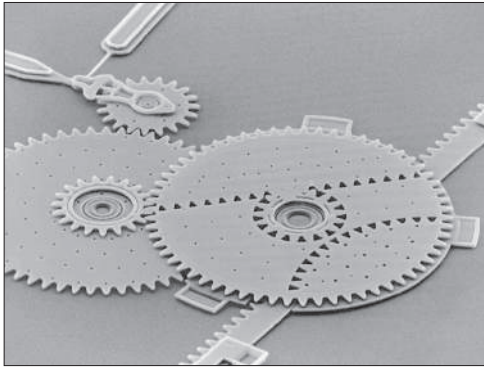


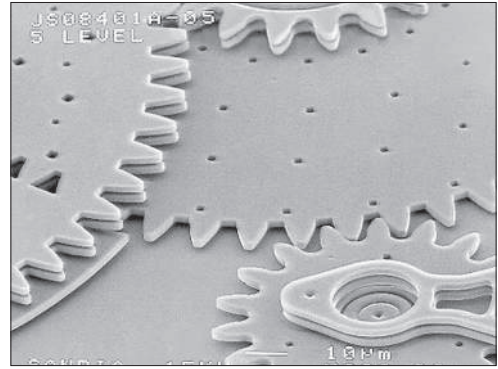
Fig. 1.20. Componentele de bază ale unui MSEM.

**Microtransmisii mecanice ordinare.** Microtransmisiile mecanice ordinare se utilizează, în special, atunci când sunt necesare rapoarte de transmitere relativ mici. Noile domenii care se dezvoltă vertiginos – nanotehnologiile, biomedicina etc.- necesită diverse scule automatizate care, în mare parte, încorporează diverse tipuri de roți dințate: diverse clește și pensete; motoare - liniare și rotative; rele și întrerupătoare; supape și pompe de echipamente optice (lentile de switch-uri, oglinzi, obloane, modulatoare de fază, filtre, repartitoare ghid de undă, zăvoare și mecanisme de aliniere fibre).

Rezultate incredibile au obținut cercetătorii de la *Sandia National Laboratories*, SUA [7], care au elaborat o gamă largă de diverse MEMS cu dimensiuni foarte mici. În fig. 1.21 *a* este prezentat un microtren format din roți dințate, cele mai mici având diametrul de  $25\ \mu\text{m}$ . Componentele sunt de ordinul micrometrilor, având o geometrie complicată. În fig. 1.21 *b* este prezentată o transmisie cu roți dințate cilindrice. Pinionul din colțul drept de jos antrenează această transmisie cu raportul de transmitere  $1:10$ . În fig. 1.21 *c* este redat un fixator cu roți dințate de dimensiuni foarte mici, pentru a fixa diverse scule în plan. În fig. 1.21 *e* (*d* este



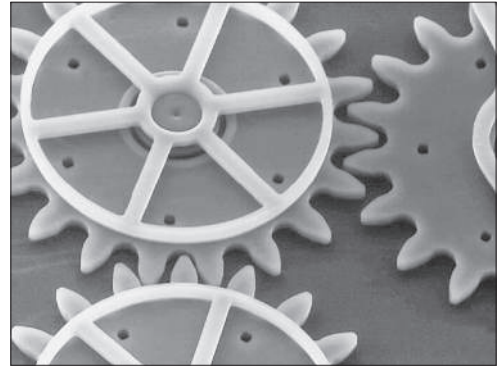
*a*



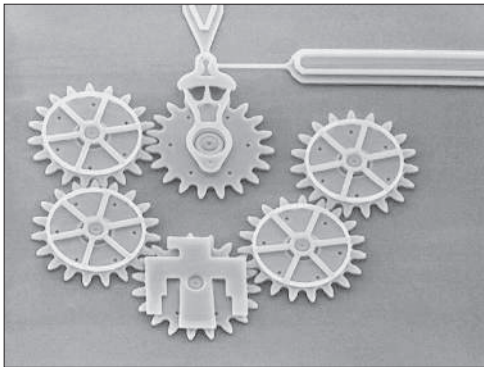
*b*



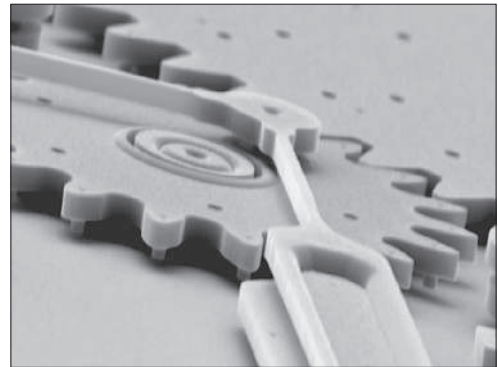
*c*



*d*



*e*



*f*

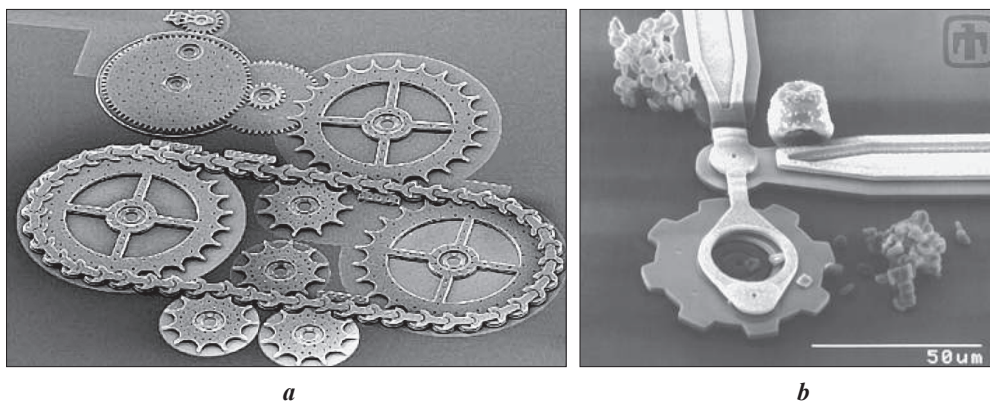
**Fig. 1.21.** Microtransmisii cu roți dințate cilindrice, elaborate de *Sandia National Laboratories*, SUA [7].

o secvență din *e*) vedem un tren constituit din șase roți dințate cu diametrul de  $50 \mu\text{m}$ , care asigură transmiterea mișcărilor de rotație de până la  $250000 \text{ min}^{-1}$ . O soluție interesantă a unei microcutii de viteze este prezentată în fig. 1.21 *f*. Ea include un set de microroți dințate cilindrice și un mecanism flexibil de schimbat vitezele.

Imaginația umană nu are limite sub aspectul minimizării dimensiunilor micro-sistemelor. În fig. 1.22 *a* este prezentat un mecanism elaborat de același colectiv de cercetători, care este compus dintr-o serie de roți dințate și o microtransmisie cu lanț. Distanța dintre axele zalelor este de  $50 \mu\text{m}$ . În fig. 1.22 *b* vedem dimensiunile elementelor componente, comparabile cu firul de polen (dreapta, sus) și cu un coagulat de celule roșii (dreapta, jos).

Un alt reprezentant important din domeniul tehnologiilor avansate de producere a MSEM este Compania *Microfabrica Inc.* din Santa Clara, California, SUA [8]. Ea a creat un număr nelimitat de noi aplicații în diverse industrii, incluzând dispozitivele medicale, testarea semiconducătorilor și sistemele aerospațiale. Potențialul uman și posibilitățile materiale ale Companiei au asigurat succese fulminante în domeniul preciziei extraînalte a componentelor, subansamblurilor și micromașinilor 3D. În fig. 1.23 *a* este prezentat brandul Companiei – un subansamblu cu un tren compus din cinci roți dințate cilindrice, cu dimensiunile sub  $500 \mu\text{m}$  fiecare. Un alt produs caracteristic al Companiei este un comutator cu trei căi, care include o transmisie cu cremalieră (fig. 1.23 *b*). Dimensiunea roții dințate este de  $500 \mu\text{m}$ . Un alt domeniu de preocupări ale firmei este cel al microsenzorilor. În fig. 1.23 *c* este prezentat un microsenzor de fluid care include două roți dințate cilindrice cu profil cicloidal al dinților, care au diametrul de  $500 \mu\text{m}$ .

Utilizări deosebit de largi în diverse domenii au microsistemele cu elemente de înmagazinare a energiei. În fig. 1.23 *d* este prezentat un astfel de sistem, care in-



**Fig. 1.22.** Microtransmisii cu lanț, elaborate de *Sandia National Laboratories*, SUA [7].

clude un set de roți dințate și un mecanism cu clichet, care înmagazinează energia mecanică a unei spirale Arhimed. Mecanismele din domeniul utilajelor din industria ușoară se caracterizează prin complexitatea lor. De regulă, este necesară încorporarea unui număr relativ mare de componente în spații limitate. În fig. 1.23 e este redat un dispozitiv de țesut, care include o serie de roți dințate cu dimensiuni diametrale sub 1 mm.

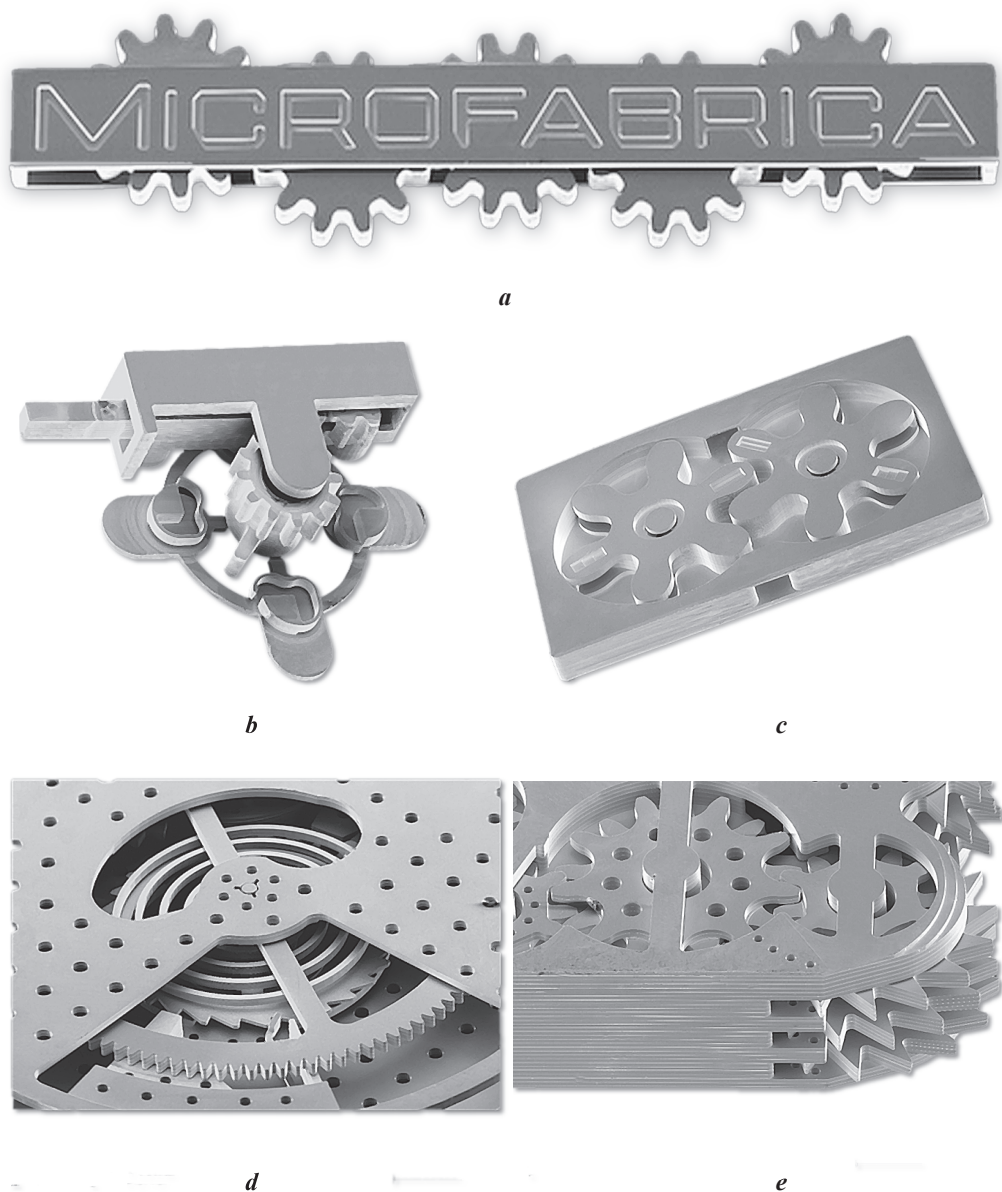


Fig. 1.23. Micromecanism de acționare [8].

**Microtransmisii planetare.** Asigurând rapoarte de transmitere relativ mari, transmisiile planetare au o utilizare deosebit de largă în diferite micro sisteme. Piața este inundată de microreductoare produse de diverse firme (cele mai cunoscute sunt: *Micromotion GmbH*, *Faulhaber*, Germania; *Universal Motor Mount* etc.), care acoperă gama de dimensiuni de la câțiva milimetri până la câteva sute de micrometri. În fig. 1.24 este prezentat un exemplu de design al unui micromotoreductor planetar cu diametrul de 6 mm, produs de Firma *Universal Motor Mount*. Motoreductorul este completat cu un motor cu  $10000 \text{ min}^{-1}$  (la 3V). Aceasta permite reducerea dimensiunilor și majorarea duratei de viață. Arborele de ieșire este executat din plastic armat cu fibre de sticlă. Sunt asigurate patru rapoarte de transmitere în aceeași dimensiune diametrală: 1:5.14; 1:26.45; 1:136.02; 1:699.55. Dimensiunile comparative sunt vizibile în fig. 1.25.

Un microreductor planetar foarte compact, cu dimensiuni și mai mici, este prezentat în fig. 1.26. Diametrul lui se încadrează într-un milimetru. Acest microreductor poate fi utilizat în micro sisteme care includ microsensori și în microroboți.

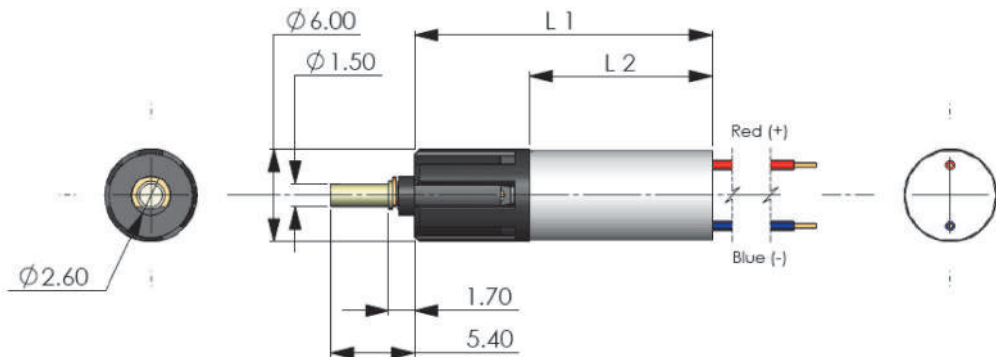


Fig. 1.24. Micromotoreductor planetar [9].



Fig. 1.25. Motoreductor în comparație.

**Microtransmisii armonice și combinații cu transmisiile planetare.** O adevărată revoluție au cunoscut microtransmisiile armonice și combinațiile acestora cu transmisia planetară. Există foarte multe firme (poziția de lider o are firma americană *Harmonic Micro Drive*<sup>®</sup> și *Micromotion*), care produc și realizează pe piață o gamă largă de microreductoare armonice și în combinație cu transmisia planetară.

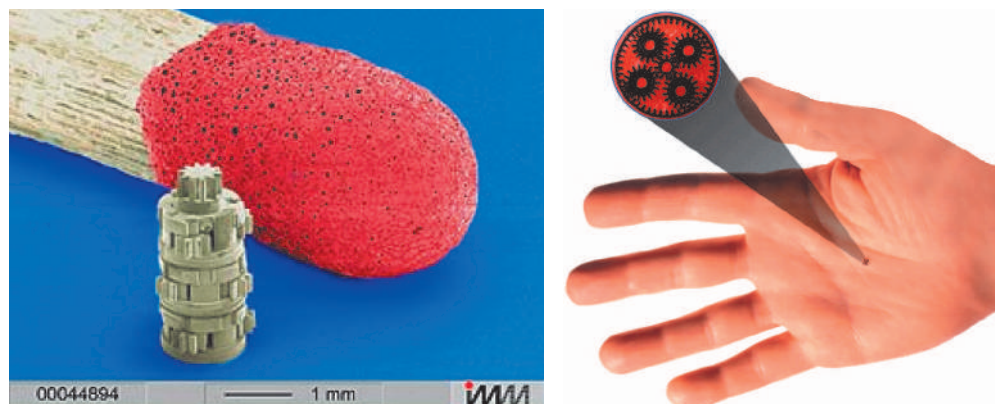


Fig. 1.26. Microreductor planetar în 3 trepte [10].

Micro transmisiile armonice realizează o combinație unică de precizie, capacitate portantă, densitate de putere și compactitate. Firma *Micro Harmonic Drive*, SUA, în colaborare cu *Harmonic Drive AG* din Limburg, Germania, au elaborat microreductoare armonice foarte compacte. Îmbinând noile microtehnologii de fabricare cu principiul unic de operare a transmisiei armonice, au fost realizate noi standarde privind precizia cinematică, capacitate portantă ridicată, dimensiuni compacte și masă redusă (fig. 1.27).

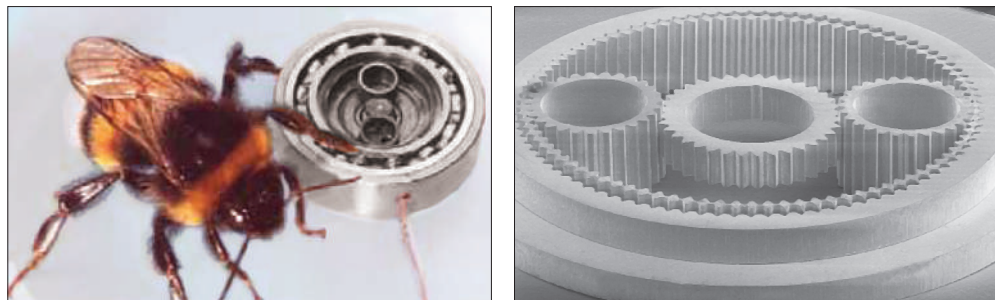


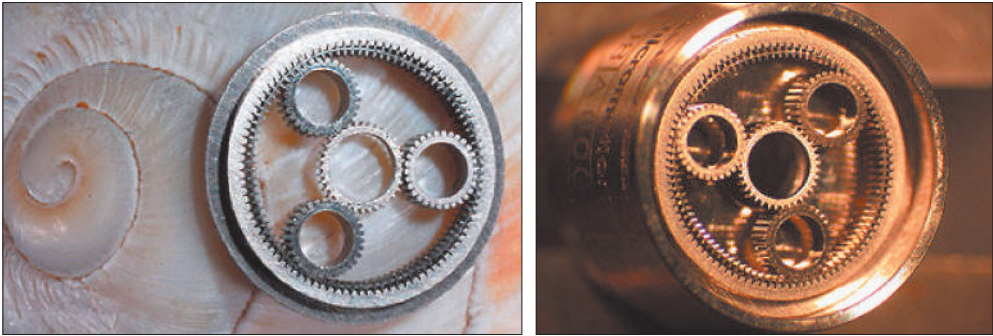
Fig. 1.27. Cinci componente ale microreductorului armonic [11].

Firma *Micromotion* a elaborat o serie de microreductoare hibride „armonic–planetare” cu:

- generator cu 3 sateliți, care asigură un raport de transmitere  $i=120$  cu diametrele carcasei de 6, 8 și 10 mm (fig. 1.28);
- generator cu 2 sateliți, care asigură rapoarte de transmitere  $i=160, 500$  și 1000 cu diametrele carcasei de 6, 8 și 10 mm (fig. 1.29).

Utilizarea generatorului de unde în formă de transmisie planetară asigură microtransmisiei hibride o serie de avantaje: toate roțile componente sunt obținute





**Fig. 1.28.** Microreductor armonic cu generator de unde în formă de transmisie planetară cu trei sateliți [12].



**Fig. 1.29.** Motor-reductor armonic cu generator de unde planetar cu doi sateliți.

electric asincron cu magneți permanenți, și-a găsit o utilizare largă în aparatele electrocasnice, laminatoare, concasorul de hârtie, luminile rotative / artizanat, cuptor rotativ de bază etc.

Microtransmiile armonice pot fi combinate cu micromotoare disponibile AC sau DC (Arsape, ESCAP, Faulhaber, Maxon, Mymotors, Myonics, Phytron), sau cu motoare-disc. Îmbinarea transmisiei armonice cu motorul-disc asigură obținerea unor dimensiuni axiale foarte mici (la diametrul de 10 mm grosimea este de 1 mm).

#### 1.2.4. De la microtransmisii mecanice la nanotransmisii moleculare

Nanotehnologiile sunt domenii ale științei și tehnologiei, care operează cu structuri și sisteme cu dimensiuni între 1 și 1000 Angströmi. Ce se poate în realitate de așteptat de la nanotehnologii? Ele vor fi probabil foarte eficiente la crearea unor depozitare de informații cu ultra capacitate, în obținerea noilor substanțe și materiale, medicamente etc. Deoarece nanotehnologiile sunt un set de tehnici care

manipulează diferite structuri ce conțin atomi individuali, blocuri de molecule sau macromolecule la scară foarte mică ( $1...100\text{ nm}$ ), în toate aceste cazuri pentru realizarea diferitelor manipulări va fi necesară crearea nanoroboților, însă după principii absolut noi.

Imaginea ce urmează, numită „Scară de interes”, creată de Departamentul de Energie al SUA, oferă o comparație a diverselor obiecte (vii și artificiale), pentru a ne ajuta să ne imaginăm exact cât de mic este un nanometru (fig. 1.30). Schema începe cu obiecte, care pot fi văzute cu ochiul liber, cum ar fi polenul plantelor, în partea de sus a diagramei, și progresează la obiecte de un nanometru sau mai puțin în dimensiuni, cum ar fi atomul și molecula ATP, utilizată la om pentru a stoca energie din alimente.

**Modele simulate de nanotransmisii.** Reducerea dimensiunilor transmisiilor mecanice și ale motoarelor electrice până la dimensiuni de microni se pare că este limita posibilului. Ce transmisii pot fi create cu dimensiuni nano? Ce noi principii vor fi elaborate pentru crearea lor? Vincenzo Balzani, Margherita Venturi și Alberto Credi, autorii articolului *Dispozitive și mașini moleculare* publicat în *Revista în*

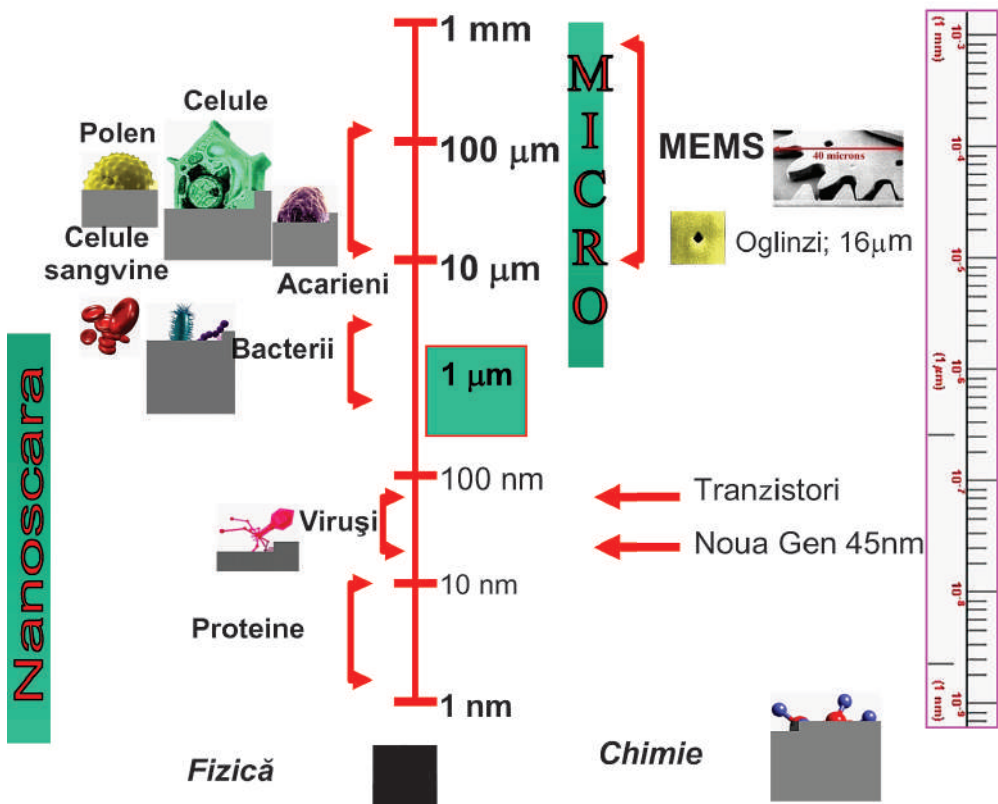


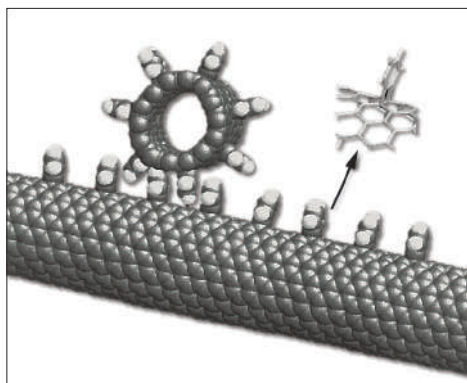
Fig. 1.30. „Scară de interes”: Domenii de dimensiuni.



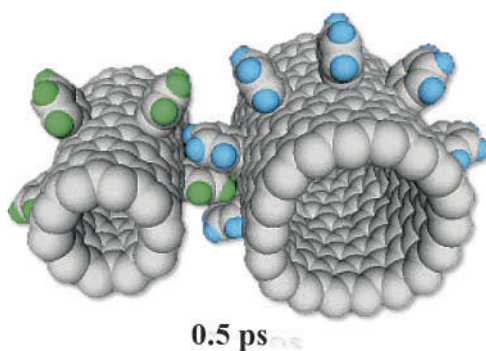
**Fig. 1.31.** De la transmisiile mecanice ale lui Da Vinci la nanotransmisiile moleculare [13].

*lumea Nano* vin cu o idee provocatoare de a se ajunge de la transmisiile lui Leonardo da Vinci la transmisiile moleculare (fig. 1.31). Ideea constă în formarea unor „roți dințate” din aglomerații de molecule, aranjându-le într-un mod stabilit.

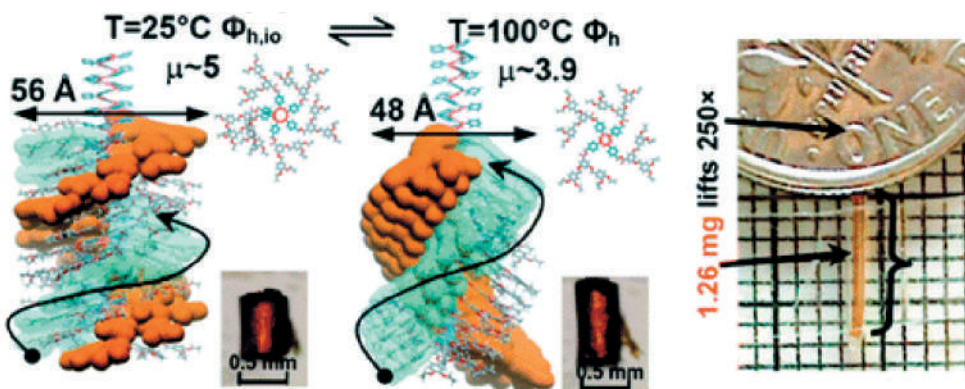
În fig. 1.32 este prezentat modelul unei transmisiile moleculare cu „curea cu dinți”, iar în fig. 1.33 – modelul unei transmisiile moleculare ordinare cu două „roți dințate cilindrice”, elaborate de cercetătorii britanici Jie Hany, Al Globus, Richard Jaffe și Glenn Deardorff [14]. În fig. 1.34 [15] este prezentată o structură dendronizată elicoidală de poli-



**Fig. 1.32.** Nanotransmisie moleculară cu curea [14].



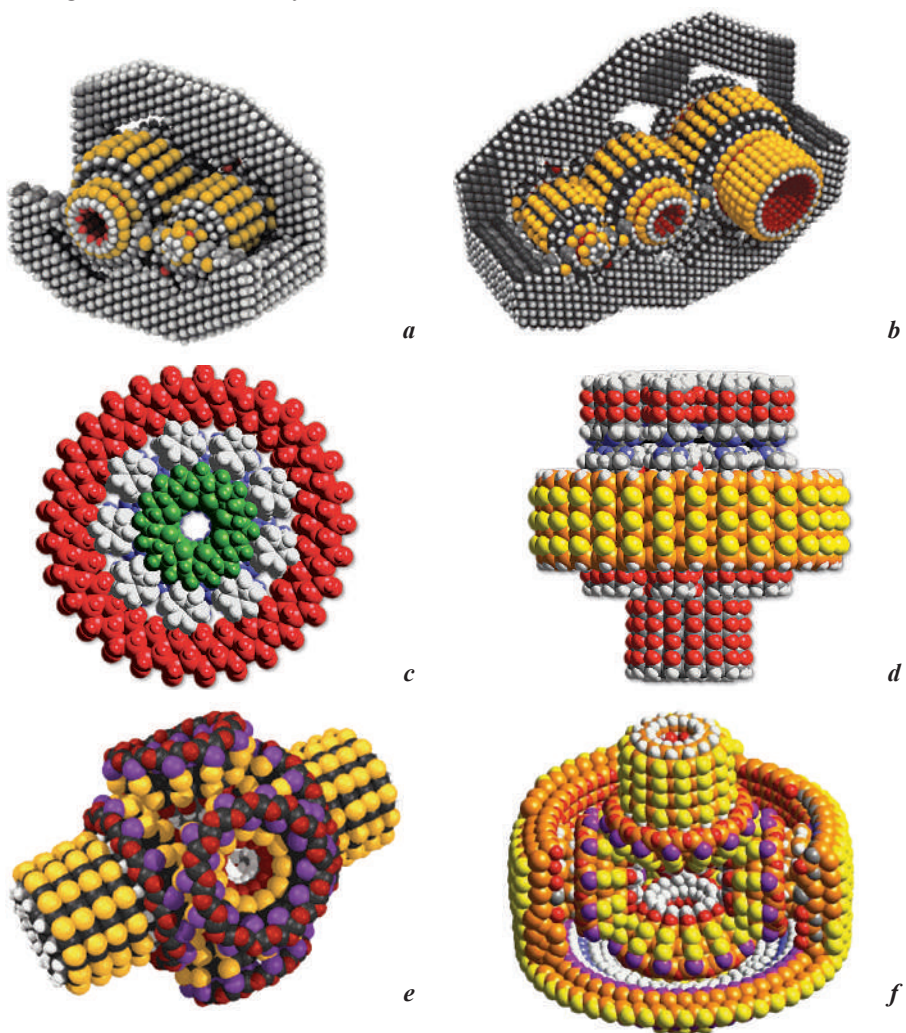
**Fig. 1.33.** Nanotransmisie moleculară ordinară [14].



**Fig. 1.34.** Structură dendronizată pentru formarea transmisiile elicoidale moleculare [15].

mer, corespunzătoare pentru formarea unei nanotransmisii elicoidale, capabile să deplaseze obiecte cu mase de 250 de ori mai mari decât masa ei.

Un interes aparte prezintă câteva modele de transmisii moleculare, elaborate de cercetătorul american K. Eric Drexler de la IMM (*Institute for Molecular Manufacturing*) [16]. În fig. 1.35 *a, b* sunt modelate două transmisii moleculare cu „roți dințate cilindrice” într-o treaptă (*a*) și două trepte (*b*). În fig. 1.35 *c, d* este modelată o transmisie planetară cu 9 sateliți, roată solară și centrală, formate din aglomerații de atomi aranjați într-un mod anumit. În fig. 1.35 *e, f* este modelat un diferențial în softul NanoEngineer de cercetătorii K. Eric Drexler de la Nanorex și Ralph Merkle de la Georgia Tech. University, SUA.



**Fig. 1.35.** Nanotransmisii moleculare [16]: transmisie cu roți dințate cilindrice într-o treaptă (*a*); transmisie cu roți dințate cilindrice în două trepte (*b*); transmisie planetară cu nouă sateliți (*c, d*); diferențial (*e, f*).

### 1.3. Tehnologii de fabricare a mini- și microroților dințate

#### 1.3.1. Metode de fabricare a roților dințate din mase plastice

Dimensiunile mici ale roților dințate din minitransmisiile cinematice impun fabricarea prin tehnologii înalt productive, cum ar fi tehnologiile de turnare din mase plastice și, respectiv, de sinterizare din pulberi metalice. Deoarece în transmisiile cinematice costul materialului este minim, iar cheltuielile de obținere a roților dințate prin tehnologiile menționate sunt aproximativ aceleași și sunt determinate de costul utilajului, rolul determinant în formarea costului îl joacă numărul de elemente de bază în angrenaj.

Roțile dințate din polimeri armați cu elemente metalice pot fi fabricate prin majoritatea metodelor cunoscute de prelucrare a maselor plastice [17]. Alegerea metodei de formare a roților dințate este determinată atât de natura materialului utilizat, cât și de configurația piesei, de asemenea, de cerințele tehnico-economice și de exploatare impuse ei.

**Turnarea prin presare** presupune existența, suplimentar la cavitatea de formare, a unei camere de încărcare, din care materialul pătrunde prin canale în cavitatea de formare, unde se dezvoltă o presiune specifică ( $150\text{--}200$ ) MPa. Prin turnarea cu presare pot fi fabricate roți dințate cu modul mic din termoplaste și reactoplaste cu elemente armate de configurație complicată, cu grosime diferită a pereților coroanei și a butucului. Produsele se obțin cu prelucrare mecanică minimă și precizie înaltă a dimensiunilor.

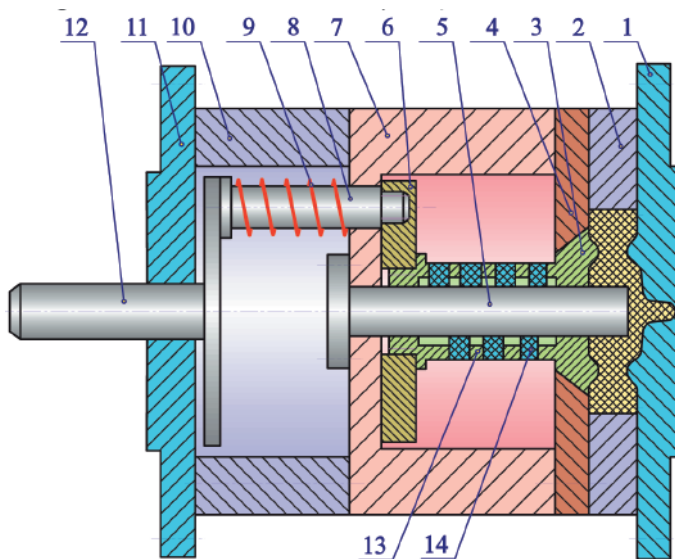
**Turnarea sub presiune** este una dintre cele mai răspândite metode de fabricare a produselor din termoplaste și compoziții pe baza lor. Avantajele ei sunt productivitatea înaltă, posibilitatea automatizării procesului, consumul redus de material, precizia comparativ înaltă a produselor obținute. Pentru fabricarea roților dințate prin această metodă în producția de serie se utilizează mașini de turnat cu volumul de turnare de la 8 până la  $8000\text{ cm}^3$ . În mașinile de turnare moderne se folosește o presiune înaltă de turnare, care se motivează, în general, prin tendința de umplere cât mai rapidă a formei de turnare cu topitura de polimer și obținerea calității înalte a produselor turnate. Presiunea înaltă de turnare condiționează necesitatea executării formelor de turnare complicate și cu un volum mare de metal, din care cauză în condiții de producere în serie mică și unicat nu este justificată din punct de vedere economic.

O metodă avansată de obținere a roților dințate din materiale compozite este metoda „sandvici–turnare”. Procesul tehnologic constă în injectarea treptată a doi polimeri din noduri de injecție independente în forma de turnare prin aceeași cale de turnare. Astfel, coroana dințată poate fi turnată din poliamid îmbibat cu politetraftoretile, iar butucul și discul roții – din poliamid fortificat cu sticlă.

**Echipamentul tehnologic utilizat pentru fabricarea roților dințate din mase plastice.** Proiectarea și fabricarea utilajului tehnologic utilizat la execuția roților dințate de dimensiuni mici din polimere prin presare sau turnare sub presiune, este un proces complex și costisitor. În condițiile de producere de unicat și serie mică volumul de muncă pentru fabricarea utilajului tehnologic constituie până la 70% din volumul total de muncă. Construcția utilajului și amplasarea în el a piesei turnate are o importanță mare atât pentru calitatea roții dințate, cât și pentru exploatarea formei de turnare.

La proiectarea echipamentului se iau în considerație procedeul de fabricare, particularitățile constructive ale roții dințate, tipul utilajului, productivitatea necesară, de asemenea, particularitățile hidrodinamice și termofizice ale materialului-polimer. De aceea, formele se clasifică după caracterul de exploatare, procedeul de prelucrare, cantitatea locurilor de formare, metoda de desfacere, după indicii constructivi ș.a.

La fabricarea roților dințate se acordă prioritate formelor cu un singur canal de turnare, care posedă simplitate constructivă, fiabilitate, preț mic de execuție, posibilitatea automatizării complete a ciclului de turnare și asigură o precizie și o calitate mult mai mari în comparație cu cele cu mai multe canale de turnare. O importanță mare pentru asigurarea calității produselor turnate are alegerea corectă a construcției și a dimensiunilor sistemului de turnare. Cerințele de bază față de sistemul de turnare din punct de vedere al cedării de căldură sunt lungimea cât mai mică a căii și secțiunea optimă a canalului de turnare. Configurația și lungimea căii de turnare depind, în general, de canalele de turnare ale formei și de construcția produsului. În fig. 1.36 este prezentat un exemplu de formă de turnare pentru execuția roților dințate. Forma include placa de turnare 1, matrită 2, împingătorul central 3, placa intermediară 4, tija de formare 5, placa împingătorului central 6, corpul 7, împingătorul 8, arcul 9, rama 10, placa din spate 11, tija 12, arcul împingătorului central 13 și etanșarea elastică 14.



**Fig. 1.36.** Formă de turnare pentru fabricarea roților dințate din mase plastice.



Fig. 1.37. Roți dințate fabricate din mase plastice.

Forma a fost elaborată pentru fabricarea roților dințate cilindrice cu modulul de angrenare de  $0,1 \dots 2,0 \text{ mm}$ , diametrul lăcășului de bazare –  $1,4 \dots 3,05 \text{ mm}$ , materialul – poliacetat (POM) /Nailon, diametrul exterior –  $10 \dots 100 \text{ mm}$ , grosimea –  $2 \dots 10 \text{ mm}$ . În continuare în fig. 1.37 sunt prezentate câteva mostre de roți dințate de dimensiuni mici, obținute prin turnare din poliacetat.

**Fabricarea roților dințate prin microturnare din mase plastice.** Acceptarea microproduselor noi din materiale plastice pe piață, cum ar fi microvalvele, microroțile dințate, comutatoarele microoptice și microcipurile pentru diagnosticarea medicală, depinde de eficiența proceselor de microturnare. De cele mai multe ori microprodusele din plastic sunt sisteme hibride, de aceea, microproducerea lor prin microturnare trebuie să ia în considerație acest lucru. Microproducerea prin microturnare asigură obținerea componentelor cu dimensiuni foarte mici – de la  $10 \mu\text{m}$  până  $100 \mu\text{m}$ . Raportul dintre înălțime și grosime, de obicei, este mai mic decât 1. Substraturi moleculare pentru biotehnologii, componente pentru ghidarea undelor în tehnologiile de telecomunicații, microtransmisii mecanice pentru tehnologii de microroboți, automobile etc. – toate acestea sunt structuri mecanice cu dimensiuni de la câțiva microni și cu raport *înălțime–grosime* între 1 și 1,0 obținute prin microturnare din mase plastice [18-21].

Materialele utilizate mai frecvent sunt cauciucurile reactive și termoplastele, incluzând polimerii standarzi și tehnici. La început procesele de microturnare necesitau materiale plastice cu viscozitatea foarte joasă, pentru a asigura umplerea cavităților foarte mici. În ultimii ani tot mai mult se utilizează microturnarea prin injecție. Avantajele acestei metode sunt asigurate de experiența acumulată în tehnologia convențională a materialelor plastice, care rezultă din secvențele proceselor standardizate, din gradul înalt de automatizare și timpul redus al ciclului de turnare.

Un rol important în domeniul microturnării îl are simularea pe calculator a proceselor de microturnare, prin care se selectează materialul și se dezvoltă unitățile de control termal și al vidului pentru eliminarea cavităților în material înainte de a fi turnat. Simularea asigură determinarea timpului de microturnare, distribuția presi-

nilor și a tensiunilor, contracția volumică etc. ale microcomponentelor. Pentru fabricarea microcavităților din microformele de turnare se utilizează procedeele *LIGA* (litografie, galvanizare și turnare) și litografia. În fig. 1.38 este prezentat modelul numeric al unei microroți dințate cu 8 dinți cu unghiul de angrenare de  $25^\circ$ , diametrul exterior variază de la  $70 \mu\text{m}$  până la  $1000 \mu\text{m}$ . În baza simulării la calculator, cu stabilirea influenței tuturor factorilor asupra procesului de microturnare, autorii [19] au elaborat un sistem de microturnare (fig. 1.39), care include 4 unități de bază: 1 – mașina de turnare cu injecție, care poate executa micropiese turnate cu fiabilitate înaltă, pierderi minime de material și contracție redusă; 2 – dispozitivul de control termic, care poate controla cu precizie înaltă încălzirea formei printr-o operație ușoară; 3 – microforma de turnare, care a fost proiectată și fabricată special pentru turnarea microcomponentelor; 4 – dispozitivul de vidare, care poate fi conectat ușor la microforma de turnare pentru evacuarea eficientă a microcavităților.

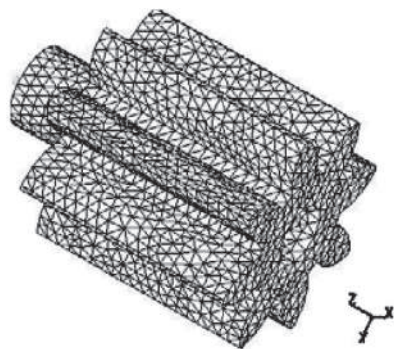


Fig. 1.38. Modelul numeric al unei microroți dințate.

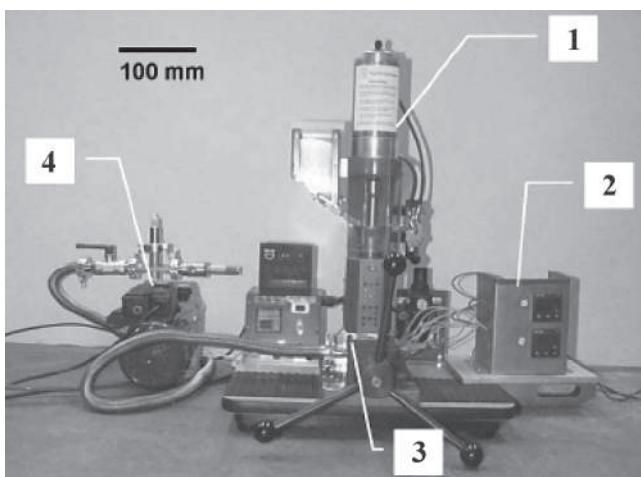


Fig. 1.39. Sistem de microturnare a microroților dințate din polimeri.

Microforma de turnare a fost elaborată cu considerarea cerințelor specifice ale proceselor de microturnare, care sunt diferite de cele convenționale. În fig. 1.40 este prezentat un exemplu de microformă de turnare, compusă din trei prăți: două plăci de bază și o locație pentru microinjecție. Toate componentele, cu excepția microcavităților, au fost executate prin procese de prelucrare convențională, cum ar fi frezarea, rectificarea, electroeroziunea cu fir etc. Microcavitățile (profilul negativ al dinților formei) au fost executate prin pulverizare cu flux concentrat de ioni (FCI). Microforma era încălzită cu patru cartușe de încălzire.

Pentru controlul temperaturii au fost utilizate două termocuple. De asemenea, a fost prevăzut un mecanism de deturnare a microcomponentelor din formă după ră-



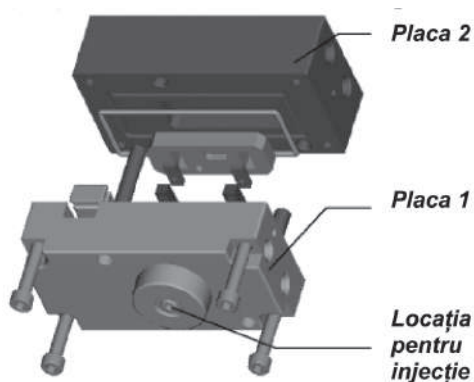


Fig. 1.40. Microformă de turnare.

singur cristal de siliciu: deschiderea -  $150\ \mu\text{m}$ , curentul fasciculului de ioni -  $2,07\ \text{nA}$ . În fig. 1.41 *b* este prezentată microroata dințată cu diametrul exterior de  $80\ \mu\text{m}$  obținută prin microturnare din polimerul *HD-6801-YN* la temperatura de  $125^\circ\text{C}$  și la presiunea de  $690\ \text{kPa}$  timp de  $180\ \text{s}$ .

În fig. 1.41 *c* este prezentată o altă microforma de turnare a unui tren de micro-roți dințate, executată din aliaj *NI-Be* cu flux concentrat de ioni, iar în fig. 1.41 *d* – trenul de microroți dințate turnate din polietilenă *HD-6801-YN* la temperatura de

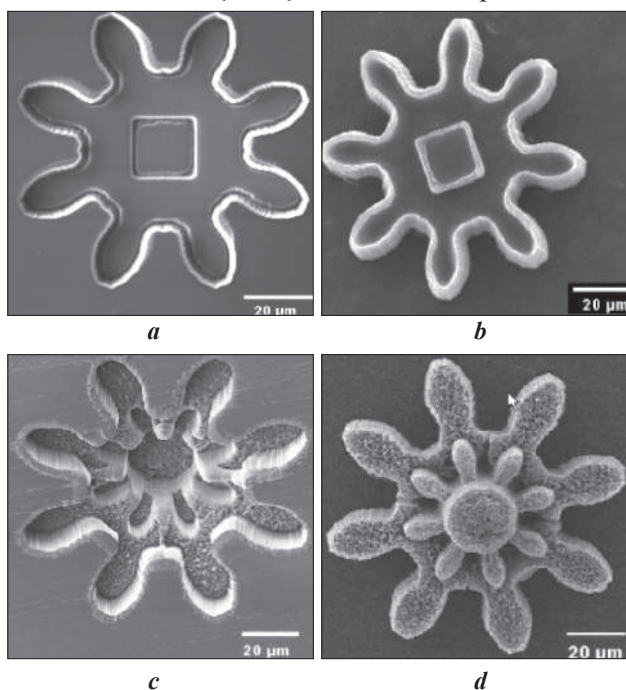
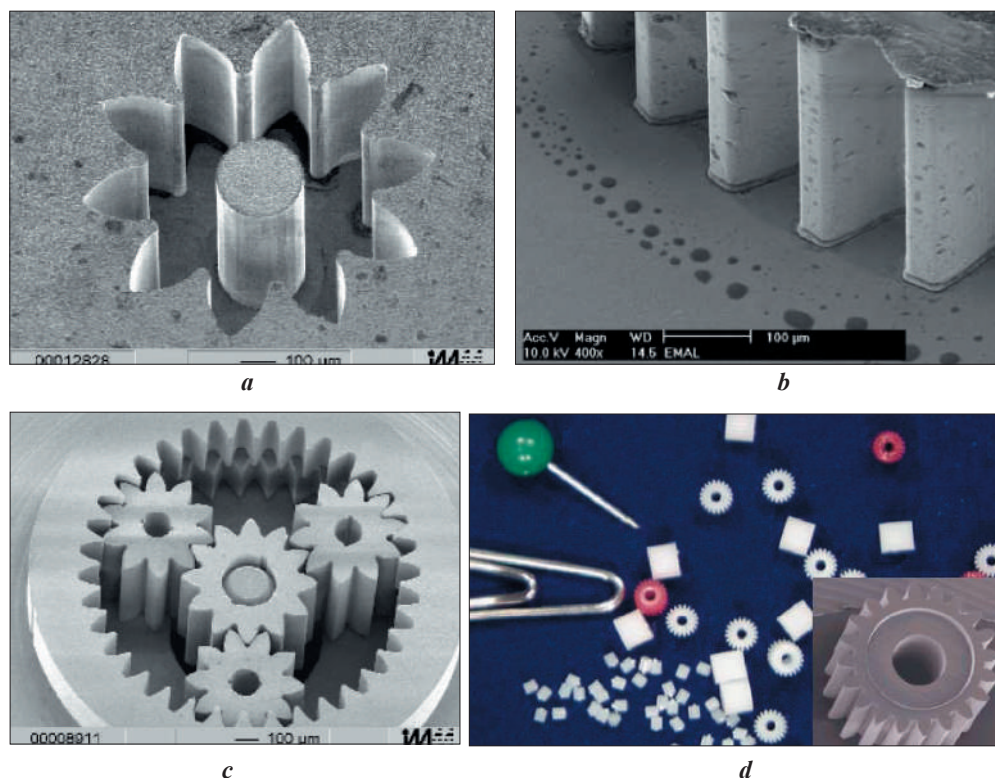


Fig. 1.41. Microforme de turnare cu profil negativ al dinților (*a, c*) și microroți dințate turnate din polimer (*b, d*).

turnare. Microcavitățile și microcomponentele au fost controlate cu un microscop electronic de scanare, deoarece dimensiunile foarte mici de ordinul micronilor face dificilă măsurarea directă a acestora. Pentru fabricarea microcavităților formelor de microturnare materialul are o mare importanță. În calitate de material auto-ririi [18] au luat siliciul și aliajul *Ni-Be*, recomandate de specialiști. Microcavitățile dinților formei (fig.1.41 *a*) (profilul negativ al dinților) au fost prelucrate cu flux concentrat de ioni (FCI) pe un sin-

gular cristal de siliciu la temperatura de  $125^\circ\text{C}$  și presiunea de  $760\ \text{kPa}$  timp de  $180\ \text{s}$ . Analiza comparativă a microroților obținute din același material în cele două microforme demonstrează o calitate mai bună a suprafeței în cazul microturnării în microformă de siliciu. O calitate mult mai înaltă a suprafețelor dinților se obține în cazul turnării microroților dințate din polimeri în microforme, cavitățile și elementele inserate ale cărora au fost fabricate prin metoda *LIGA*. Se observă calitatea înaltă a flancurilor negative ale dinților în microforma de turnare (fig. 1.42 *a*) și a dinților roților obținute prin turnare



**Fig. 1.42.** Microforma de turnare cu profil negativ al dinților (a), suprafețele unui set de dinți (b), microtransmisia planetară asamblată (c) și un set de microroți dințate (d).

(fig. 1.42 b, c). Formele au fost utilizate pentru mii de cicluri de turnare, însă nu au fost observate microfisuri și uzură a formei.

Pentru fabricarea microcavităților (a profilurilor negative ale dinților) și a insertelor de turnare a fost utilizată metoda de prelucrare prin electroeroziune. În fig. 1.42 d sunt prezentate mostre de microroți dințate turnate din materiale plastice. În procesul de microturnare prin injecție monitorizarea continuă a parametrilor de bază ai procesului este deosebit de importantă. Temperatura și presiunea, în special, în cavitățile (elementele care formează dinții roții) care sunt foarte dificil de măsurat din cauza dimensiunilor foarte mici, sunt alese drept parametri de bază de monitorizare a procesului de microturnare.

### 1.3.2. Metode de fabricare a roților dințate din pulberi metalice

Metalurgia pulberilor s-a dezvoltat foarte intens în ultimele decenii, atât ca cercetare științifică, cât și ca activitate industrială. Actualmente nu există nici o

ramură a tehnicii moderne care să nu profite din plin de avantajele metalurgiei pulberilor.

Istoria acestei tehnologii numără peste o sută de ani. Inginerul englez A. G. Bloxam a propus primul brevet de invenție în domeniul sinterizării pulberilor cu curent continuu în vid. Această invenție a fost implementată în producerea industrială a firului de filament pentru lămpile cu incandescență [22]. În anul 1913 inginerii germani Weintraub și Rush au brevetat o metodă modificată, combinând curentul electric cu presiunea. Beneficiul acestei metode a fost obținut la sinterizarea metalelor refractare ca pulberile de carbizi și nitrizi. Temperatura de sinterizare estimată era de  $2000^{\circ}\text{C}$  [22].

În SUA metoda de sinterizare a fost brevetată pentru prima dată de Duval d'Adrian în anul 1922. Procesul său în trei trepte era utilizat pentru producerea blocurilor rezistente la căldură din zirconiu, tor sau tantal. Metoda consta în turnarea și presarea pulberilor, tratarea lor termică la temperatura de aproximativ  $2500^{\circ}\text{C}$  și apoi aplicarea metodei lui Weintraub și Rush de sinterizare cu curent electric și presiune [22]. Utilizarea arcului electric cu curent alternativ în procesul de sinterizare a pulberilor metalice a fost brevetată pentru prima oară de inginerul american G. F. Taylor în 1932. Această metodă a fost dezvoltată în continuare pe parcursul mai multor ani și brevetată cu peste 640 de brevete de invenție [22].

#### **Avantajele de bază ale metalurgiei pulberilor:**

1. Metalurgia pulberilor asigură realizarea mai completă a tendințelor moderne de producție – fabricarea în masă, consumul relativ mic de energie la fabricarea pieselor de calitate înaltă, utilizarea completă a materialului inițial, automatizarea, introducerea controlului static al calității. De exemplu, la fabricarea roții dințate din pulberi metalice coeficientul de utilizare a materialului este de 95%, consumul energetic – de  $29 \text{ Mj/kg}$ ; la piesele turnate acești indici au valorile de 90% și  $30...38 \text{ Mj/kg}$ , iar după prelucrare mecanică -  $40...50\%$  și  $66...82 \text{ Mj/kg}$ .

2. Roțile dințate sinterizate posedă caracteristici de rezistență înalte, condiții bune de lubrifiere.

3. Metalurgia pulberilor permite fabricarea pieselor cu forme complicate, uneori imposibil de fabricat prin alte metode.

4. Metalurgia pulberilor, prin producerea roților cu dimensiuni finale, elimină sau minimizează prelucrarea ulterioară.

5. Roțile dințate sinterizate au porozitate controlată pentru asigurarea autolubri-fierii (cavitatarea porilor reprezintă buzunare în care se acumulează lubrifian-t).

În tabelul 1.1 este prezentată o analiză comparativă multicriterială a diverselor metode de fabricare a pieselor din metale.

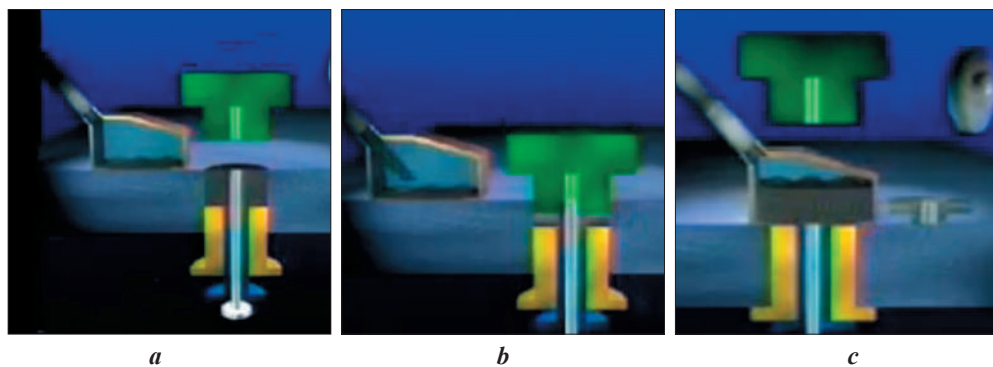
**Tabelul 1.1.** Metalurgia pulberilor comparativ cu alte tipuri de fabricare.

Procesul	Costul echipamentului de fabricare	Cost unitate	Opțiuni material	Complexitate proiectare	Volumul de producere
<i>Metalurgia pulberilor</i>	mediu	jos	înaltă	medie	înalt
<i>Prelucrări prin aşchiere</i>	n/e	înalt	înaltă	înaltă	jos
<i>Turnare prin injecție</i>	înalt	mediu	înaltă	înaltă	înalt
<i>Ștanțare</i>	înalt	jos	mediu	joasă	înalt
<i>Forjare</i>	înalt	mediu	mediu	joasă	high
<i>Turnare în nisip</i>	jos	mediu	joasă	medie	Jos-mediu
<i>Turnare în cochilie</i>	înalt	jos	joasă	înaltă	înalt

Procesul de fabricare a roților dințate presate din pulberi metalice are loc în trei faze. La prima fază se efectuează dozarea materialului pulverulent în spațiul dintre matrițe (fig. 1.43 *a*). La faza a doua are loc presarea materialului pulverulent prin mișcarea forțată a unei matrițe (presarea unidirecțională) sau prin mișcarea forțată a matrițelor din ambele direcții (presarea dublă) (fig. 1.43 *b*). La faza a treia are loc eliminarea semifabricatului și dozarea următoarei porții (fig. 1.43 *c*).

Pentru obținerea unor proprietăți tehnologice și mecanice corespunzătoare, un rol hotărâtor îl are presiunea de compactare aplicată, care determină compactitatea, respectiv porozitatea de presare. Cele mai importante proprietăți sunt:

- densitatea aparentă de presare  $\rho_p [g/cm^3]$  - este caracteristica cea mai importantă a unui semifabricat presat;
- uniformitatea densității în volumul semifabricatului format – aceasta depinde de calitatea suprafețelor granulelor de pulberi, de calitatea și cantitatea lubrifiantului folosit la presare, forma și dimensiunile semifabricatului presat, caracterul presării;



**Fig. 1.43.** Fazele presării piesei din pulberi metalici: *a*) dozarea materialului; *b*) presarea; *c*) eliminarea semifabricatului presat și dozarea noii porții.

- porozitatea totală, care se determină prin metoda hidrostatică, dar în acest caz trebuie să se facă o impregnare totală a corpului poros cu lichidul insolubil în apă;
- compactitatea corpului presat ce arată, în procente, cât din volumul ocupat aparent de corpul poros este efectiv umplut cutre material metalic;
- conductibilitatea electrică a semifabricatelor formate din pulberi metalice, care poate fi utilizată pentru caracterizarea compactării granulelor de pulberi care s-au format între acestea în timpul presării, prin măsurarea mărimii suprafețelor metalice de contact dintre granulele de pulberi;
- rezistența la compresiune și încovoiere: deși nu constituie un criteriu de rebutare a semifabricatului, valorile lor se determină în scopul stabilirii tehnologiei optime de fabricație. Orientativ, rezistența de rupere la tracțiune este de două ori mai mică decât rezistența la încovoiere și de zece ori mai mică decât cea la compresiune. O influență deosebit de mare asupra rezistenței semifabricatului o au mărimea granulelor pulberilor, plasticitatea și forma lor;
- duritatea semifabricatelor presate – aceasta crește aproape liniar cu presiunea de compactare. În volumul semifabricatului duritatea variază paralel cu densitatea neuniformă;
- stabilitatea formei semifabricatului după formare;
- revenirea elastică a semifabricatelor după scoaterea lor din matriță – această proprietate trebuie cunoscută pentru a proiecta corect matrițele de presare. Coeficientul de efect elastic întârziat diferă de la un material la altul, depinzând și de condițiile presării, respectiv, de densitatea realizată.

Amestecul de pulberi se poate compacta prin diferite metode de formare. Rezistența mecanică a comprimatului nesinterizat este foarte mică, insuficientă pentru a putea fi folosit în practică. Prin formare trebuie să se asigure: o stabilitate a formei, o rezistență a muchiiilor corespunzătoare care să permită manipularea sigură a semifabricatelor formate, până la încărcarea lor în cuptoarele de sinterizare.

Grație avantajului de bază pe care îl are tehnologia fabricării roților dințate prin sinterizare, procesele de presare și sinterizare sunt totalmente automatizate, fapt ce asigură o productivitate înaltă.

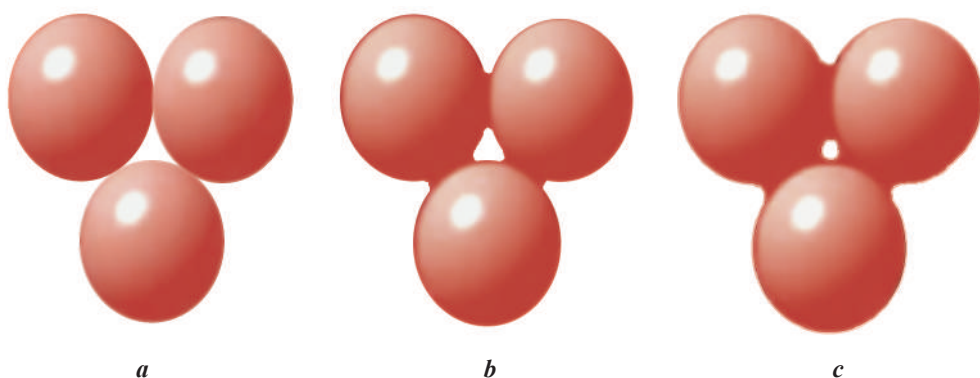
**Presarea unidirecțională cu acțiune simplă și cu dublă acțiune.** Pentru proiectarea corectă a formelor de presare a roților dințate din pulberi metalici, trebuie luate în calcul procesele care au loc în cavitatea de formare a piesei sub acțiunea presiunii. La deplasarea pulberii sub acțiunea presiunii exercitate de poanson, fiecare granulă are tendința de a evita această presiune, deplasându-se în direcția rezistenței minime. Ea se deplasează nu numai în direcția presării, ci și spre mijlocul matriței, astfel apare o scufundare a straturilor orizontale de pulberi de forma unui con aplatizat sau a unei calote.

Daca în sistem este introdus un lubrifiant, adânciturile suprafețelor se umplu cu acestea și se interpune între contactele metal pe metal. Într-o piesă presată unidirecțional cu simplă acțiune, cea mai mare densitate se află în zona periferică de sub poansonul de presare, iar cea mai mica – în zona periferică din apropierea zonei de închidere a matriței. Diferențele de densitate depind de înălțimea pulberii ce urmează a fi compactată, de calitatea suprafețelor matriței și a părților sculelor solicitate la frecare (miezurile pentru formarea orificiilor), de comportarea pulberii la curgere, mărirea frecării interioare, deformabilitatea pulberii. Sculele utilizate au o construcție simplă, de aceea poate fi folosit orice tip de presă hidraulică.

În cazul dublei acțiuni, presiunea acționează pe ambele poansoane, inferior și superior, ceea ce determină o descreștere a densității în direcția propagării presiunii numai în jumătate din înălțimea piesei presate, obținându-se distribuții aproximativ uniforme. În starea finală, în mijlocul piesei presate rămâne o zonă dependentă de înălțimea totală a piesei, cu densitatea mai mult sau mai puțin redusă față de densitatea totală a piesei. Această zonă se recunoaște printr-un aspect mai mat, deoarece granulele s-au deplasat mai puțin față de peretele matriței, datorită frecării lor pe acești pereți; se numește *zona neutră* și este întotdeauna în centrul piesei, fiindcă conul de presiune este simetric față de ambele poansoane.

De menționat că duritatea roților dințate obținute prin presare din pulberi metalice este foarte mică. Pentru a mări duritatea lor, piesele sunt sinterizate. În acest caz ele sunt încălzite până la o temperatură mai joasă decât punctul de topire al metalului, de regulă, în medii de gaze dirijate. În fig. 1.44 sunt prezentate fazele de realizare a sinterizării roților dințate.

**Presarea la cald (sinterizare).** Presarea la cald în matrițe, numită și *sinterizare sub presiune*, constă în încălzirea materialului în timpul presării până la temperatura de sinterizare. Ea se poate executa la temperaturi înalte și presiuni inferioare sau la temperaturi moderate și presiuni mari. În ambele variante produsele obținute



**Fig. 1.44.** Fazele procesului de sinterizare: a) faza inițială a granulelor; b) începutul procesului de umplere a spațiului dintre granule cu material parțial topit; c) finalizarea procesului de umplere a spațiului dintre granule cu material parțial topit.

au densități apropiate de cele teoretice, de exemplu: pentru cupru, la o temperatură de  $2500^{\circ}\text{C}$  și o presiune de  $15750 \text{ daN/cm}^2$  rezultă o densitate de  $8,37 \text{ g/cm}^3$ , deci compactarea este de  $99,3\%$ ; dacă temperatura se dublează, iar presiunea scade la  $4000 \text{ daN/cm}^2$ , rezultă densitatea de  $8,74 \text{ g/cm}^3$  și o compactare de  $97,9\%$ . Rezultate similare se obțin și în cazul alamei ( $65\% \text{ Cu} + 35\% \text{ Zn}$ ): astfel, la temperatura de  $3000^{\circ}\text{C}$  și presiunea  $9300 \text{ daN/cm}^2$  rezultă o compactare de  $96\%$ , iar la temperatura de  $5000^{\circ}\text{C}$  și presiunea de  $4000 \text{ daN/cm}^2$  – de  $98,6\%$ . Comparativ cu presarea la temperatura camerei, urmată de sinterizarea produselor, presiunea și temperatura de lucru sunt mai scăzute și asigură formarea de structuri cu grăunțe fine.

Parametrii care influențează procesul de prelucrare prin presare la cald a pulberilor metalice sunt: natura pulberii metalice, mărimea particulelor, presiunea de compactare, temperatura de sinterizare, durata și atmosfera presării la cald, materialele din care sunt executate poansonul și matrița. În comparație cu presarea la temperatura obișnuită, presarea la cald are următoarele avantaje:

- procesele de presare și sinterizare au loc simultan în același agregat;
- nu schimbă dimensiunile și forma produselor;
- coboară temperatura de sinterizare a produselor;
- se obțin produse cu porozitate redusă.

Există însă și dezavantaje, cum ar fi: timpul mare de presare și rezistența scăzută la temperaturi înalte a matrițelor și a poansonului, scoaterea și răcirea dificilă a pieselor, condițiile grele de lucru, productivitatea și posibilitățile de automatizare reduse.

**Lubrifierea angrenajelor cu roți fabricate prin sinterizare din pulberi metalice.** Un aspect important al funcționării angrenajelor cu roți sinterizate este lubrifierea flancurilor dinților. Deseori lubrifierea clasică în baie de ulei este dificilă sau imposibilă. În acest caz, în amestecul de pulberi metalice se adaugă lubrifianți solizi, aleși în funcție de condițiile de funcționare, de tipul pulberii etc. Pe lângă faptul că lubrifiază flancurile dinților microangrenajelor, lubrifianții sunt substanțe chimice utilizate în metalurgia pulberilor pentru a determina o distribuție uniformă a presiunii în timpul compactării pulberilor și pentru a ușura ejecția presatului din matriță. Ei sunt utilizați în proporție de  $0,2...1\%$  în greutate și determină următoarele efecte la presarea pulberilor metalice:

- creșterea ușoară a compresibilității pulberilor;
- reducerea presiunii de ejecție (extracție);
- eliminarea defectelor în comprimate (fisuri, densități neuniforme etc.);
- reducerea frecării dintre particulele pulberii, dintre poanson și matriță, dintre comprimat și pereții matriței la scoaterea presatului;
- reducerea uzurii sculelor;
- eliminarea gripării matrițelor.

Tipul lubrifiantului și cantitatea adăugată urmează a fi argumentate teoretic și experimental, deoarece afectează densitatea aparentă și viteza de curgere a pulberii și comportarea lubrifiantului la sinterizare. Lianții se adaugă în pulberile metalice în proporție de 1...5%, pentru a mări adeziunea dintre particulele de pulberi și prin aceasta – coeziunea comprimatului și pentru a elimina defectele fizice din materialul compact. Adăugarea lianților și lubrifiantilor în pulberile metalice se face sub formă de:

- pulbere, prin amestecarea uscată cu pulberea metalică;
- lichid, prin amestecare la temperatura camerei sau la temperaturi înalte cu pulberea metalică;
- soluții în apă sau solvenți organici, prin amestecare cu pulberile metalice, urmată de evaporarea solventului.

Efectele secundare care apar datorită utilizării lubrifiantilor și lianților sunt: carbonul rezidual afectează proprietățile fizice, mecanice și chimice ale pieselor sinterizate; oxizii influențează proprietățile tehnologice ale pieselor sinterizate; în zona de răcire a cuptorului, în timpul eliminării lubrifiantilor se formează reziduuri solide sau lichide.

Pentru fabricarea roților dințate ale minireductoarelor cu destinație generală se utilizează pulberi metalice slab aliate, obținute prin metode mecanice de pulverizare cu apă sau ulei prin metode chimice de reducere (prin recoacere de difuzie). Grație avantajelor pe care le posedă roțile dințate sinterizate, actualmente pe piața producătorilor activează firme recunoscute, printre care: *Powder Metallurgy Company*, *ASCO Sintering*, *ARC Metals Corp.* (SUA), *Hoeganaes Corporation Europe GmbH* (Germania, SUA, Belgia, Suedia), *Mitsubishi Materials PMG Corporation* (Japonia) – în total peste 100 de firme. Printre ele se evidențiază Compania americană *ASCO Sintering* care, cu o experiență în domeniu de peste 50 de ani, este lider în fabricarea pieselor cu configurații complicate din pulberi feroase și neferoase: oțeluri slab aliate, oțeluri aliate, cupru, bronz, fier magnetic moale etc. (fig. 1.45).



Fig. 1.45. Roți dințate fabricate din pulberi metalici.



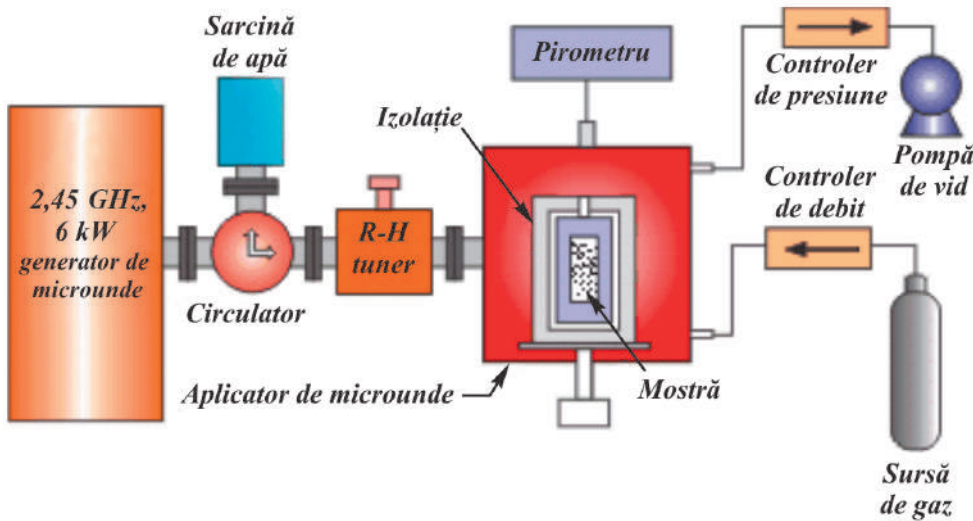


Fig. 1.46. Schema sistemului de sinterizare cu microunde în atmosferă de gaz.

**Fabricarea roților dințate prin microsinterizare din pulberi metalice.** Pentru producerea componentelor microsistemelor se utilizează pe larg și procesul de microfabricare prin sinterizare din pulberi metalice. Procesele de dozare a materialului și de presare sunt identice cu cele din metodele convenționale. În linii mari specificul microfabricării prin sinterizare constă în efectuarea procesului de sinterizare cu microunde, folosind microunde termice cu frecvența de 2.45 GHz și puterea de 1...6 kW [23].

În fig. 1.46 este prezentată schema sistemului de sinterizare cu microunde în atmosferă de gaz. Sistemul este echipat cu dispozitivele necesare pentru asigurarea atmosferei controlate de sinterizare ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $Ar$  ș.a.) și e capabil să atingă temperaturi până la  $1600^\circ C$ .

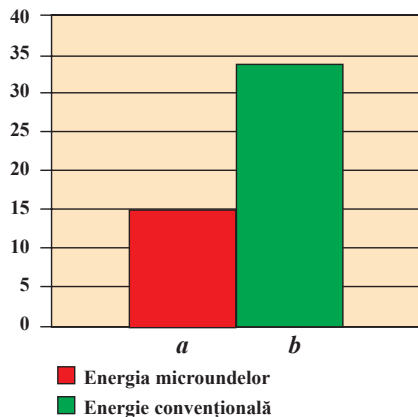
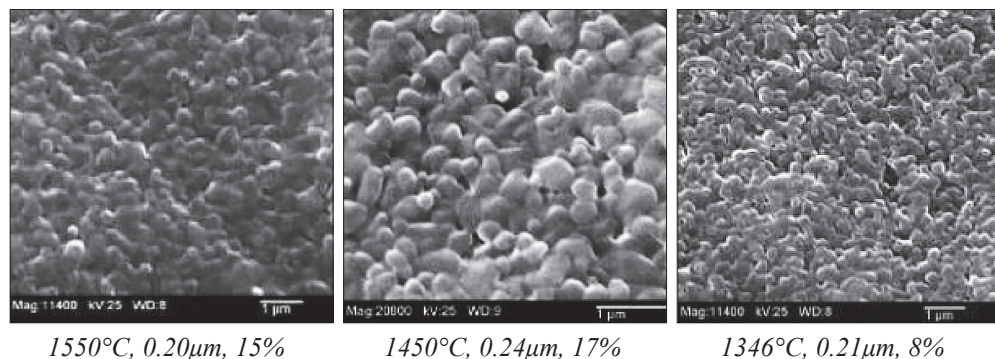


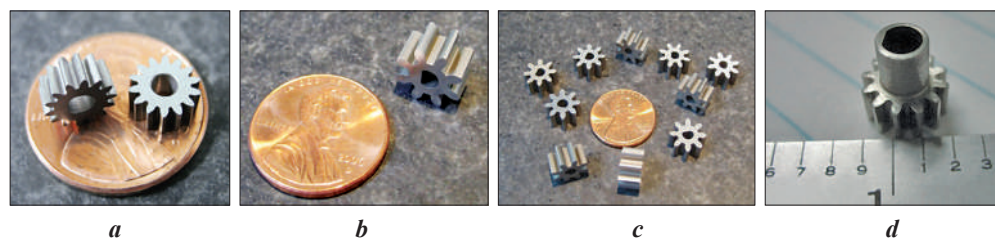
Fig. 1.47. Consumul comparativ de energie electrică în cazul sinterizării cu microunde (a) și cu energie convențională (b).

Sinterizarea cu microunde este un proces foarte eficient din punct de vedere al consumului de energie electrică. Consumul de energie în cazul sinterizării cu microunde este de mai mult de două ori mai mic decât în cazul sinterizării convenționale (fig. 1.47). Proprietățile mecanice, cum sunt modulul de rupere și duritatea superficială a roților dințate sinterizate cu microunde, sunt semnificativ mai înalte decât la exemplarele convenționale (în cazul compoziției comerciale de praf metalic  $Fe-Ni-C$  (FN208) modulul de rupere este cu 60% mai înalt. Se consideră



**Fig. 1.48.** Densitatea mostrei sinterizate la diferite temperaturi de încălzire.

că în acest caz este implicat un factor de formă la nivelul de sub un milimetru, iar efectele nontermice conduc la accelerația difuziei. Densitatea mostrelor sinterizate cu microunde este mai bună și este apropiată de cea teoretică. Densitatea poate fi dirijată prin dirijarea temperaturii de încălzire (v. fig. 1.48). Există mai mulți factori care contribuie semnificativ la încălzirea totală cu microunde a metalelor sub formă de praf. Mărimea eșantionului de roți dințate și forma lor, distribuția de energie cu microunde în interiorul cavitatii și câmpul magnetic al radiației electromagnetice sunt toate importante în sistemul de încălzire și sinterizare a pulberilor metalice. În fig. 1.49 *a, b, c, d* se prezintă mostre de microroți dințate sinterizate din pulberi metalice cu microunde. Se atestă o calitate înaltă a flancurilor dinților și a suprafețelor de bazare ale roților dințate.



**Fig. 1.49.** Mostre de microroți dințate sinterizate cu microunde.

### 1.3.3. Utilizarea tehnologiei LIGA în microfabricare

Etaple de bază ale procesului de microfabricare LIGA (litografie, galvanizare și turnare) sunt (fig. 1.50): expunerea (*a*); dezvoltarea (*b*), galvanizarea (*c*), striparea (*d*) și replicarea (*e*).

Există două tehnologii principale de LIGA în microfabricare:

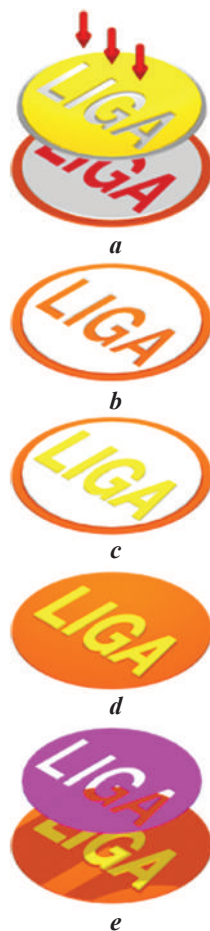
**1. X-Ray LIGA** – proces care utilizează raze X produse de un sincrotron, pentru a crea microstructuri cu raport înalt *înălțime-grosime*;

2. **UV LIGA** – o metodă mult mai accesibilă, care folosește lumina ultravioletă pentru a crea structuri cu raport înălțime–grosime relativ scăzut.

Caracteristicile notabile ale microstructurilor fabricate prin procesul *LIGA* cu raze *X* includ:

- raport înălțime–grosime de ordinul de  $100:1$ ;
- neperpendicularitatea pereților laterali în limitele  $\pm 3^\circ$ ;
- rugozitatea suprafețelor  $Ra = 10 \text{ nm}$ , potrivită pentru oglinzi optice;
- înălțimi structurale de la zeci de microni până la milimetri și mai mult.

**Tehnologia LIGA cu raze X** este un proces de fabricare în microtehnologii, care a fost dezvoltat la începutul anilor 80 ai sec. XX [24] de către o echipă sub conducerea lui Erwin Willy Becker și Ehrfeld Wolfgang de la *Institutul pentru Ingineria Proceselor Nucleare (IKVT)* de la *Centrul de Cercetare din Karlsruhe (Forschungszentrum Karlsruhe)*. *LIGA* a fost una dintre primele microtehnologii de fabricare a microstructurilor cu raport înalt înălțime–lățime cu o precizie de mai puțin de un micrometru. În acest proces, un polimer fotorezistiv sensibil la razele X, de obicei polimer, legat la un substrat conductor electric, este expus la iradiere cu raze X de energie înaltă de la o sursă de radiație sincrotron printr-o mască acoperită parțial cu material absorbant cu capacitate puternică de absorbție a razelor X. Îndepărtarea pe cale chimică a materialului fotorezistiv rezultă într-o structură tridimensională, care poate fi umplută prin electrodepunere cu produse metalice. Structura este curățată chimic și poate fi utilizată pentru fabricarea microstructurilor de ceramică sau din polimeri prin turnare prin injecție. Procesul *LIGA* cu raze X (fig. 1.51) este unica tehnologie de fabricare prin litografiere adâncă a microstructurilor cu precizie înaltă pentru fabricarea microcomponentelor din diferite materiale (metale, materiale plastice și ceramică). *Actualmente la Sandia National Laboratories (SUA)* prin intermediul procesului *LIGA* sunt produse o gamă largă de microsisteme din metale, aliaje și polimeri cu dimensiuni de la  $1...2 \mu\text{m}$  până la câțiva milimetri. Procesul *LIGA* a fost adaptat pentru a produce inserții de turnare prin injecție. Aceste inserții ar putea fi folosite pentru mii de forme de injecție de precizie din polimeri. Fiecare microformă conține o serie de microdispozitive care sunt umplute cu materiale ceramice pulbere sau metal. Utilizarea pe scară largă a acestui proces este însă condiționată de existența sincrotronului.

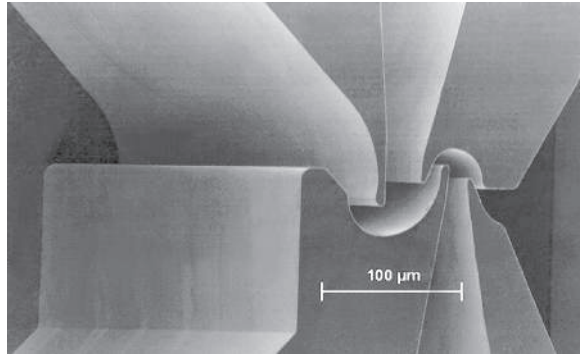


**Fig. 1.50.** Etapele de realizare a procesului de microfabricare *LIGA*.

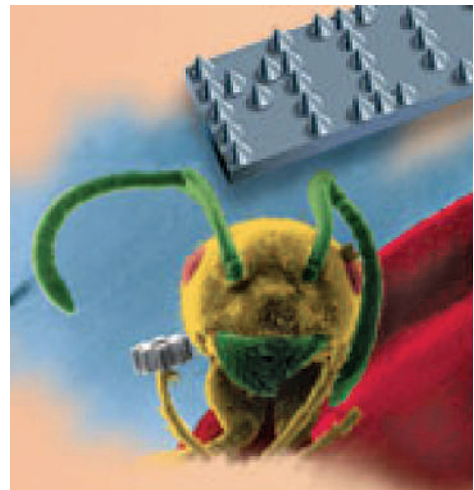
**Tehnologia LIGA UV** utilizează o sursă de lumină ultravioletă ieftină (de ex., o lampă cu mercur) pentru a expune un polimer fotorezistiv, de obicei, *SU-8* (un polimer vâscos care poate fi filat sau repartizat cu o grosime de la  $0,1\text{ mm}$  până la  $2\text{ mm}$  prin metode standarde de litografie). Aceste simplificări fac din procesul *LIGA UV* unul mult mai ieftin și mai accesibil decât omologul său cu raze X. Cu toate acestea, *LIGA UV* nu este la fel de eficace la producerea de matrițe de precizie. El este folosit atunci când costurile trebuie să fie reduse, iar raportul înălțime–grosime nu este mare.

Un domeniu de activitate al Centrului de Cercetare din Karlsruhe este producerea microangrenajelor, dispunând de tehnologii și utilaje performante pentru producerea microroților dințate (fig. 1.52). Materialele utilizate în fabricarea acestora includ rășini epoxidice, fenol și polimeri. Tehnologiile de fabricare se bazează pe plasarea microstructurilor din plastic direct pe structurile microsistemelor. Prin abordarea integrată a tehnicilor și tehnologiilor microelectronicii bazate pe siliciu cu cele ale micromecanicii bazate pe ceramică, metale sau polimeri sunt evitate dezavantajele sistemelor hibride, iar costurile de producere a lor se reduc substanțial.

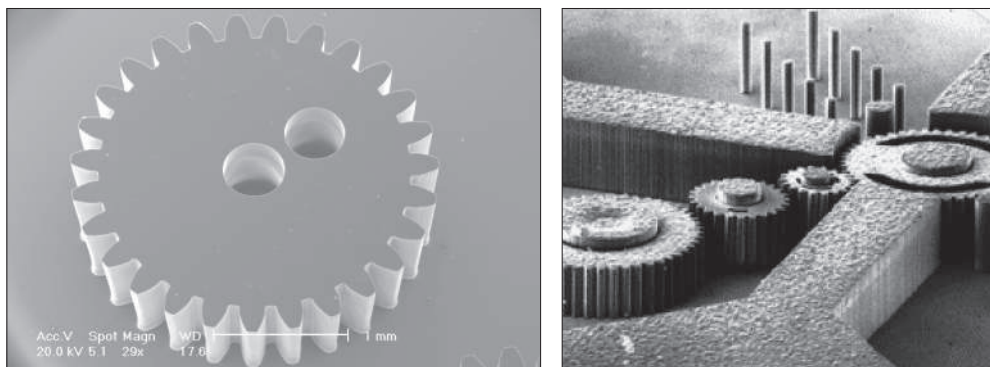
Spre deosebire de circuitele integrate, care sunt micro sisteme planare și sunt fabricate prin tehnologii specifice acestei categorii, roțile dințate în mare parte prezintă microstructuri mecanice tridimensionale, fapt ce a necesitat adaptarea tehnologiei *LIGA* pentru producerea lor. Astfel, a fost elaborată tehnologia de microfabricare prin fotolitografie cu raze X a roților dințate. În fig. 1.53 *a* este prezentată o mostră de roată dințată cu dimensiuni mici, fabricată cu utilizarea procesului *LIGA* cu raze X [25]. Un micromotor magnetic și un tren de microroți dințate fabricate prin procesul *LIGA* la Universitatea *Wisconsin* sunt prezentate în fig. 1.53 *b*. Rotorul are diametrul de  $150\text{ }\mu\text{m}$  și dezvoltă turații de  $50000\text{ min}^{-1}$ .



**Fig. 1.51.** Duză pentru îmbogățirea uraniului fabricată prin tehnologia LIGA cu raze X.



**Fig. 1.52.** Logotipul Institutului de Microstructuri (Karlsruhe, Germania).



a

**Fig. 1.53.** Microroți dințate fabricate prin tehnologia LIGA cu raze X.

În baza acestei tehnologii și a elaborării Institutului de Microtehnologie din Mainz, Germania în anul 2001 Compania *Micromotion GmbH* a produs o microtransmisie armonică cu diametrul de  $8\text{ mm}$  și grosimea de  $1\text{ mm}$ , care realiza o precizie extrem de înaltă. „*Noua unealtă este, prin urmare, ideală pentru aplicațiile de precizie, într-o gamă largă de aplicații medicale*”, constată specialistul Rolf Slatter, referindu-se la instrumentele pentru microchirurgie, micropompe etc.

Fabricarea microsistemelor este încă deosebit de costisitoare. De exemplu, microreductorul planetar în trei trepte din fig. 1.26, destinat unui microsistem cu destinație medicală, a costat  $200000$  dolari SUA. În concluzie se poate afirma cu certitudine că dezvoltarea microtehnologiilor moderne va reduce simțitor costul microsistemelor care își găsesc noi și noi utilizări.

#### 1.4. Dezvoltarea transmisiilor planetare precesionale cinematice

Transmisiile mecanice, destinate pentru reducerea (multiplicarea) mișcării și pentru transmiterea unor sarcini mici, în literatura de specialitate se numesc *transmisiile de putere joasă, minitransmisiile sau transmisiile cinematice*. Analiza cerințelor înaintate transmisiilor mecanice cinematice arată că transmisiile planetare precesionale cinematice (TPPC), prin particularitățile lor constructiv-cinematice unice, au posibilități largi de utilizare în mecanismele de acționare ale mini- și microsistemelor. După structura lor cinematică, transmisiile planetare precesionale se împart în două clase:  $K-H-V$  și  $2K-H$ . În perioada 1980-1990 [26] au fost elaborate peste 30 de structuri cinematice de transmisiile planetare precesionale. În continuare vor fi prezentate cele mai caracteristice scheme structurale, în baza cărora autorii consideră oportună dezvoltarea transmisiilor planetare precesionale cinematice pentru diverse domenii de aplicație.

### 1.4.1. Transmisii planetare precesionale cinematice K-H-V

Schema cinematică a transmisiei precesionale K-H-V din fig. 1.54 a [6, 26] include patru elemente de bază: portsatelitul H, roata-satelit g, roata centrală b și batiul. Roata-satelit g și cea centrală b se află în angrenare, iar prelungirile generatoarelor dinților lor se intersectează într-un punct, numit *centru de precesie*. Roata-satelit g este amplasată pe portsatelitul H, în forma unei manivele înclinată a cărei axă formează cu axa roții centrale un oarecare unghi. Manivela înclinată H, rotindu-se, transmite roții – satelit o mișcare sfero-spațială în raport cu articulația sferică instalată în centrul de precesie. Cinematica și principiul de transformare și transmitere a mișcării și a sarcinii este descris în detalii în [27].

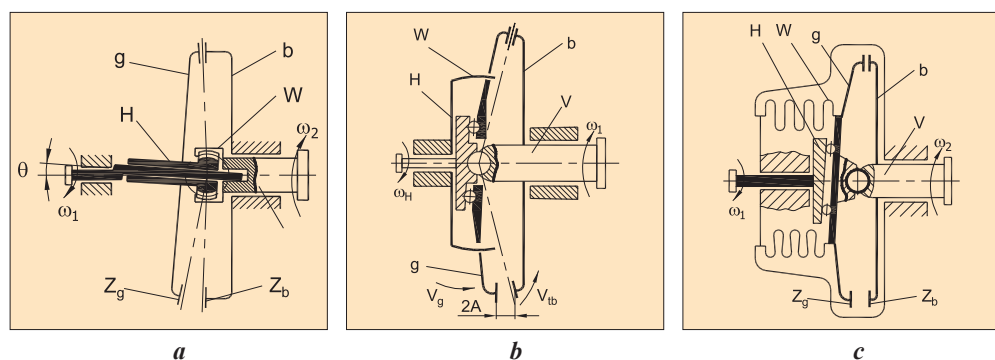


Fig. 1.54. Scheme cinematice ale transmisiei precesionale K-H-V.

Transmisiiile precesionale cinematice K-H-V se împart în două tipuri de bază:

- cu roată centrală fixată cu carcasa;
- cu roată-satelit fixată cu carcasa.

Schema transmisiei precesionale cinematice, în care roata centrală b este fixată de carcasă (batiu), iar roata-satelit g – de arborele condus V, este prezentată în fig. 1.54 b. Raportul de transmitere mediu al acestor transmisii se determină din relația:

$$i_{HV}^b = -\frac{z_g}{z_b - z_g}, \quad (1.4)$$

în care  $z_g$  este numărul de dinți ai roții satelit;  $z_b$  - numărul de dinți ai roții centrale.

Coraportul dintre numerele de dinți ai roților-satelit și, respectiv, centrală este  $z_g = z_b \pm I$ . Atunci  $i_{HV}^b = -z_g$  pentru  $z_b = z_g + I$ ;  $i_{HV}^b = z_g$  pentru  $z_b = z_g - I$ .

Schema transmisiei precesionale cinematice, în care roata - satelit g este legată printr-un mecanism de legătură cu carcasa (batiul), iar roata centrală b este legată rigid cu arborele condus V, este prezentată în fig. 1.54 c,d. Raportul de transmitere mediu al acestor transmisii se determină din relația:

$$i_{HV}^b = -\frac{z_b}{z_g - z_b}. \quad (1.5)$$

Unul dintre avantajele de bază ale TPPC, care nu este caracteristic transmisiilor clasice și planetare ordinare, este posibilitatea transmiterii mișcării și a sarcinii în spații etanșe, destinate pentru acționarea diferitelor sisteme cosmice, nucleare, a mecanismelor din industria chimică etc. Un element indispensabil al transmisiilor precesionale  $K-H-V$  este mecanismul  $W$  de legătură a roții-satelit cu arborele condus  $V$  (fig. 1.54 *a*) sau cu carcasa (batiul) (fig. 1.54 *b, c*).

#### 1.4.2. Transmisii planetare precesionale cinematice $2K-H$

Transmisiile precesionale cinematice elaborate în bază schemei cinematice  $2K-H$  (fig. 1.55 [6, 26]) au avantaje constructive și funcționale deosebite. Transmisiile precesionale  $2K-H$  includ roata-satelit  $g$ , cu două coroane dințate  $z_{g1}$  și  $z_{g2}$ , care se află în angrenare cu roțile centrale imobilă  $b$  și mobilă  $a$ , legată cu arborele condus  $V$ . Raportul de transmitere se determină prin relația:

$$i = -\frac{z_{g1} z_a}{z_b z_{g2} - z_{g1} z_a}, \quad (1.6)$$

unde  $z_{g1}$ ,  $z_{g2}$  sunt numerele de dinți ai coroanelor danturate ale roții-satelit;  $z_a$ ,  $z_b$  – numerele de dinți ai roților centrale  $a$  și  $b$ .

Analiza relației (1.6) arată că transmisiile precesionale  $2K-H$  asigură realizarea unui interval larg al rapoartelor de transmitere. Efectul cinematic maxim se atinge pentru relațiile de dinți:

$$z_b = z_{g2}; z_{g1} = z_{g2} + I; z_a = z_{g2} - I;$$

$$i_{HV \max}^b = z_{g1}^2 \text{ pentru } z_a = z_{g1}, z_{g2} = z_{g1} + I, z_b = z_{g1} - I.$$

Angrenajele descrise asigură obținerea efectului cinematic maximal și la alte rapoarte ale numerelor dinților, de exemplu:

$$i_{\max} = z_{g1}^2 \text{ pentru } z_a = z_{g1}, z_{g2} = z_{g1} - I, z_b = z_{g1} + I,$$

$$i_{\max} = z_{g2}^2 - I \text{ pentru } z_b = z_{g2}, z_{g1} = z_{g2} - I, z_a = z_{g2} + I. \quad (1.7)$$

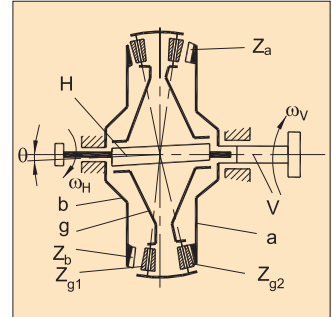
La proiectarea transmisiilor precesionale  $2K-H$  apare problema selectării optime a numărului dinților roților, care asigură obținerea raportului de transmitere respectiv. În scopul facilitării selectării numărului rațional al dinților după relația (1.5), au fost determinate cu ajutorul calculatorului variante posibile de alegere a lor pentru intervalul rapoartelor de transmitere  $i = -13...2401$  [26]. Calculele au fost efectuate pentru transmisiile planetare precesionale de putere, în care numărul maxim de role

conice este limitat de posibilitatea amplasării lor pe perimetrul coroanei danturate, pentru coraportul numerelor dinților:

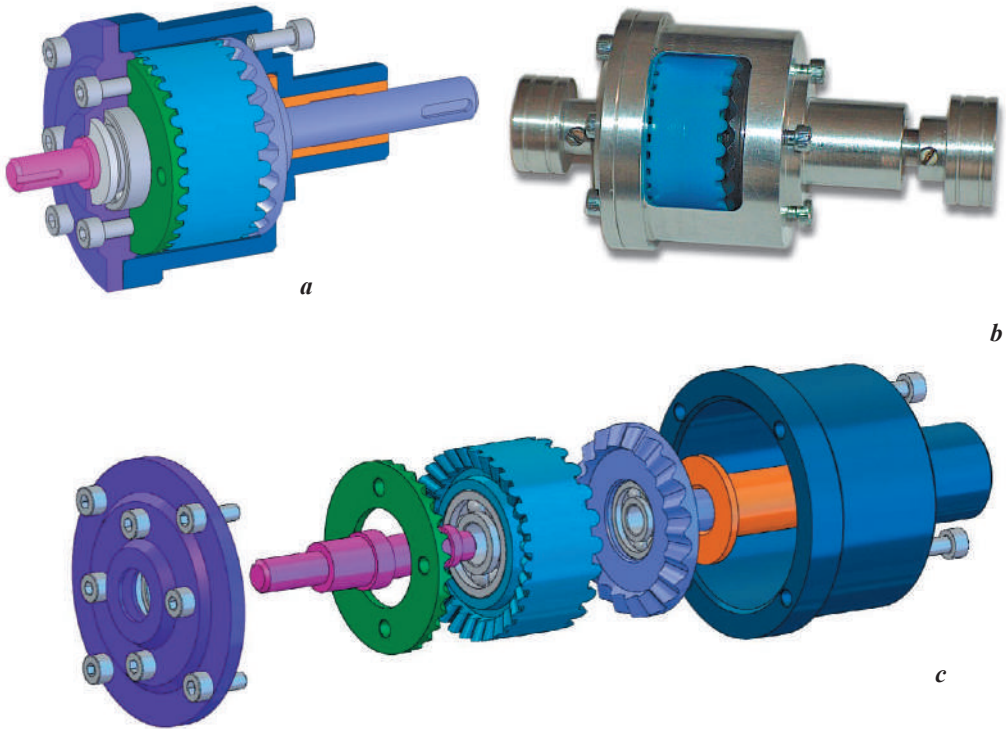
$$z_{g_1} = z_b + 1; z_{g_2} = z_a + 1; z_{g_1} = z_{g_2} \pm 1, 2, 3, \dots$$

În cazul transmisiilor planetare precesionale cinematice, rapoartele de transmitere ating numărul de cca  $i = 5000$  într-o singură treaptă. În fig. 1.56 *a* este prezentat modelul 3D al reductorului precesional cinematic cu raportul de transmitere  $i = -144$ , elaborat în softul *SolidWorks*, și prototipul experimental, elaborate în baza schemei structurale  $2K-H$  (v. fig. 1.55).

Este necesară precizarea unei serii de particularități ale transmisiilor precesionale  $2K-H$ , care le conferă performanțe net superioare comparativ cu transmisiile planetare similare cu roți dințate cilindrice:



**Fig. 1.55.** Schema cinematică a transmisiei precesionale  $2K-H$  [29].

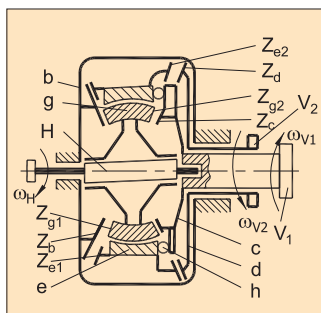


**Fig.1. 56.** Modelele 3D (*a*), experimental (*b*) și în formă desfășurată (*c*) ale reductorului planetar precesional cinematic  $2K-H$  [29].



- transmisiile precesionale nu necesită respectarea condițiilor egalității distanței dintre axe, fapt ce lărgeste domeniul proiectării lor optime;
- cinematica transmisiilor precesionale nu limitează alegerea modulelor dinților cuplului de roți dințate sau a pasului dinților, fapt ce lărgeste posibilitățile formării cuplului numerelor de dinți și a intervalului rapoartelor de transmitere;
- particularitățile angrenajelor precesionale, spre deosebire de cele tradiționale evolventice, cicloidale, melcate, lărgesc simțitor posibilitățile cinematice și performanțele transmisiilor precesionale.

### 1.4.3. Transmisii planetare precesionale cinematice complexe



**Fig. 1.57.** Schemă cinematică a transmisiei precesionale complexe.

Pentru unele domenii specifice, în care sunt necesare rapoarte de transmitere foarte mari, a fost elaborată o schemă structurală complexă, care reprezintă transmisia planetară precesională  $2K-H$ . Ea asigură obținerea unui efect cinematic maxim la gabarite și mase reduse (fig. 1.57) [6, 26]. În acest scop, satelitul  $g$  este instalat pe o manivelă înclinată  $H$ , iar satelitul  $e$  – pe suprafața sferică exterioară a primului satelit. Ambii sateliți sunt prevăzuți cu câte două coroane danturate, care angrenează concomitent cu roata fixă  $b$  și cu roțile mobile  $c$  și  $d$ . Portsatelitul  $H$ , rotindu-se, transmite satelitelui  $g$  mișcarea sfero-spațială, iar roțile centrale  $c$  și arborelui condus  $V_1$  – mișcare de rotație redusă. Mișcarea de rotație a roții  $c$  se transformă în mișcare de precesie a satelitelui  $e$  prin intermediul corpurilor de rulare, instalate între partea frontală înclinată a roții  $c$  și partea frontală a satelitelui  $e$ . Coroanele de dinți ale satelitelui  $e$  angrenează cu dinții roților imobilă  $b$  și mobilă  $d$ , comunicând ultimei și arborelui  $V_2$  mișcare de rotație cu gradul de reducere:

$$i = \frac{z_{g1} z_c z_{e1} z_d}{z_b z_{g2} (z_b z_{e2} - z_{e1} z_d) - z_{g1} z_c (z_b z_{e2} - z_{e1} z_d)}. \quad (1.8)$$

Această transmisie cu numerele de dinți, de exemplu,  $z_b = 59$ ,  $z_{e2} = z_{g2} = 61$ ,  $z_{e1} = z_d = z_{g1} = z_c = 60$ , permite obținerea raportului de transmitere  $i = 12960000$ .

### 1.4.4. Variatoare planetare precesionale cinematice

Diverse sisteme din mecanica fină și microsisteme necesită viteze variabile ale organelor de lucru. Deoarece în acest caz sarcinile de lucru, de regulă, sunt mici, prezintă interes deosebit variatoarele planetare precesionale cinematice. În

fig. 1.58 este prezentată schemă structurală a unui variator precesional cu roți de fricțiune [31]. Suprafețele interioare ale corpului  $a$  și arborelui condus  $b$  sunt sferice și coaxiale. Suprafețele elementelor de fricțiune  $g_1$  și  $g_2$  ale satelitului, care vin în contact cu suprafețele sferice respective ale carcasei și arborelui condus, descriu, de asemenea, o sferă și sunt asamblate cu compensare axială. Satelitul

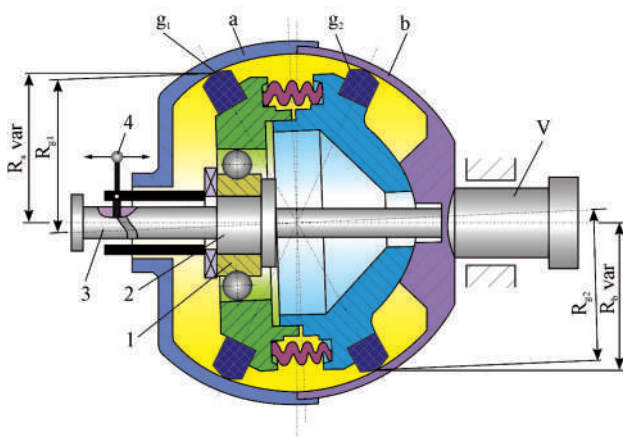


Fig. 1.58. Variator planetar precesional cinematic cu roți de fricțiune.

g dintr-o parte, având butucul cu suprafața exterioară sferică, este instalat pe suprafața corespunzătoare a elementului condus, fiind antrenat din partea opusă de port-satelitul reglabil  $H$ . Ultimul este executat în forma unei bușe excentrice  $I$ , montate pe porțiunea excentrică  $2$  a arborelui conducător  $3$ . Prin deplasarea manivelei  $4$  se efectuează deplasarea unghiulară a bușei  $I$  în raport cu excentricul  $2$ , reglând astfel mărimea excentricității totale a portsatelitului  $H$ . Variația excentricității totale a portsatelitului  $H$  asigură variația razelor  $R_{g_1'}$ ,  $R_a$  și  $R_{g_2'}$ ,  $R_b$  ale căilor de rulare și, deci a raportului de transmitere conform expresiei:

$$i = - \frac{R_{g_1'} R_b}{R_a R_{g_2'} - R_{g_1'} R_b}.$$

Deoarece diferența razelor căilor de rulare ( $R_{g_1'} - R_a$ ) și ( $R_{g_2'} - R_b$ ) poate fi foarte mică (egală cu zero în cazul excentricității totale  $I_y = 0$ ), este posibilă realizarea unor rapoarte de transmitere foarte mari ( $0 \dots 10000$ ). Pentru reducerea alunecărilor de contact și a patinărilor, elementele de fricțiune  $g_1$  și  $g_2$  sunt executate cu compensare axială (prin arcuri).

#### 1.4.5. Avantajele transmisiilor planetare precesionale cinematice

Miniaturizarea sistemelor mecanice este un imperativ al timpului, este o necesitate stringentă în plan ingineresc. În acest sens se evidențiază următoarele particularități ale transmisiilor mecanice cinematice:

- sistemele mici tind să se miște sau să se oprească mai rapid datorită inerției mecanice reduse;
- sistemele miniaturizate se caracterizează prin vibrații mecanice mai mici datorită maselor reduse și flexibilității elementelor;

- dispozitivele miniaturizate sunt, în particular, potrivite pentru aplicații aero-spțiale și în biomedicină datorită masei și dimensiunilor mici;
- sistemele mici au stabilitate dimensională înaltă la acțiunea din exterior a temperaturilor înalte, datorită expansiunii termice joase;
- dimensiunile mici ale sistemelor înseamnă cerințe reduse de spațiu, fapt ce permite asamblarea mai multor componente funcționale într-un spațiu limitat;
- consumul redus de material asigură costuri mici de producție și transportare;
- este posibilă producerea în masă prin metode înalt productive.

Particularitățile constructive și funcționale ale transmisiilor planetare precesionale cinematice le asigură acestora o serie de avantaje care răspund în mare măsură cerințelor înaintate către mini- și microsisteme.

▪ **Gamă largă de rapoarte de transmitere** cu asigurarea reducerii mișcării de rotație de la  $i = \pm 10$  până la  $i = \pm 60$  în transmisiile planetare precesionale  $K-H-V$ ; de la  $i = \pm 10$  până la  $i = \pm 5000$  în transmisiile precesionale  $2K-H$  într-o singură treaptă; de la  $i = \pm 100$  până la  $i = \pm 25000000$  în transmisiile precesionale  $2K-H$  cu structuri cinematice complexe; de la  $i = \pm 0$  până la  $i = \pm 10000$  cu variere continuă în variatoarele planetare precesionale cinematice cu fricțiune. Acest avantaj este important pentru TPPC, în special, pentru mini- și micromecanismele de acționare cu destinație specială etc. Pentru comparație, menționăm că din punct de vedere al posibilităților de reducere a mișcării de rotație printre transmisiile mecanice existente TPPC sunt urmate de transmisiile armonice, care pot realiza rapoarte de reducere a mișcării de rotație de la  $\pm 79$  până la  $\pm 350$  într-o singură treaptă (v. fig. 1.59).

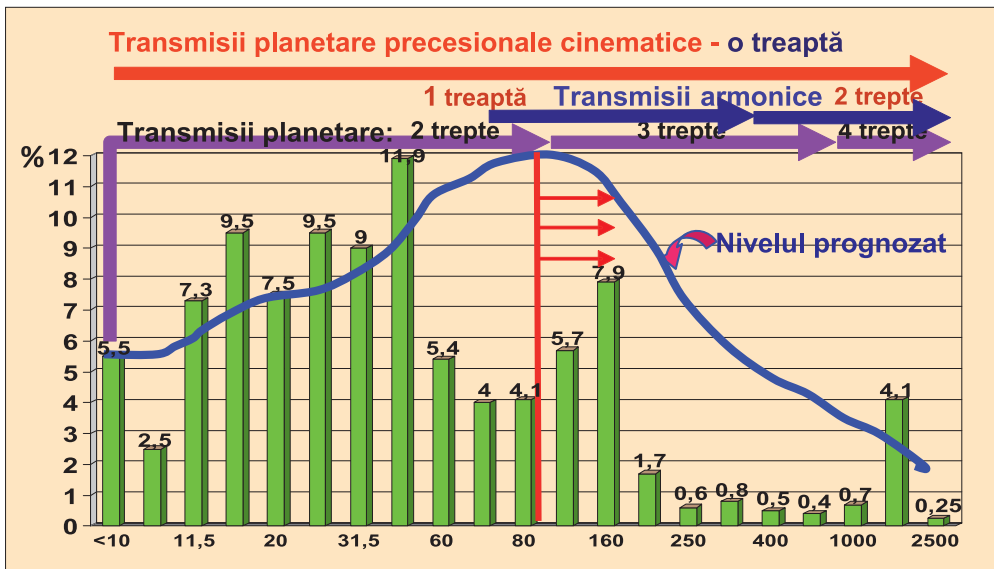


Fig. 1.59. Histograma realizării rapoartelor de transmitere de către transmisiile mecanice.

▪ **Simplitate constructivă** – schema structurală  $2K-H$  include doar 4 elemente de bază, avantaj ce asigură reducerea esențială a prețului de cost, în special, în cazul realizării unor rapoarte de transmitere mari.

▪ **Multiplicitate absolută a angrenării dinților** ( $\varepsilon = 100\%$ ), din care rezultă precizie cinematică înaltă ( $\varphi = 30\div 40$  sec. unghiulare), emisie de zgomot și vibrații reduse – avantaj important pentru unele domenii de aplicare cum ar fi: tehnica cosmică de zbor, roboți, manipolatoare, industria de automobile, utilaj tehnologic, tehnica cu destinație specială etc.

▪ **Capacitate portantă înaltă** asigurată de angrenajul precesional multipar, din care derivă masa și dimensiunile de gabarit reduse, compactitate, consum redus de materiale.

▪ **Asigură posibilitatea de a transmite mișcarea de rotație prin perete** (diafragme) (doar TPPC de tipul  $K-H-V$ ) – avantaj deosebit de important pentru tehnica cosmică de zbor, industria chimică și cea nucleară, care necesită separarea absolută a spațiilor (avantaj propriu inclusiv transmisiilor armonice);

▪ **Funcționează în regim** de reductor, multiplicator și diferențial.

▪ Angrenajele  $2K-H$  în una și în două trepte **asigură autofrânare** și rotirea arborilor conducători și condus în sens unic sau diferit.

▪ **Randament** mecanic relativ ridicat.

▪ **Eliminarea completă a luftului**, asigurând o oarecare prestrângere în angrenaj și rulmenți–avantaj important pentru sistemele electromecanice cu restricții rigide privind precizia de poziționare a organelor de lucru.

▪ **Rigiditate torsională înaltă**, asigurată de lipsa elementelor flexibile – avantaj important pentru sistemele electromecanice cu restricții rigide privind precizia de poziționare.

▪ **Fiabilitate înaltă** datorată numărului redus de elemente componente și lipsei elementelor flexibile;

▪ **Moment de inerție** redus, datorită specificului mișcării sfero-spațiale a satelitelor care asigură oprirea instantanee a acestuia.

▪ **Masă redusă**, fapt ce asigură stabilitate inerțială înaltă la viteze și accelerații înalte ale componentelor mobile.

▪ **Amplasarea coaxială a arborilor** conducători și condus asigură posibilitatea executării lor cu cavități – avantaj care poate fi utilizat în construcții speciale pentru „alimentarea” cu aer sau vid, pentru a permite trecerea razelor X, laser, fluxului de electroni sau ca un culoar pentru conductoare de fibră optică.

Aceste avantaje esențiale extind aria aplicațiilor posibile ale TPPC și ale mecanismelor de acționare elaborate în baza lor.

## 1.5. Identificarea domeniilor de utilizare a transmisiilor planetare precesionale cinematice

În marea lor majoritate acționările mini- și microsistemelor includ motoare electrice și transmisii mecanice. Turația înaltă a micromotoarelor electrice, folosite ca elemente de acționare a microsistemelor (până la  $100000 \text{ min}^{-1}$ ), necesită transmisii mecanice cu raport de transmitere mare. Posedând posibilități cinematice largi realizate în construcții simple, masă și gabarite reduse datorită angrenării multiple, precizie cinematică înaltă, transmisiile planetare precesionale cinematice își pot găsi aplicații largi în diverse domenii ale tehnicii moderne: automobile, aparate cosmice, avionică, roboți, mecanica fină, mașini de măsurat, echipament medical, optică, biotehnologii, comunicații cu fibre optice, fabricarea semiconductoarelor, tehnologii laser ș.a. (v.fig. 1.60).

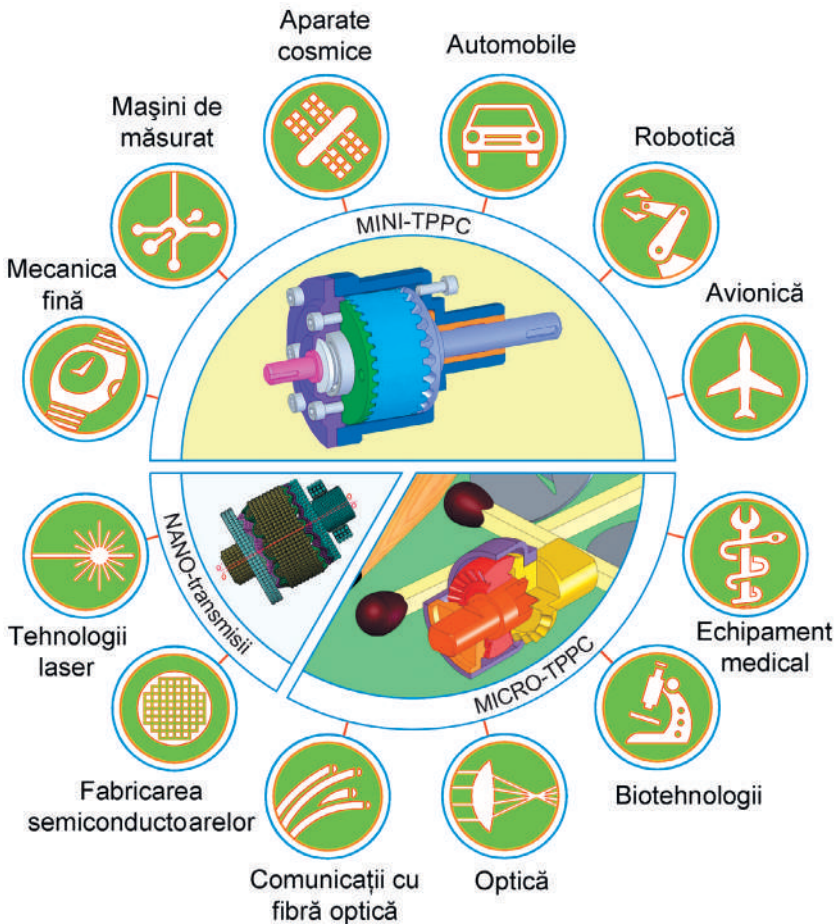


Fig. 1.60. Domenii posibile de aplicare a transmisiilor planetare precesionale.

Extinderea ariei de utilizare a TPPC de dimensiuni mici sau în micronanosisteme este limitată de posibilitățile tehnologiilor existente de fabricare a danturilor angrenajelor precesionale cu particularități specifice. Anume prin acest impediment tehnologic se explică starea actuală a elaborărilor și aplicațiilor TPPC, limitate doar la nivel de minireductoare.

Autorii prezintă în acest volum bazele teoretice și principiile generării danturilor, unele elaborări de tehnologii de execuție a roților dințate cu profil nestandard al dinților (convex-concav, în arc de cerc și cicloidal) de dimensiuni mici și elaborări concrete referitoare la mini-TPPC, orientate spre implementare în astfel de domenii ca robotica, utilajul tehnologic, tehnica cosmică de zbor, industria de automobile etc.

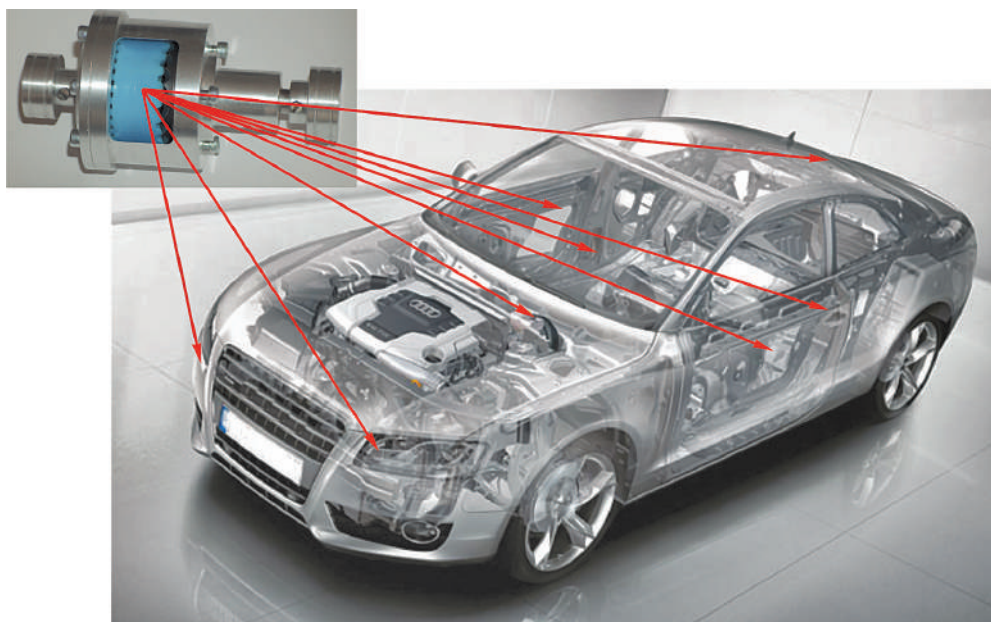
În scopul extinderii utilizării TPPC la nivel de mini- și micro sisteme, autorii prezintă concepte și elaborări de principiu pentru adaptarea tehnologiilor neconvenționale la generarea danturilor angrenajelor precesionale prin laser, electroeroziune cu electrod filiform și flux de electroni, care sunt protejate cu brevete și certificate de autor, precum și elaborări de tehnologii bazate pe cele clasice pentru fabricarea roților angrenajelor precesionale prin turnare din mase plastice și presare prin sinterezare din pulberi metalice.

Aceste elaborări, în viziunea autorilor, vor contribui la extinderea ariei de utilizare a TPPC la nivel de mini- și micro sisteme, domenii la ora actuală extrem de importante, spre exemplu, la elaborarea echipamentului medical, a microroboților, microstructurilor etc.

Pornind de la destinația *Antologiei Invențiilor*, adresate, inclusiv, tinerilor cercetători și studenților pasionați de invenție, în acest volum sunt prezentate unele sugestii ale cercetătorilor din SUA, Marea Britanie, Italia [13, 14, 16], care astăzi sunt considerate din domeniul fantasticului, referitoare la elaborarea în viitor a transmisiilor moleculare bazate pe principii mecanice de transformare a mișcării.

### ***1.5.1. Perspective de utilizare a TPPC în industria de automobile***

Automobilele sunt echipate cu sisteme de control și siguranță din ce în ce mai complicate. De exemplu, *BMW-ul 750* conține 73 de motoare electrice cu transmisii mecanice, 50 de relee, 1567 de conectori-papuc și 25 de sisteme de control. Deoarece mărimea medie a automobilului este restricționată, din ce în ce mai multe funcții trebuie să fie realizate prin mini- și micro sisteme integrate în același spațiu (fig. 1.61). Actualmente aproximativ 10% din greutatea automobilului și 15% din costul lui sunt determinate de componentele electrice și electronice. Aceasta înseamnă că dispozitivele electronice trebuie să fie în continuare miniaturizate și că eventual va fi folosită tehnologia mini- și micro sistemelor.



**Fig. 1.61.** Posibilități de utilizare a transmisiilor planetare precesionale cinematice în autoturisme.

Astfel utilizarea TPPC în mecanismele de acționare cinematice din componența automobilelor poate fi argumentată prin satisfacerea următoarelor cerințe rigide:

- fiabilitate și eficiență mecanică ridicate;
- cost redus asigurat de posibilitatea producerii angrenajelor prin metode înalt productive și asigurarea asamblării robotizate;
- compatibilitate constructivă a TPPC cu mecanismele de acționare;
- dimensiuni de gabarit și mase reduse;
- nivel de vibrație și zgomot scăzute;
- gamă largă a rapoartelor de transmitere.

Autorii propun, în acest sens, o serie de elaborări conceptuale și constructive protejate cu 4 brevete de invenție, care respectă în linii mari cerințele formulate.

### ***1.5.2. Perspective de utilizare a TPPC în industria de mini-și microroboți***

Roboții sunt din ce în ce mai mult considerați „oamenii” harnici, neobosiți și ascultători ai viitorului. Roboții înlocuiesc deja diverse operații cu impact negativ asupra sănătății și stării psihologice a omului cu activități de rutină în industria construcției de mașini și de mecanică fină, în industria chimică etc.: operații de asam-

blare, de sudare, de vopsire, de transport a pieselor etc. Roboții viitorului solicită dezvoltarea unor mecanisme de acționare noi, cu dimensiuni mici, ușor de construit mecanic și cu fiabilitate ridicată. Este vorba de mici motoare, pompe, valve, clește, întrerupătoare, releu ș.a. care, în mod obișnuit, sunt produși micromecanici.

Mini- și microroboții sunt sisteme foarte complexe, care folosesc diferite tipuri de mini- și micromecanisme de acționare. Deși mâna omului este un instrument foarte flexibil și posedă o dexteritate aproape neîntrecută, ea are limitări atunci când lucrează în lumea micro. De exemplu, manipularea celulelor biologice și asamblarea microsystemelor, în lipsa ajutoarelor potrivite, creează probleme mari. Microroboții au un potențial ridicat pentru aplicații în microsysteme. Există diverse aplicații ale microroboticii: tehnologiile medicale; tehnologiile mediului; ingineria automatizării; microasamblarea; ingineria de fabricație; metrologia; bioingineria etc. Micropompele și microvalvele folosite pentru tratarea la nivel microscopic pot fi folosite în medicină, unde sunt necesare sisteme implantate, de mare acuratețe, pentru dozarea medicamentelor, sau pentru analiza chimică și biotehnologică, unde volume exacte de lichid trebuie să fie transportate și analizate.

Astfel de aplicații vor revoluționa tehnologiile clasice și sunt foarte importante pentru industrializarea tehnologiilor microsystemelor. Aplicațiile posibile ale micromanipulatoarelor includ testarea conexiunilor de circuite integrate, inspectarea suprafețelor hard-disk-urilor și ale discurilor optice, repararea circuitelor imprimate și microchirurgia, manipularea pieselor cercetate cu microscopie electronice etc.

Un robot industrial clasic include un număr mare de mecanisme de acționare amplasate în articulațiile robotului, pentru asigurarea unui grad de mobilitate și manevrabilitate cât mai mare; în dispozitivele de apucare și deplasare a pieselor pe coordonate precise ș.a. (fig. 1.62 *b, d, f* [33, 34, 35]). Posedând o serie de avantaje constructive și funcționale comparativ cu alte tipuri de transmisii, transmisiile planetare precesionale pot găsi utilizare largă în mecanismele de acționare ale roboților. În acest sens, autorii propun o serie de soluții constructive protejate cu cca 20 de brevete de invenție, care se referă la: scheme conceptuale de roboți, mecanisme de acționare pentru diverse articulații ale robotului; mecanisme de acționare ale dispozitivelor de apucare ș.a. (sunt evidențiate în fig. 1.62 *a*).

Cerințele caracteristice impuse de domeniul robototehnicii și realizate de transmisiile planetare precesionale cinematice sunt:

- precizie cinematică înaltă (*10...50 sec. ungh.*);
- fiabilitate și ciclu de viață sporite;
- rigiditate torsională înaltă și lipsa aerului;
- momente de inerție reduse;
- autofrânare (transmiterea mișcării și sarcinii într-o singură direcție);
- compatibilitate cu mecanismele de acționare și cu locul de instalare în robot.



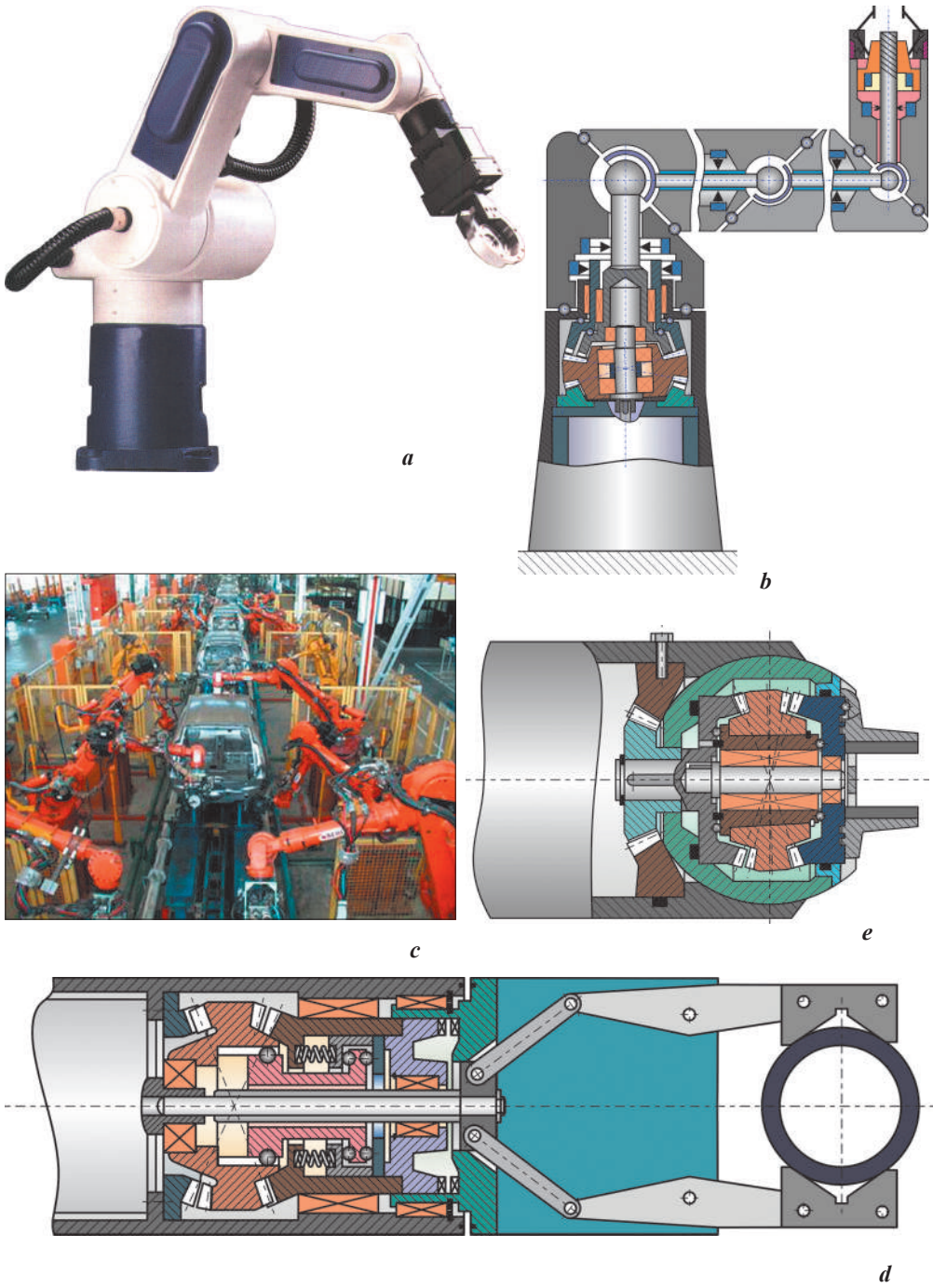


Fig. 1.62. Utilizarea transmisiilor planetare precesionale în roboți [33-35].

### 1.5.3. Perspective de utilizare a TPPC în industria aerospațială

Industria aerospațială care are probleme acute privind limitările de spațiu și de masă (transportarea în cosmos pe orbite joase a unui  $kg$  al obiectului spațial costă în prezent peste  $20000 Euro$ ), este domeniul unde mini- și microsistemele sunt cele mai așteptate. Dezvoltarea mini- și microsistemelor electromecanice cu transmisii mecanice cinematice pentru industria aerospațială a luat avânt odată cu diversificarea obiectivelor și cerințelor funcționale ale: cabinelor aparatelor de zbor; mini- și microsateliților; sistemelor de comandă și control; sistemelor de dirijare inerțială cu microgiroscopae, accelerometre și giroscopae din fibre de sticlă; sistemelor de putere integrate cu celule fotovoltaice; sistemelor de propulsie. În fig. 1.63 *a* este prezentat un aparat cosmic de zbor similar cu cel pentru care autorii au elaborat două mecanisme precesionale: modulul electromecanic (fig. 1.63 *b*) și mecanismul de orientare a panourilor solare (fig. 1.63 *c*) [6, 26].

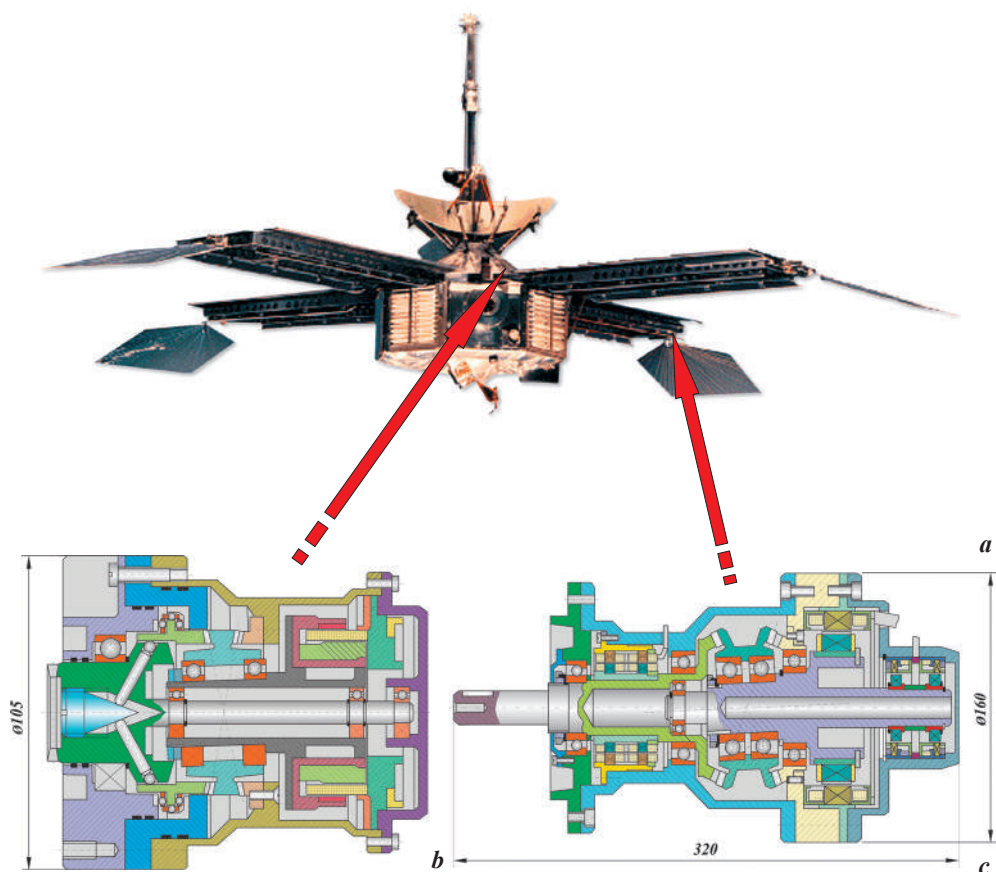


Fig. 1.63. Utilizarea transmisiilor planetare precesionale în aparatele cosmice de zbor [6, 26].

Cerințele caracteristice domeniului tehnicii de zbor cosmic, realizate de transmisiile planetare precesionale cinematice, sunt asigurarea:

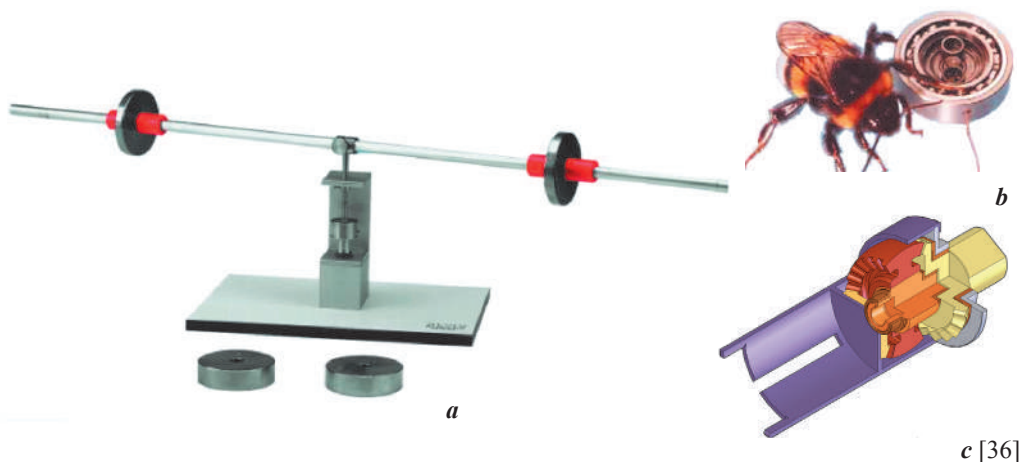
- transmiterii mișcării și sarcinii prin perete în spațiul vid;
- exploatării cu lubrifianți solizi (disulfid de molibden, grafit);
- preciziei cinematice și rigidității torsionale înalte;
- dimensiunilor de gabarit și unei mase minime;
- funcționării cu prestrângere în angrenaj (pentru evitarea luftului).

#### 1.5.4. Perspective de utilizare a TPPC în tehnica medicală

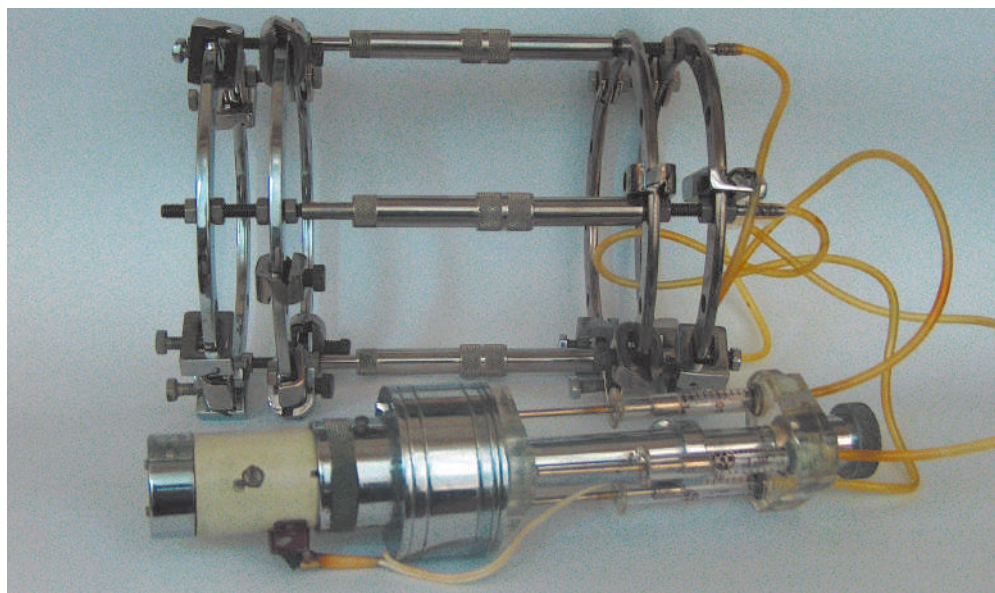
În prezent tehnica medicală este un important domeniu pentru tehnologiile mini- și microsistemelor cu transmisii mecanice. Multe ramuri ale medicinei tradiționale vor suferi transformări radicale, deoarece sunt în construcție metode și instrumente noi, adesea neobișnuite, toate bazate pe tehnologii de microsisteme. Ele vor conduce la introducerea unor tehnici noi, mai eficiente de diagnosticare (cum ar fi endoscopia), sisteme de dozare implantabile, metode de telemicrochirurgie, proteze neuronale etc. Va apărea necesitatea de microunelt pentru a face micromanipulări, cum ar fi: manevrarea, fixarea, sortarea, transportul, tăierea în felii subțiri și injectarea sub microscop.

Datorită avantajelor ce le caracterizează mini- și microtransmisiile planetare precesionale cinematice își pot găsi aplicația în diverse echipamente cu destinație medicală. În fig. 1.64 *a, b, c* sunt prezentate exemple posibile de utilizare a mini transmisiilor planetare precesionale cinematice în echipamentul medical.

Cerințele caracteristice domeniului tehnicii medicale, realizate de transmisiile planetare precesionale cinematice, sunt:



**Fig. 1.64.** Posibilități de utilizare a transmisiilor planetare precesionale în echipamentul medical.



**Fig. 1.65.** Aparatul pentru osteosinteza extrafocală a fracturilor osoase (elaborat de autori în anul 1981).

- gabarite și masă mici;
- rapoarte de transmitere mari;
- momente de inerție reduse;
- nivele de zgomot și vibrații reduse.

Un exemplu elocvent de utilizare a reductoarelor de dimensiuni mici și cu raport de reducere mare a mișcării de rotație este aparatul pentru osteosinteza extrafocală a fracturilor osoase elaborat de autori, prezentat în fig. 1.65. Aparatul este înzestrat cu un reductor cu raportul de transmitere  $i = 1034000$ , care, printr-un minisistem hidraulic, asigură deplasarea fracturilor osoase cu viteze liniare foarte mici. S-a constatat că la microdeplasări cu viteza de  $300...500 \text{ nm/s}$  ale fracturilor osoase au loc modificări biologice radicale în procesul de regenerare a osului. Astfel, regenerarea se adaptează la factorul deformației, sporind calitatea și rapiditatea tămăduirii lui. Conceptul de utilizare a microdeplasărilor la osteosinteza fracturilor osoase, verificat prin aparatul elaborat de autori, a fost preluat de cunoscutul chirurg sovietic G. A. Ilizarov (cu care autorii aparatului au colaborat).

### *1.5.5. Perspective de utilizare a TPPC în aparatajul electronic*

Mini- și microangrenajele sunt părți componente indispensabile ale microsistemelor utilizate în diverse aparate electronice: înregistratoare de semnale, mecanisme de orientare a camerelor de luat vederi, aparate de diagnosticare mobile, copiatoare,



**Fig. 1.66.** Posibilități de utilizare a transmisiilor planetare precesionale în aparatul electronic.

printere etc. Grație avantajelor pe care le posedă, transmisiile planetare precesionale cinematice pot găsi aplicații eficiente în diverse aparate electronice (fig. 1.66 a). În fig. 1.66 b, c este prezentată construcția brevetată de autori a unui minireductor planetar precesional [36], care poate fi utilizat în diverse minisisteme electromecanice din componența aparatelor electronice.

Cerințele caracteristice ale domeniului respectiv, realizate de transmisiile planetare precesionale cinematice, sunt:

- rapoarte de transmitere mari;
- precizie cinematică și rigiditate torsională înalte;
- dimensiuni și gabarite reduse;
- construcție compatibilă în agregatizare cu mecanismele aparatelor electronice;
- nivel redus de zgomot și vibrații.

### *1.5.6. Perspective de utilizare a TPPC în utilaj tehnologic*

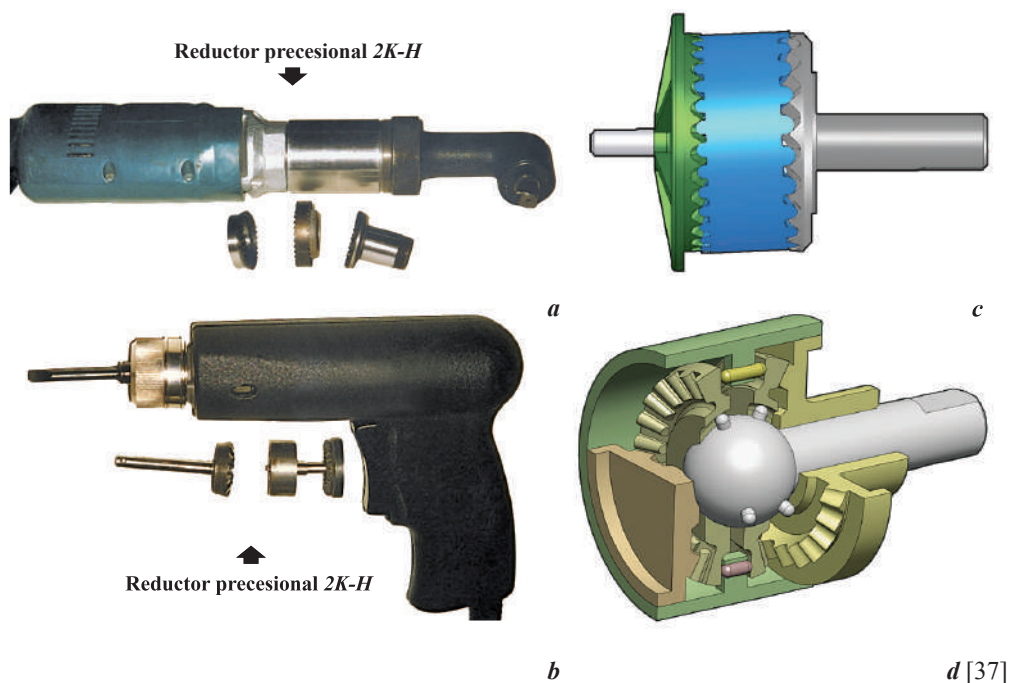
Automatizarea proceselor de asamblare, care ocupă până la 35% din volumul de lucru consumat la execuția unei mașini, este o problemă destul de stringentă. De aceea, crearea utilajului tehnologic cu performanțe ridicate ar fi un pas important spre rezolvarea acestei probleme.

Luând în considerație avantajele pe care le posedă transmisiile planetare precesionale cinematice, acestea își pot găsi aplicație eficientă în diverse utilaje tehnologice: chei electromecanice (fig. 1.67 *a*), șurubelnițe (fig. 1.67 *b*), capuri alezoare, capuri revolver, capuri de asamblare etc. În fig. 1.67 *c, d* [37] se prezintă două mecanisme de acționare precesionale cinematice, elaborate de autori și fabricate pentru cheia electromecanică, produsă de Firma *Bosh* și, respectiv, pentru șurubelnița electromecanică produse în cooperare cu întreprinderea *Sofia-Mitsukoshi*.

Cerințele caracteristice impuse acestui domeniu și realizate de transmisiile planetare precesionale cinematice sunt:

- rapoarte de transmitere mari ( $i = 3600$  într-o treaptă cu doar 4 elemente de bază);
- compactitate;
- cost redus;
- nivel redus de vibrații și zgomot;
- posibilitatea creării unor regimuri de funcționare cu impulsuri mecanice pentru diminuarea momentului de torsiune necesar procesului de înșurubare.

Pentru acest domeniu autorii propun o serie de soluții tehnice de mecanisme de acționare precesionale cinematice, protejate cu cca 10 brevete de invenție.



**Fig. 1.67.** Cheie electromecanică cu reductor precesional 2K-H (*a*); șurubelniță electromecanică cu reductor precesional 2K-H (*b*); mecanisme de acționare elaborate în baza TPPC (*c, d*).

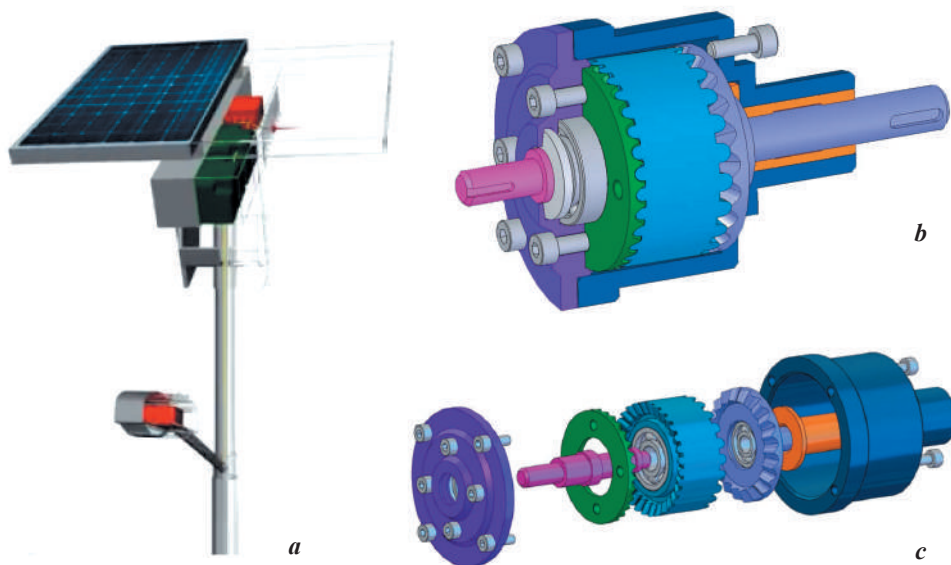
### 1.5.7. Perspective de utilizare a TPPC în sistemele de conversie a energiei solare

Problemele globale legate de criza energetică inevitabilă în viitor fac tot mai evidentă necesitatea conversiei surselor regenerabile de energie. Energia solară se impune prin simplitatea sistemelor de conversie a ei. Prezintă un mare interes diverse sisteme solare urbane, integrate în sistemele de iluminare stradală, climatizoare, panouri de reclamă, în sisteme de irigare prin aspersiune și picurare cu orientare automatizată la Soare etc.

Pentru majorarea substanțială a eficienței de conversie aceste sisteme solare trebuie să fie orientate permanent la Soare, deci e necesar să includă un mecanism de orientare automată (fig. 1.68 *a*). Pentru a exclude utilizarea microprocesoarelor pentru dirijarea discretă cu aceste sisteme solare, mecanismele de acționare trebuie să posede rapoarte de transmitere foarte mari (până la  $i = 12000000$ ) pentru a asigura o rotație completă a arborelui condus timp de o zi. Grație avantajelor, pe care le posedă, transmisiile planetare precesionale cinematice pot găsi aplicații interesante în sistemele de orientare a panourilor fotovoltaice, a panourilor de reclamă etc.

Cerințele caracteristice impuse de domeniu și realizate de transmisiile planetare precesionale cinematice sunt:

- rapoarte de transmitere foarte mari ( $i = 5000$  într-o treaptă cu doar 4 elemente de bază și  $i \approx 25000000$  în două trepte cu 8 elemente de bază);



**Fig. 1.68.** Minisistem de conversie a energiei solare (*a*); model 3D de minireductor precesional 2K-H (*b*) și în desfășurată (*c*).

- cost redus de producere și mentenanță;
- compacitate și compatibilitate constructivă cu sistemul.

În fig. 1.68 *b, c* se prezintă modelul 3D al TPPC utilizabilă în sistemele de orientare a panourilor solare.

## 1.6. Modele de nanotransmisii și nanomotoreductoare moleculare precesionale $2K-H$

Previziunile savanților [13-16] din domeniile nanotehnologiilor și chimiei macromoleculare privind crearea în baza unor tehnici speciale a diferitelor mecanisme și mașini funcționale la scară moleculară deschid oportunități noi de conlucrare a specialiștilor la joncțiunea domeniilor mecanic și nanotehnologic. Astfel, în literatura de specialitate au apărut informații despre realizările cercetătorilor italieni [13] referitoare la încercările de prototipare a transmisiei mecanice a lui Leonardo da Vinci la nivel molecular, a transmisiilor prin curea cu dinți și cu roți cilindrice prototipate de către savanții britanici [14], a transmisiilor planetare cu sateliți și a diferențialelor – de către cei americani [15, 16]. În toate sursele științifice se menționează conlucrarea cercetătorilor din cel puțin două domenii – cel al nanotehnologiilor și cel mecanic. Datorită particularităților constructiv-cinematice unice ale transmisiilor planetare precesionale, legate de mișcarea sfero-spațială a satelitului, prin care se asigură rapoarte de transformare a mișcării foarte mari, acestea, în viziunea autorilor, prezintă un interes aparte din punct de vedere al prototipării lor la nivel molecular.

### 1.6.1. Nanotransmisia precesională moleculară $2K-H$

Specificul constructiv al transmisiilor precesionale asigură construirea tuturor elementelor structurale (ale satelitului, roților dințate centrale, arborilor și carcsei), spre exemplu, din nanotuburi de carbon multi-pereți concentrici prin tehnologii de sintetizare devenite recent accesibile practicii ingineresti. În fig. 1.69 autorii prezintă construcția nanotransmisiei planetare precesionale moleculare de tip  $2K-H$ , constituită din satelitul  $1$ , cu două coroane  $2$  și  $3$  compuse din atomi, câmpurile de interacțiune periferică ale cărora formează suprafețe imaginare cu profil în arc de cerc, similar din punct de vedere geometric cu cele ale coroanelor satelitului din transmisia precesională obișnuită. Danturile roților centrale  $4$  și  $5$  sunt constituite din atomi amplasați astfel în spațiu, încât înfășurătoarea câmpurilor de interacțiune atomică să formeze suprafețe imaginare convex-concave. Numărul dinților cu suprafețe imaginare descrise în arc de cerc, care formează danturile  $2$  și  $3$  ale satelitului, trebuie să fie  $Z_2=Z_3+1$ ,  $2, 3, 4, \dots$ , iar al dinților ce formează danturile conjugate –  $Z_4=Z_2\pm 1$  și  $Z_5=Z_3\pm 1$ .



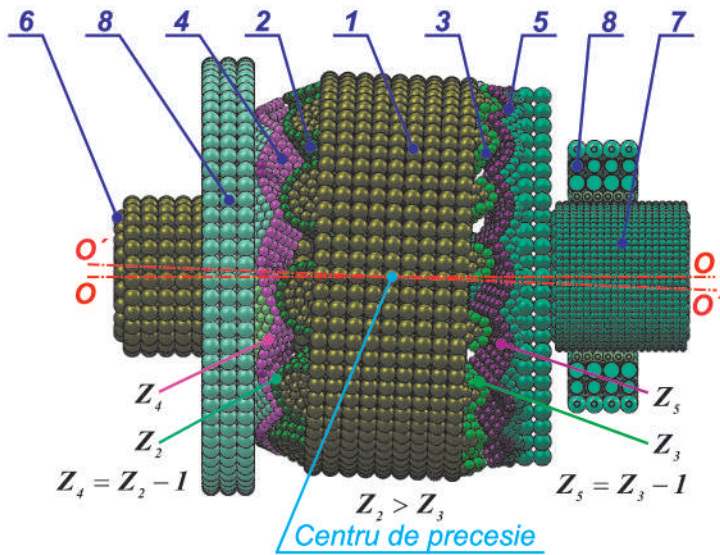


Fig. 1.69. Nanotransmisia precesională moleculară 2K-H.

Principiul de funcționare a nanotransmisiei este similar cu cel al TPP obișnuite. La rotirea arborelui de intrare 6 satelitul 1 va efectua mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$  și coroanele acestuia, cu numerele de dinți  $Z_2$  și  $Z_3$ , vor interacționa cu dinții roților centrale  $Z_4$  și  $Z_5$ . În cazul în care roata centrală 4 este imobilizată, raportul de transmitere la arborele 7 va fi:

$$i = -\frac{Z_2 Z_5}{Z_3 Z_4 - Z_2 Z_5}. \quad (1.9)$$

În funcție de numărul de dinți  $Z_2$ ,  $Z_3$ ,  $Z_4$  și  $Z_5$  și de coraportul lor, reducerea mișcării poate fi de la  $\pm 10$  până la  $3600$  într-o singură treaptă.

Exemplele de creare a transmisiilor moleculare în multe trepte, prezentate în fig. 1.35 *b* [16], și a celor planetare din fig. 1.35 *c, d* ne demonstrează că raportul de transmitere poate avea importanță. În acest sens, menționăm că o eventuală transmisie precesională construită conform structurii cinematice 2K-H complexe (v. structura cinematică, fig. 1.57) poate avea un raport de reducere a mișcării rotative de peste  $1000000$  într-o construcție doar cu doi sateliți. Conform sursei [15], o transmisie elicoidală moleculară este capabilă să deplaseze obiecte cu mase de 250 de ori mai mari decât masa ei proprie.

Conform previziunilor făcute în [13-16], autorii consideră că transmisiile planetare precesionale moleculare vor prezenta un interes deosebit din următoarele considerente:

- posedă posibilități excepționale de reducere a mișcării de rotație;
- mișcarea sfero-spațială a satelitelui este similară cu mișcarea spinului atomilor;
- posedă simplitate constructivă cu doar patru elemente structurale, care pot fi construite, de exemplu, din nanotuburi de carbon.

Utilizând principiul de transformare a mișcării și a sarcinii în TPP și particularitățile constructiv-cinematice ale acestora, autorii propun structura constructivă a unui nanomotoreductor precesional.

### 1.6.2. Nanomotoreductor precesional molecular

Admitem că în baza tehnologiilor speciale menționate în [13-16] construim un satelit (fig. 1.69) cu două coroane de dinți, cu geometria angrenajelor similară cu cea din transmisia prezentată în fig. 1.69. Prin tehnologiile menționate, la corpul satelitelui 1 (fig. 1.70) fixăm imobil atomi ionizați în spațiul trunchiului de con  $abcd$ , receptivi la acțiunea din exterior, spre exemplu, a unui câmp electrostatic rotativ, a unui câmp electromagnetic sau de radiație etc. Acțiunea sursei energetice exterioare rotative asupra atomilor ionizați cu viteza unghiulară  $\omega_{O'} = \omega_s$  antrenează satelitul în mișcare sfero-spațială, rotindu-l în jurul propriei axe  $O'O'$  cu viteza unghiulară:

$$\omega_1 = \frac{\omega_s}{i}, \quad (1.10)$$

unde  $i = -\frac{z_2}{z_4 - z_2}$ .

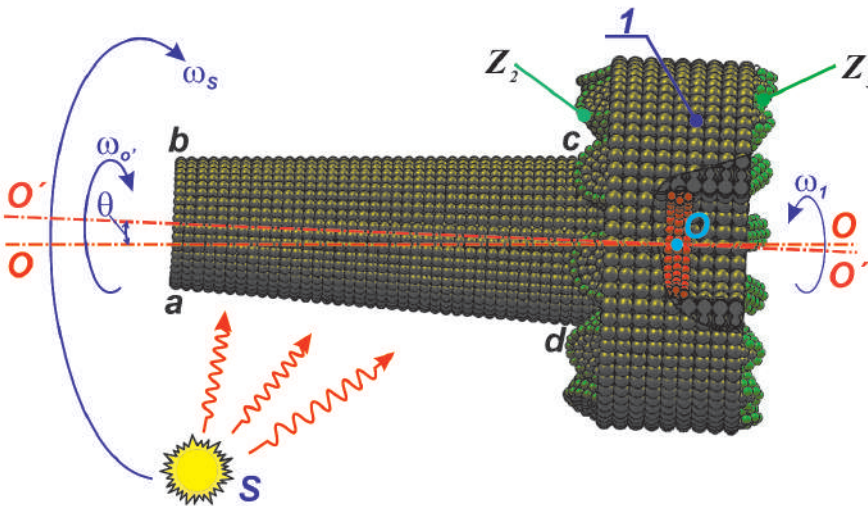


Fig. 1.70. Cinematica satelitelui nanomotoreductorului precesional.

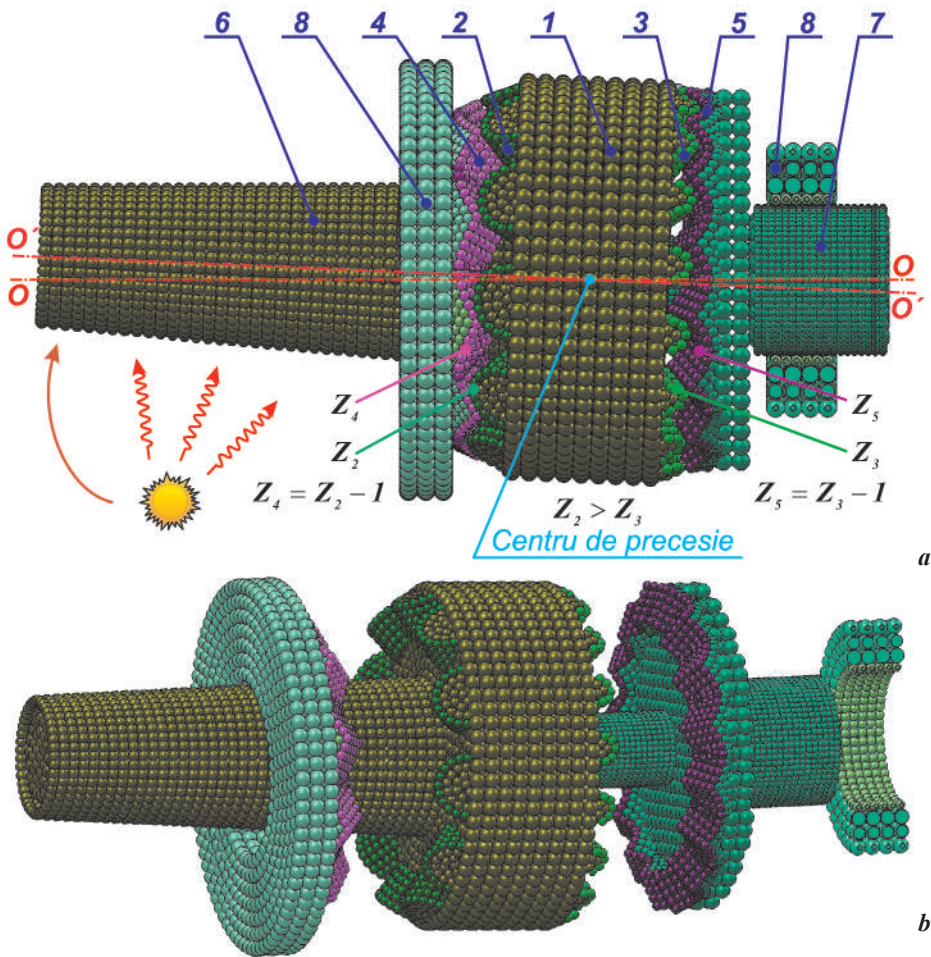


Fig. 1.71. Nanomotoareductorul precesional 2K-H (a) și în desfășurată (b).

În cazul în care  $Z_4 = Z_2 - 1$ , atunci  $\omega_1 = \frac{\omega_s}{z_2}$ , iar dacă  $Z_4 = Z_2 + 1$ , atunci  $\omega_1 = -\frac{\omega_s}{z_2}$ . În ansamblu, reducerea vitezei unghiulare la arborele de ieșire 7 al transmisiei va fi:

$$\omega_1 = -\frac{\omega_s(z_3 z_4 - z_2 z_5)}{z_2 z_5}, \quad (1.11)$$

unde  $Z_4 = Z_2 - 1$ ,  $Z_5 = Z_3 - 1$ ,  $Z_2 > Z_3$ .

În fig. 1.71 este prezentat nanomotoareductorul precesional 2K-H, cu principiul de funcționare bazat pe comunicarea porțiunii 6 a unei mișcări rotative diurne cu unghiul de nutație  $\theta$ , iar satelitul 1 – a mișcării sfero-spațiale cu un punct fix. Unghiul de nutație  $\theta$  a mișcării sfero-spațiale a satelitului 1 poate varia

$1^\circ < \theta < (15 - 20^\circ)$  și se selectează în funcție de aceiași parametri geometrici ( $\delta$ ,  $\beta$ ,  $Z_4(Z_3)$ ,  $Z_{2(3)} = Z_{4(s)} \pm 1$ ) ai angrenajelor precesionale obișnuite. Deci, particularitățile constructiv-cinematice și principiul specific de transformare a mișcării în TPP asigură comasarea funcțiilor de motor și de reductor într-o singură construcție – nanomotoreductorul precesional.

Autorii consideră că în baza transmisiilor planetare precesionale pot fi construite nanotransmisii în baza unei game de peste 20 de scheme structurale elaborate.

Conform previziunilor specialiștilor, nanotransmisiile și nanomotoreductoarele moleculare vor găsi aplicații electronice, optice, magnetice, mecanice în cele mai diverse nanosisteme inginerești cu proprietăți și efecte astăzi încă greu de imaginat.

### **1.7. Tehnologii de fabricare a roților dințate de dimensiuni mici din angrenajele planetare precesionale cinematice**

Tehnologiile convenționale adaptate la mașini-unelte moderne demonstrează și astăzi viabilitate, în special în domeniul prelucrării roților dințate de dimensiuni mari și medii. În cazul roților dințate de dimensiuni mici, utilizarea acestor tehnologii nu este eficientă, iar deseori este imposibilă. În acest caz, tehnologiile neconvenționale devin tot mai des soluția multor probleme. Metodele neconvenționale moderne de fabricație constituie, probabil, capitolul cel mai dinamic al tehnologiilor de prelucrare, utilizate în prezent, în stare să soluționeze practic orice problemă de producere.

Următoarele tehnologii neconvenționale au perspective largi de folosire în domeniul prelucrării roților dințate pentru mini- și microangrenaje precesionale:

- presare cu sinterizare din pulberi metalice;
- turnare din mase plastice;
- deformare plastică;
- prin utilizarea energiei fasciculelor de electroni, a laserului, jetului de apă, razelor X, electroeroziunii etc.

În fig. 1.72 sunt prezentate tehnologiile neconvenționale de fabricare a roți dințate, pentru care autorii au elaborat bazele teoretice și principiile de generare a angrenajelor precesionale cu profil convex-concav, în arc de cerc și cicloidal, precum și de generare a suprafețelor oglină ale matrițelor formelor de turnare a roților din mase plastice și de presare prin sinterizare din pulberi metalice.

În cazul TPPC, obținerea unei construcții care să satisfacă toate cerințele impuse ei este posibilă numai dacă sunt luate în calcul toate particularitățile constructiv-cinematice specifice ale angrenajelor, proprietățile fizico-mecanice și tehnologice ale materialelor utilizate.

**Utilizarea energiei optice** este o direcție de prelucrare și fabricare a organelor de mașini cu dezvoltare tot mai dinamică. De exemplu, prelucrările cu ajutorul laseru-

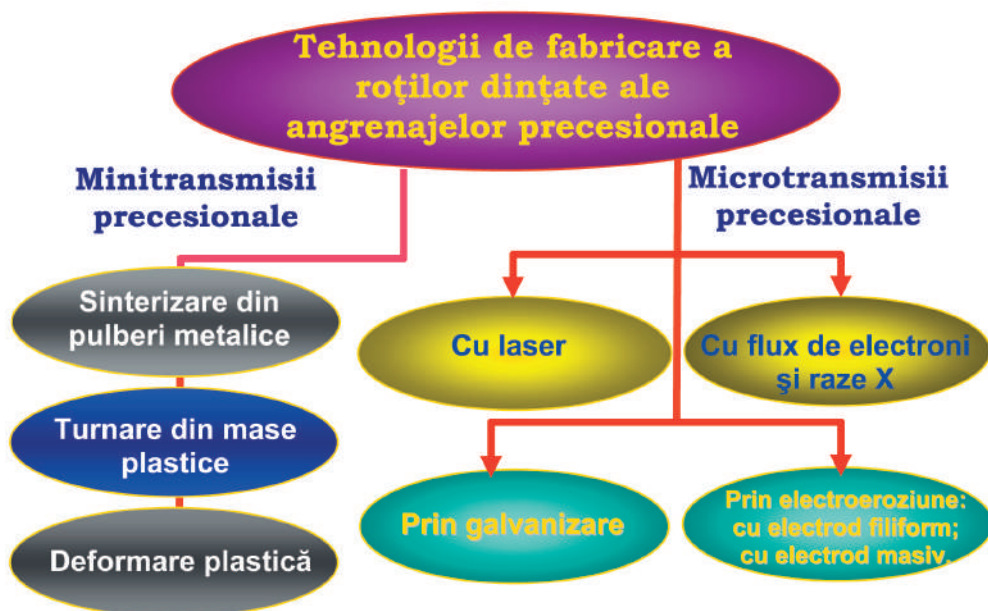


Fig. 1.72. Tehnologii neconvenționale de fabricare a roților dințate ale angrenajelor precesionale.

lui au înregistrat în țările puternic industrializate, în perioada 1973-2000, o creștere de 50–80 de ori. Aceasta presupune atât mărirea volumului prelucrărilor, cât și diversificarea largă a tehnologiilor de prelucrare, inclusiv a danturilor roților dințate.

Prelucrarea prin electroeroziune cu scule filiformă și masivă este o metodă de prelucrare dimensională, bazată pe distrugerea integrității și prelevarea materialului obiectului prelucrat, care se răspândește rapid la fabricarea roților dințate de dimensiuni mici.

O tehnologie implementată pe larg la scară mondială este *moletarea la rece sau la cald* a roților dințate, asigurându-se, în acest fel, o serie de avantaje nete față de procedeele clasice. Tehnologia de deformare plastică la rece are o utilizare largă în industria constructoare de mașini și aparate, în mecanica fină, electrică și electronică. Procedeele de prelucrare prin deformare plastică la rece asigură o serie de avantaje: se obțin piese de forme foarte apropiate de cele finite, cu adaosuri minime sau chiar fără adaosuri de material, rezultând astfel importante economii de materiale și energie; procedeele tehnologice sunt simple, iar productivitatea este ridicată; utilajul folosit este de tip universal și poate fi deservit ușor; procesele pot fi ușor mecanizate și automatizate.

În capitolele ce urmează vor fi prezentate procedee tehnologice pentru prelucrarea roților dințate de dimensiuni mici din angrenajele precesionale cinematice, elaborate de autori, în baza tehnologiilor nominalizate mai sus,

## Bibliografie

1. <http://www.antikythera-mechanism.gr/project/overview>
2. <http://www.answers.com/topic/pascaline>
3. <http://www.afla.ro/articole/569/impresioneaza-prin-ceasul-tau.html?print=1>
4. [http://en.wikipedia.org/wiki/Universal\\_joint](http://en.wikipedia.org/wiki/Universal_joint)
5. [http://xahlee.org/SpecialPlaneCurves\\_dir/Involute\\_dir/involute.html](http://xahlee.org/SpecialPlaneCurves_dir/Involute_dir/involute.html)
6. BOSTAN, I. *Sozdanie planetarno-precessionny'x peredach s mnogoparny'm zacepleniem*: dis. dr. tehn. nauk. Moskva, 1989. 511 p.
7. [http://mems.sandia.gov/gallery/images\\_gears\\_and\\_transmissions.html](http://mems.sandia.gov/gallery/images_gears_and_transmissions.html)
8. <http://www.microfabrica.com/>
9. <http://www.alibaba.com/showroom/micro-planetary-gear.html>
10. <http://www.imm.org/>
11. [http://www.orlin.co.uk/Micro\\_harmonic\\_drives.htm](http://www.orlin.co.uk/Micro_harmonic_drives.htm)
12. <http://www.micromotion-gmbh.de/#>
13. BALZANI, V.; CREDI, A.; VENTURI, M. *Light-powered molecular-scale machines*. Dipartimento di Chimica “G. Ciamician”, Universita di Bologna, via Selmi 2, 40126 Bologna, Italy. *Pure Appl. Chem.*, Vol. 75, No. 5, pp. 541–547, 2003.
14. HANY, J.; GLOBUS, AL.; JAFFE, R.; DEARDORFF, G. *Molecular dynamics simulations of carbon nanotube-based gears*. *Nanotechnology* 8 (1997) 95–102. [http://alglabus.net/NASAwork/papers/MGMS\\_EC1/simulation/paper.html](http://alglabus.net/NASAwork/papers/MGMS_EC1/simulation/paper.html)
15. RUDICK, J.G.; PERCEC, V. *Nanomechanical Actuators from Self-Organizable Dendronized cis-PPAs*. *Macromolecular Chemistry and Physics*. Volume 209, Issue 17, 17591768. 2008.
16. NASA Sponsored Computational Nanotechnology Project [http://www.wag.caltech.edu/gallery/gallery\\_nanotec.html](http://www.wag.caltech.edu/gallery/gallery_nanotec.html)
17. BODNARIUC, I. *Contribuții la elaborarea și cercetarea transmisiilor planetare precesionale cinematice // Teza de doctor în tehnică*. Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău. 2010, 192 p.
18. YUAN, S.; HUNG, N. P.; NGOI, B. K. A.; ALI M. Y. *Development of Microreplication Process-Micromolding. Materials and manufacturing processes*. Vol. 18, No. 5, 2003, pp. 731–751.
19. WEBER, L.; EHRFELD, W.; FREIMUTH, H.; LACHER, M.; LEHR, H.; PECH, B. *Micromolding. A powerful tool for the large scale production of precise microstructures*. În: *Proceedings of the International Conference on Micromachining and Microfabrication Process Technology II*, SPIE 2879, 1996, p. 156–166.

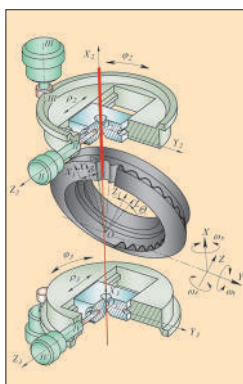
20. HAISMA, J.; VERHEIJEN, M.; VAN DEN HEUVEL, K.; VAN DEN BERG, J. *Mold-assisted nanolithography: A process for reliable pattern replication*. J. Vac. Sci. Technol. B. 1996, 14 (6), 4124–4128.
21. BRYZEK, J. Impact of MEMS technology on society. In: Sensors and Actuators, A, 1996, p. 56-62.
22. GRASSO, S et al. *Electric current activated/assisted sintering (ECAS)*. A review of patents 1906–2008. Sci. Technol. Adv. Mater. 10: 053001. (2009).
23. DINESH A. *Microwave Sintering of Metals*. Materials World, Vol. 7 no. 11 pp. 672-73, 1999.
24. BECKER, E. W.; EHRFELD, W.; MÜNCHMEYER, D.; BETZ, H.; HEUBERGER, A.; PONGRATZ, S.; GLASHAUSER, W.; MICHEL, H. J. *Production of Separation-Nozzle Systems for Uranium Enrichment by a Combination of X-Ray Lithography and Galvanoplastics*. Naturwissenschaften 69, 1982, pp. 520–523.
25. GOETTERT, J.; DATTA, P.; DESTA, Y.; JIN, Y.; LING, Z.; SINGH, V. *LIGA Research and Service at CAMD*. În: International MEMS Conference 2006, Journal of Physics: Conference Series 34, DOI: 10.1088/1742-6596/34/1/151, 2006, pp. 912–918.
26. BOSTAN, I. *Precessionny'e peredachi s mnogoparny'm zacepleniem*: [monogr.]. Ch.: Știința, 1991. 355 p. ISBN 5-376-01005-8
27. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; BABAIA, I. *Antologia invențiilor. Volumul 1. Transmisii planetare precesionale: sinteze structurale, teoria angrenării, cinematica, dinamica, calculul de rezistență, descrieri de invenție*. Ch.: Ed. Bons Offices, 2011. 593 p. ISBN 978-9975-4179-0-7.
28. BOSTAN, I. CA 1401203 (SU), CIB F 16 H 1/32. *Planetarnaya pretzessionnaya peredacha*. Nr. 4070973/25-28; Decl. 26. 05. 86; Publ. B.I. - 1988. - Nr. 21.
29. BOSTAN I., DULGHERU V. CA 1409804 (SU), CIB F 16 H 1/32. *Planetarnaya pretzessionnaya peredacha*. Nr. 4020979/25-28; Publ. B.I. - 1988. - Nr. 26.
30. BOSTAN I., DULGHERU V. CA 1807278 (SU), CIB F 16 H 1/32. *Planetarnyj pretzessionnyj reduktor*. Nr. 4236297/25-28; Decl. 02. 04. 87; Publ. B.I. -1989. -Nr.19.
31. BOSTAN I., DULGHERU V., PETKOV V., OGLINDĂ G. CA 1677424 (SU), CIB F 16 H 15/52. *Planetarnyj pretzessionnyj variator*. Nr. 4643680 /28; Decl. 30. 10. 89; Publ. B.I. - 1991. - Nr. 34.
32. BOSTAN I., V. DULGHERU, BOSTAN V., SOCHIREANU A. NB 3058 (MD), CIB E 05 F 11/50; B 60 J 1/17. *Mecanism de acționare a geamului (variante)*. Nr. 2005 0137. Decl. 16.05.2005; Publ. BOPI – 2006. - Nr. 5.
33. BOSTAN I., DULGHERU V. CA 1511120 (SU), CIB B 25 J 17/00. *Manipuleator*. Nr. 4316516 /31-08; Decl. 12. 10. 87; Publ. B.I. - 1989. - Nr. 36.
34. BOSTAN I., DULGHERU V., FOIU N. CA 1451004, CIB B 25 J 15/00. *Zahvat promyshlennogo robota*. Nr. 425 8978/31-08; Decl. 09. 06. 87; Publ. B.I. -1989. -Nr.2.

35. BOSTAN I., DULGHERU V. CA 1583285 (SU), CIB B 25 J 15/00. *Zahvat promyshlennogo robota*. Nr. 4386938/25-08; Publ. B.I. -1990. -Nr. 29.
36. BOSTAN I., V. DULGHERU, DICUSARĂ I. NB 2943 (MD), CIB F 16 H 1/32. *Motoreductor frontal (variante)*. Nr. 2004 0156 Publ. BOPI – 2005. - Nr. 12.
37. BOSTAN I., DULGHERU V., BABAIAŢ I., MARIN A., UTIUSHEV R. CA 1504084 (SU), CIB B 25 B 21/02. Gaikoviort. Nr. 4219808/25-28; Decl. 02. 04. 87; Publ. B.I. - 1989. - Nr. 32.
38. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUŞCO, C.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Antologia invenţiilor. Volumul 2. Transmisii planetare precesionale: teoria generării angrenajelor precesionale, control dimensional, proiectare computerizată, aplicaţii industriale, descrieri de invenţii*. Ch.: Ed. Bons Offices, 2011. 537 p. ISBN 978-9975-4100-9-0-4.
39. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GRIGORAŞ, S. *Transmisii planetare, precesionale şi armonice: [atlas]*. Bucureşti: Ed. Tehnică; Ch.: Tehnica, 1997. 195 p. ISBN 973-31-1069-8.
40. JULA, A.; MOGAN, GH.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. ş.a. *ECOMECA – ECO- inginerie MECANica: monogr. Braşov: Ed. Univ. Transilvania Braşov, 2006 (pe CD). 34 p.*
41. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Inventions as Promoters of Scientific and Technical Progress. NATO Advanced Research Workshop*. In: The New Role of the Academies of Sciences in the Balcan Countries. Science an technology Policy. Vol. 16. Dordrecht; Boston; London: Published by Kluwer Academic Publishers, 1996, p. 171-182. ISBN 0-7923-4773-0
42. GLUŞCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Perspektivny'j ispolnitel'nyj privod dlya promy'shlenny'x robotov*. In: Sostoyanie, opy't i napravleniya rabot po kompleksnoj avtomatizacii proizvodstva na osnove gibkix avtomatizirovanny'x proizvodstv, robototexnicheskix kompleksov i promy'shlenny'x robotov: tez. dokl. k obl. seminaru, 26-27 marta 1984. Penza, 1984, p. 69-70.
43. BOSTAN, I.; BABAIAŢ, I. *E'lektromexanicheskij modul' promy'shlennogo robota na baze precessionnoj peredachi*. In: Sostoyanie i perspektivy' razvitiya avtomatizacii proizvodstvenny'x processov v mashinostroenii MSSR: tez. dokl. republ. seminara. Ch., 1985, p. 55-56.
44. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Privody' avtomaticheskix manipulyatorov na baze precessionny'x peredach*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1988, nr. 1, p. 10-12.



## Capitolul 2

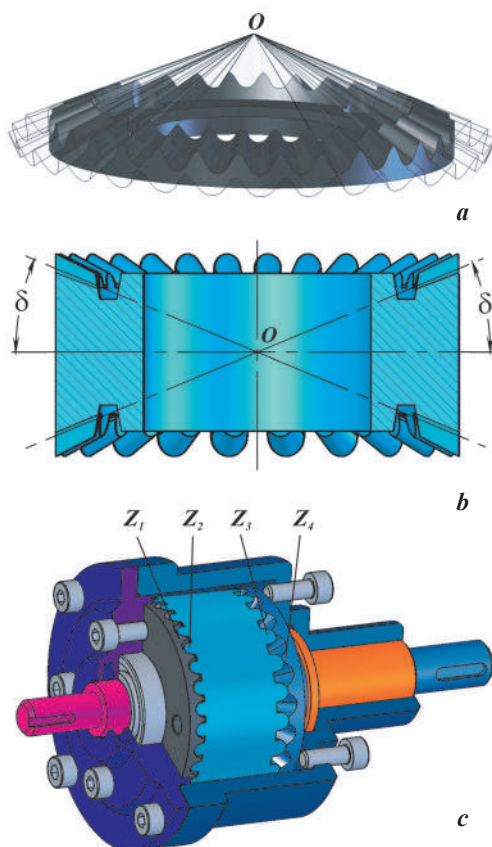
# CONCEPTE TEHNOLOGICE DE GENERARE A DANTURILOR MINI-ȘI MICROANGRENAJELOR PRECESIONALE PRIN ELECTROEROZIUNE, CU LASER ȘI CU FLUX DE ELECTRONI



### 2.1. Generalități

Pentru executarea danturilor roților centrale ale angrenajelor precesionale de putere cu profil nestandard al dinților au fost elaborate tehnologii de generare cu scula precesională, în formă de trunchi de con, cilindrică și în formă de disc profilat [1]. Prin aceste tehnologii nu este posibilă generarea danturilor cu dimensiuni mici și microdimensiuni din mai multe considerente, definite de particularitățile constructiv-cinematice ale angrenajului precesional. Particularitățile angrenajelor precesionale (fig. 2.1) de care trebuie de ținut cont la elaborarea tehnologiilor de generare a danturilor de mici dimensiuni sunt următoarele:

1) angrenajul precesional este constituit din satelit (fig. 2.1 *b*) cu două coroane laterale, cu dinți cu profil în arc de cerc, care efectuează mișcare sfero-spațială cu un punct fix între două roți centrale – imobilă și mobilă – (fig. 2.1 *a*) cu profil convex-concav (fig. 2.1 *a*) cu profil convex-concav variabil al dinților;



**Fig. 2.1.** Roata centrală cu profil convex-concav (*a*); roata-satelit cu profil în arc de cerc (*b*); reductorul precesional (*c*).

2) satelitul este instalat pe porțiunea înclinată a arborelui-manivelă, sub unghiul de nutație  $\theta$ ;

3) prelungirile generatoarelor dinților cu profil în arc de cerc ale satelitelui și ale dinților roților centrale se intersectează într-un punct  $O$  (centrul de precesie), plasat pe axa porțiunii înclinate a arborelui-manivelă;

4) axele centrelor de curbură a profilelor dinților în arc de cerc ai fiecărei coroane ale satelitelui sunt plasate pe suprafața unei axoide conice cu unghiul la vârf de  $2\delta$ , iar vârfurile acestora se suprapun în centrul de precesie  $O$ ;

5) profilul dinților roților centrale este convex-concav, descris prin ecuațiile parametrice prezentate în [1], și variabil, dependent de parametrii geometrici ai angrenajului  $\theta$ ,  $\delta$ ,  $\beta$ , de numărul de dinți ai roții centrale  $Z_{1(4)}$  și de coraportul dintre numărul de dinți ai roților conjugate  $Z_{1(4)} = Z_{2(3)} \pm 1$ ;

6) multiplicitatea angrenajului este de  $\varepsilon = 100\%$  perechi de dinți conjugăți, dar poate fi și  $\varepsilon < 100\%$ ;

7) coroanele satelitelui, de asemenea, pot fi în formă de danturi cu profil cicloidal.

Roata-satelit cu dimensiuni mici poate fi executată prin turnare din mase plastice sau prin presare din pulberi metalice prin sinterizare, folosind forme cu matrițe fabricate pe mașini-unelte universale sau cu comandă numerică cu 3 sau 5 grade de mobilitate.

Forma geometrică a suprafeței matriței formatoare de profil trebuie să fie negativă (oglină) danturii reale. Această formă poate fi realizată prin efectuarea găurilor conice, axele cărora se intersectează în centrul  $O$ , cu deschiderea ulterioară a acestora prin frezare.

Problema de bază în fabricarea TPP de dimensiuni mici și microdimensiuni constă în imposibilitatea generării danturilor roților centrale cu profil nestandard (convex-concav și variabil), precum și a profilurilor-oglină pentru matrițe de turnare din mase plastice și presare prin sinterizare din pulberi metalice.

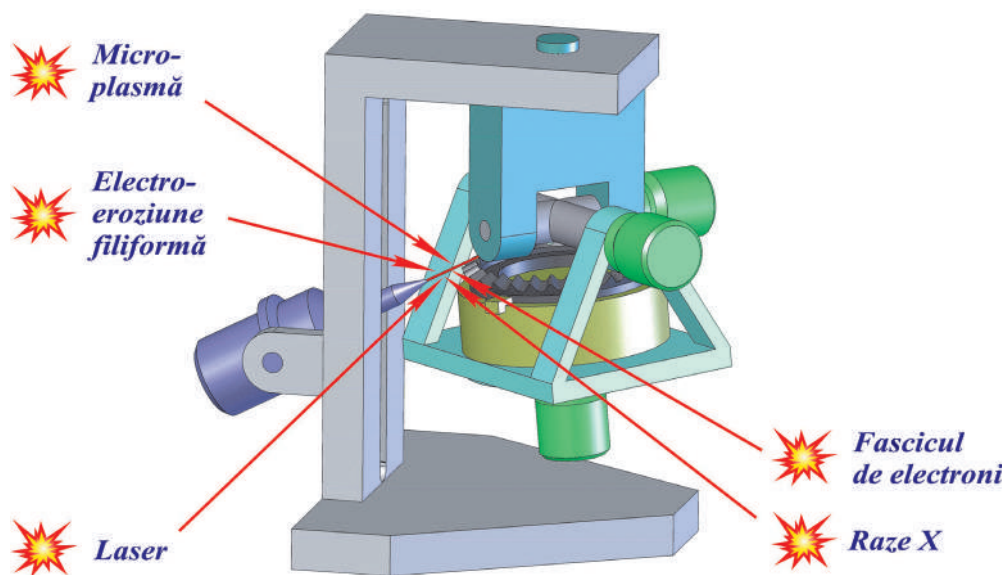
Deci, pentru extinderea ariei de utilizare a TPPC trebuie elaborate tehnologii neconvenționale (netradiționale) de execuție a roților centrale de mici și microdimensiuni.

În domeniul prelucrării roților dințate pentru mini- și microangrenaje, perspective largi au tehnologiile neconvenționale, bazate pe utilizarea energiei laserului, fasciculelor de electroni, electroeroziunii etc. [4, 5, 6, 7].

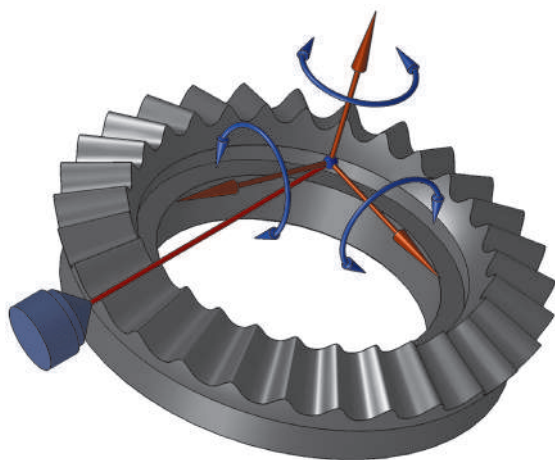
În continuare sunt prezentate caracteristicile generale ale unor metode neconvenționale de prelucrare (tab. 2.1). După cum se observă, tehnologiile neconvenționale de prelucrare, bazate pe diverse principii și fenomene de prelevare a materialului, pot fi utilizate pe larg pentru execuția roților dințate, asigurând precizie și productivitate înalte, consum de material și cost de producere reduse.

**Tabelul 2.1.** Caracteristica metodelor neconvenționale de prelucrare

Metoda de prelucrare	Procesul fizic sau chimic de bază	Descrierea mecanismului	Procese însoțitoare	Restricții de utilizare
Prelucrare prin electroeroziune	Descărcare electrică în mediu dielectric. Pentru distrugerea materialului este folosită energia termică.	În rezultatul descărcării electrice prin scânteii, în zona localizată se emană o cantitate considerabilă de energie termică, ceea ce duce la topirea și evaporarea parțială a unui microvolum de material al electrozilor.	Uzarea electrodului-sculă, piroliza lichidului de lucru care conține carbon.	Materiale conductoare de curent electric. Limitarea suprafeței prelucrate. Prezența stratului defect.
Prelucrare electrochimică	Procese de depunere pe electrozi la trecerea curentului electric prin hotarul de divizare a fazelor.	La tensiuni înalte se inițiază reacția electrochimică de dizolvare anodică, efectul integral al căreia se manifestă prin înlăturarea adaosului dat de pe semifabricat.	Emanare termică și gazoasă în interstițiul dintre electrozi.	Materiale conductoare de curent electric. Problema regenerării lichidului de lucru și a utilizării deșeurilor.
Prelucrare chimică	Dizolvare chimică a materialului.	Atomii de la suprafața materialului prelucrat interacționează în zona de contact cu mediul de lucru chimic agresiv și sunt înlăturați în volumul soluției în formă de produse ale reacțiilor.	Emanare gazoasă, efecte termice ale reacțiilor chimice.	Materiale chimic active în mediul dat. Probleme de protecție a muncii.
Prelucrare cu laserul	Încălzirea unui microvolum de material cu fascicul de lumină concentrat.	La acțiunea laserului, care posedă o densitate înaltă a energiei, pe suprafața materialului are loc încălzirea unui microvolum de material cu topirea și (sau) vaporizarea lui ulterioară.	Încălzirea straturilor imediat apropiate ale materialului, transformări structurale și de fază.	Este limitată dimensiunea petei luminoase emise ( $\approx 10...100\mu\text{m}$ ). Zonă influențată termic.
Prelucrare cu fascicul de electroni	Încălzirea unui microvolum de material cu fascicul de electroni.	Interacțiunea fasciculului de electroni cu suprafața materialului este însoțită de încălzirea unui microvolum de material cu topirea și vaporizarea lui ulterioară.	Încălzirea straturilor adiacente ale materialului; au loc transformări structurale și de fază în material.	Zona de lucru vidată. Cheltuieli mari de energie electrică.
Prelucrare cu ultrasunete	Distrugere mecanică a materialului.	Particulele abrazive, obținând energie de la capătul instrumentului, care oscilează cu frecvență ultrasonică, se împănțează în suprafața materialului, provocând distrugerea microvolumelor.	Propagarea oscilațiilor ultrasonice în volumul cuvei de lucru.	Restricții dimensionale ce țin de suprafața și adâncimea prelucrate.



**Fig. 2.2.** Schema conceptuală de utilizare a tehnologiilor neconvenționale pentru prelucrarea danturilor angrenajelor precesionale de dimensiuni mici.



**Fig. 2.3.** Interacțiunea fascicului energetic (electrodului filiform) cu semifabricatul.

sau a electrodului filiform (în cazul fabricării prin electroeroziune) cu semifabricatul prin mișcări relative *scula-semifabricat*, coordonate între ele astfel încât acestea să conducă la formarea profilului necesar (convex-concav, în arc de cerc, cicloidal) (fig. 2.3).

În fig. 2.2 este prezentată o eventuală schemă conceptuală de utilizare a tehnologiilor neconvenționale pentru prelucrarea roților dințate ale angrenajului precesional de dimensiuni mici, precum și a matrițelor cu profiluri-oglină pentru fabricarea roților dințate prin turnare din mase plastice sau prin sinterizare din pulberi metalice.

Conform schemei conceptuale prezentate în fig. 2.2, profilul dinților se formează prin interacțiunea fascicului energetic (laser, fascicul de electroni, raze X etc.)

## 2.2. Procedeu și sistem tehnologic de generare a danturilor angrenajului precesional prin mișcare sfero-spațială a sculei-electrod filiform

### 2.2.1. Aspecte tehnologice ale prelucrării prin electroeroziune

Procesul de prelucrare prin electroeroziune se bazează pe fenomenul eroziunii electrice, adică pe distrugerea electrozilor la trecerea impulsurilor curentului electric. Prelevarea metalului constă în încălzirea locală a suprafeței electrodului, topirea și vaporizarea acestuia.

Prin metoda de electroeroziune se pot prelucra piese de formă complexă, de exemplu, locașurile ștanțelor și presformelor, găurile de formă necilindrică etc. De obicei, metodele de electroeroziune se utilizează în principal pentru prelucrări de precizie ale pieselor aparaturii radioelectronice și pentru prelucrarea suprafețelor spațiale complexe.

Prelucrarea prin electroeroziune constă în dislocarea de materie din două obiecte prin topirea și vaporizarea unor zone mici de metal prin impulsuri de energie electrică, declanșate periodic de generatoare speciale. Prelucrarea are loc într-un mediu lichid și forțele hidrodinamice care se dezvoltă în spațiul interelectrozi în momentul descărcării împing cantitatea topită de metal din zona prelucrării. Astfel electrodul poate să erodeze treptat metal din piesa legată cu polul la care se degajă mai multă căldură. În fig. 2.4 sunt prezentate fazele succesive ale procesului de electroeroziune.

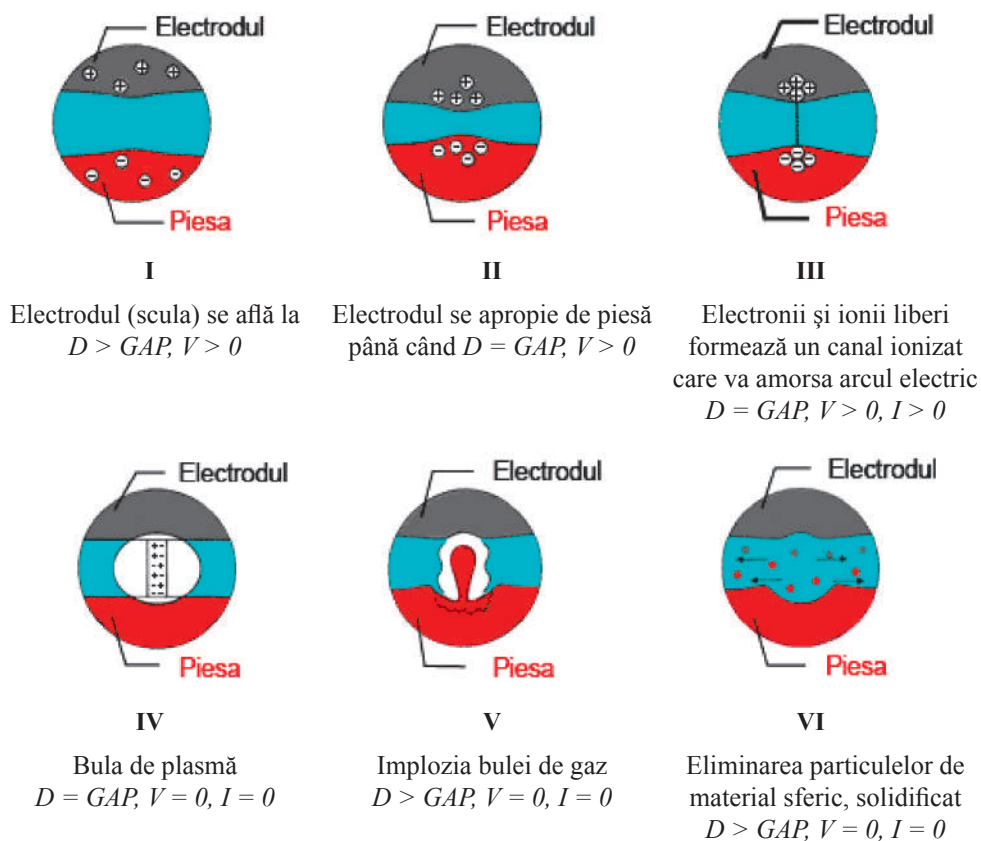
Procesul de electroeroziune se bazează pe dislocarea de material din două obiecte conductoare electric, aflate la o anumită distanță  $GAP$  unul de altul și între care există o diferență de potențial electric  $V$ .

Evolutiv, procesul de electroeroziune se desfășoară în câteva faze care se succedă, în funcție de diferența de potențial electric  $V$  și de depărtarea dintre piesă și electrod  $GAP$ .

**Faza I.** Presupunem că cele două obiecte (piesa și electrodul), aflate inițial la distanța  $D$  și diferența de potențial electric  $V$ , încep să se apropie unul de altul. Deci, în prima fază avem: depărtarea dintre piese  $D > GAP$ , diferență de potențial electric  $V > 0$ .

**Faza II.** Electrodul se apropie de piesă până la distanța la care se va străpunge dielectricul (mediul în care se află cele două obiecte – aer, apă distilată, un anumit compus petrolier etc.), adică va începe descărcarea electrică între cele două piese. Aici depărtarea dintre piese  $D = GAP$ , adică s-a format *interstițiul de lucru*, diferența de potențial electric  $V > 0$ .

**Faza III.** Electronii și ionii liberi formează un canal ionizat care amorsează arcul electric dintre sculă și piesă. La această fază depărtarea dintre piese  $D = GAP$ , iar



**Fig. 2.4.** Fazele de desfășurare a procesului de electroeroziune.

diferența de potențial electric  $V > 0$ , condiții în care apare curent electric  $I > 0$ . Prin vaporizarea locală a materiei, în lichidul de lucru se creează o bulă de gaz.

**Faza IV.** În condițiile din faza III  $D = GAP, V > 0, I > 0$ , în lichidul dielectric se creează o bulă de plasmă, care ridică brusc temperatura din zonă până la 8000-12000 °C și stimulează accelerarea fenomenului de dislocare de material în stare topită la suprafața celor doi electrozi.

**Faza V.** Electrocul se retrage din zona de lucru la o anumită distanță, după care diferența de potențial dintre sculă și piesă se întrerupe. Temperatura scade brusc și provoacă implozia bulei de gaz, creând forțe dinamice care au efectul de a proiecta materialul topit în afara craterului format.

**Faza VI.** Materialul erodat se solidifică în dielectric și este eliminat din zonă printr-un flux orientat de dielectric.

În tehnologiile moderne se utilizează motoare liniare, care comunică electrocului oscilații liniare cu frecvența de cca  $500 \text{ s}^{-1}$ , astfel atribuindu-i electrocului o

funcție similară cu cea a pompei cu piston, pentru înlăturarea materialului erodat din zona de lucru. Astfel, injectarea dielectricului în zonă nu mai este necesară.

Procesele descrise au loc în microvolum, se produc rapid și într-un număr foarte mare, astfel încât efectul cumulat al acestora devine macroscopic.

Deci, în urma producerii arcului electric, o anumită cantitate de materie va fi dislocată din cele două piese. Dacă nu se intervine asupra deplasării electrodului în direcția zonei de prelucrare, atunci arc electric se va menține doar până când distanța dintre cele două piese va depăși *GAP*-ul. În prelucrarea materialelor prin electroeroziune, fenomenul distructiv este optimizat și controlat prin feedback.

Referindu-ne la prelucrarea danturilor roților dințate cu precizie și calitate înaltă a suprafețelor, este necesar ca la elaborarea procedurii să se țină cont de anumite aspecte ale interacțiunii *electrod-piesă*.

Cantitatea de material dislocat prin eroziune din electrod și din piesă este asimetrică și depinde de anumiți parametri, cum sunt: polaritatea, conductibilitatea termică, punctul de topire a materialului piesei și a electrodului, caracteristicile curentului aplicat între piesă și electrod etc.

Prelucrarea prin electroeroziune se poate realiza prin impulsuri cu diferite frecvențe. Cu cât e mai înfim impulsul, cu atât se dezvoltă temperaturi mai înalte în canalul de descărcare. Cu cât impulsurile sunt mai scurte, cu atât puterea instantanee este mai mare, iar în rezultatul frânării electronilor o mare parte din energie se acumulează sub formă de căldură la anod. Temperatura anodului crește brusc și poate atinge  $10000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . În aceste condiții sporește vaporizarea metalului. La același material al piesei și al electrodului-sculă, electrodul legat la plusul sursei de curent (anodul) se va consuma mai intens. De aceea electrodul, în cazul în care se utilizează impulsuri scurte de curent, se plasează la catod.

Productivitatea prelucrării prin electroeroziune și rugozitatea suprafeței depind de energia, durata și frecvența impulsurilor comunicate sculei-electrod. La sporirea energiei impulsului unitar, crește cantitatea de metal înlăturată și, implicit, crește dimensiunea cavității formate, deci și rugozitatea suprafeței. În funcție de regimul de prelucrare, se pot obține rugozități de diferite dimensiuni, care definesc calitatea suprafeței prelucrate.

Raportul  $q$  dintre timpul de repetare a două impulsuri  $T$  și durata lor de acțiune  $\tau$  va fi:

$$q = \frac{T}{\tau}.$$

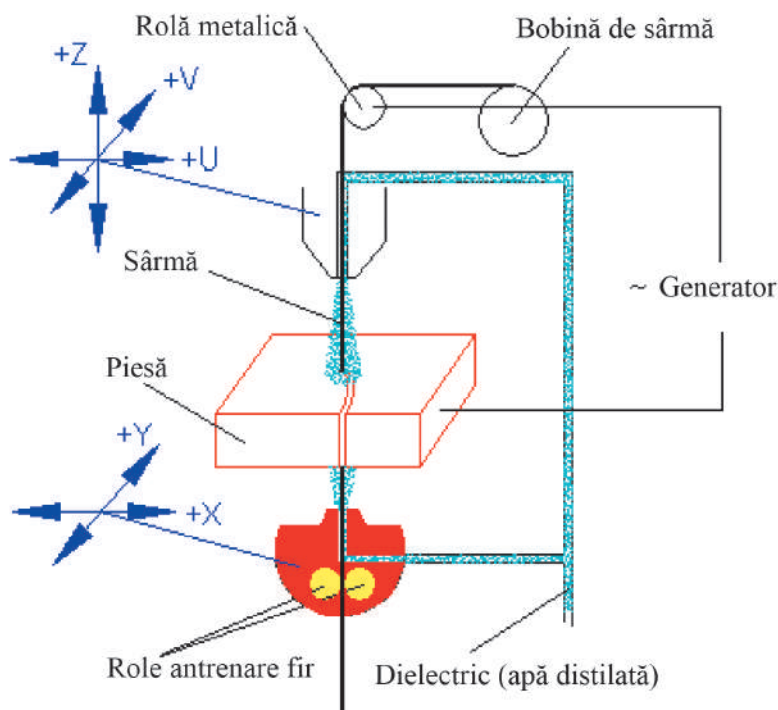
Folosirea factorilor  $q$  mici ( $q \leq 5$ ) este caracteristică pentru prelucrarea prin electroimpulsuri, iar a celor mari ( $q \leq 10$ ) – pentru prelucrarea prin electroscânteii. Dacă procesul este caracterizat de un factor  $q$  mic, interstițiul format trebuie să fie curățat prin trecerea lichidului de uzinare cu presiune suficientă.

Regimurile rudimentare de prelucrare sunt caracterizate printr-o mare energie a impulsurilor și o mică frecvență a repetării lor, adică un factor  $q$  mare (spre deosebire de regimurile de prelucrare fină).

Pentru prelucrarea pieselor din aliaje dure și alte materiale greu fuzibile, care formează crăpături în cazul răcirii rapide, se recomandă impulsurile de mică durată și cu factor  $q$  mic.

Pentru prelucrarea danturilor roților precesionale de dimensiuni mici pot fi utilizate tehnologii de prelucrare prin electroeroziune cu electrod filiform și masiv. O caracteristică deosebită a tehnologiilor de prelucrare prin electroeroziune este posibilitatea de execuție a matrițelor pentru fabricarea roților dințate prin metode înalt productive de turnare din mase plastice și de presare din pulberi metalice prin sinterizare.

În fig. 2.5 este prezentată schema principală a procesului de prelucrare prin electroeroziune cu electrod filiform. Mașinile de electroeroziune cu fir folosesc o sârmă (electrod), pentru a tăia un contur dorit (programat) într-o piesă metalică. Precizii deosebite se obțin folosind mașinile de electroeroziune cu fir la tăierea matrițelor sau poansoanelor, astfel asigurându-se ajustaje suficient de precise doar prin tăiere.



**Fig. 2.5.** Schema principală a procesului de prelucrare prin electroeroziune cu electrod filiform.



Tăierea se face în piesă, fiind necesară efectuarea unei găuri de plecare (pentru introducerea firului) sau plecarea dintr-o margine.

În zona de lucru, fiecare descărcare produce un crater în piesă (material înlăturat) și o uzură a sculei (electrodului), în cazul de față în fir. Firul poate fi înclinat, făcând posibile tăieri înclinate sau profiluri spațiale. În procesul de erodare firul nu intră niciodată în contact cu piesa. Firul (sârma) uzual este confecționat din alamă sau cupru, cu diametrul între  $0,02$  și  $0,3$  mm. Mașinile de electroeroziune cu fir (fig. 2.5) sunt mașini capabile de mișcări în 5 axe (capul inferior – 2 axe,  $X$  și  $Y$ , iar capul superior – 3 axe,  $U$ ,  $V$  și  $Z$ ). Piesa rămâne fixă în timpul prelucrării, solidară cu masa mașinii, care este dotată cu o ramă, pentru a da posibilitate firului să se deplaseze în spațiu și pe direcția lungimii acestuia.

### 2.2.2. Cinematica sistemului tehnologic de generare a danturilor angrenajului precesional

Procedeul de generare a danturilor roților poate fi realizat prin diferite scheme cinematice ale interacțiunii electrodului filiform (scula) cu semifabricatul (roata dințată). În fig. 2.6 este prezentată schema cinematică elaborată de autori, în care roata-semifabricat  $I$  efectuează doar mișcare de rotație în jurul axei sale, iar scula-electrod filiform efectuează o mișcare sfero-spațială incompletă în jurul unui punct fix, suprapus pe centrul de precesie. Aceste două mișcări trebuie să fie coordonate între ele, astfel încât să se respecte următoarele două condiții de principiu descrise în [1]:

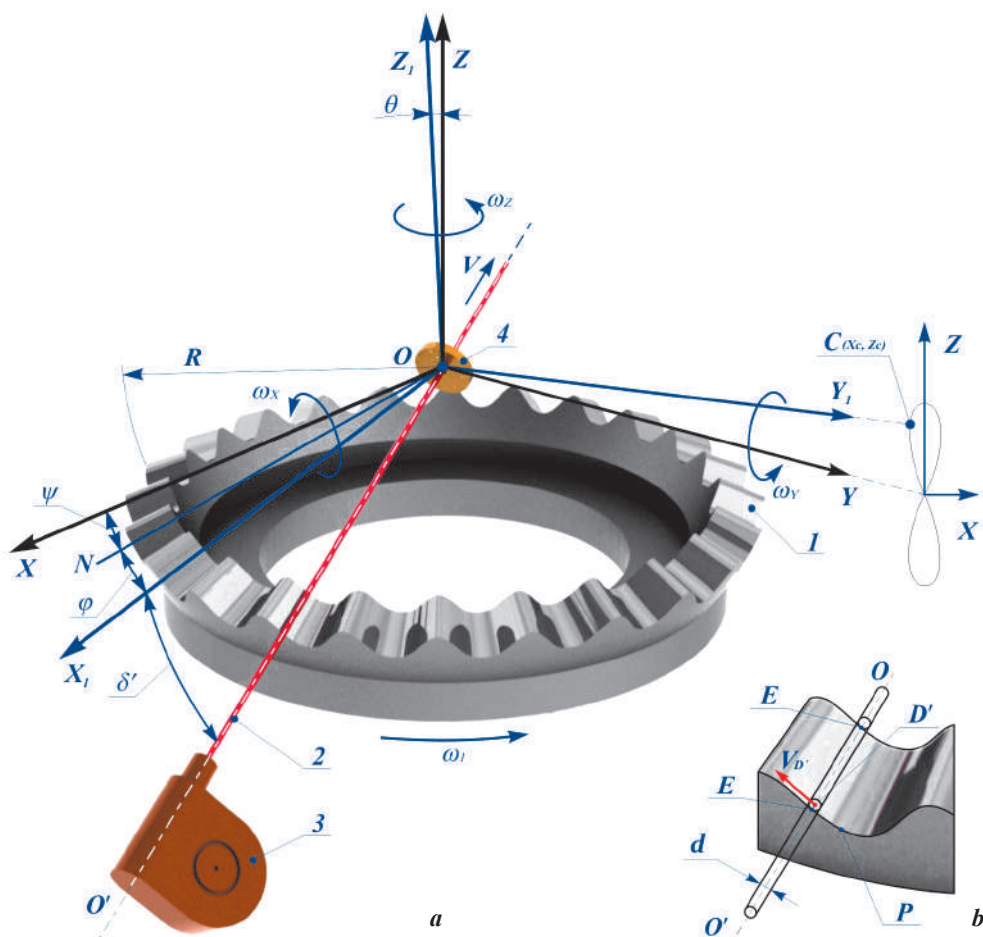
1. Traectoria mișcării liniei de contact a sculei-electrod filiform cu roata-semifabricat să reproducă traectoria mișcării liniei de contact dintre dinții angrenajului precesional real.

2. Forma profilului generat al dinților să asigure continuitatea funcției de transformare a mișcării, deci dacă pentru sistemul tehnologic de generare a dinților  $i = \frac{\omega_z}{\omega_1} = \text{constant}$ , atunci pentru angrenajul precesional real raportul vitezelor unghiulare ale arborelor conducător și condus de asemenea va fi constant.

Pentru respectarea acestor condiții este necesar ca traectoria mișcării spațiale a unui punct de contact al sculei-electrod filiform cu profilul dintelui în proces de generare să coincidă cu traectoria punctului similar de contact al dinților din transmisia reală cu mișcare sfero-spațială a satelitelui.

În fig. 2.6 *a* se propune schema principială de generare a danturii roților centrale ale angrenajului precesional prin electroeroziune cu mișcare sfero-spațială a electrodului filiform.

În schema prezentată admitem sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$  și sistemul mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$ , originile cărora coincid cu vârful axoidei conice a roții-semifabricat  $I$ .



**Fig. 2.6.** Schema principală de generare a danturii roților angrenajului precesional prin electroeroziune cu mișcare sfero-spațială a electrodului filiform (semifabricatul efectuează mișcare de rotație în jurul axei Z).

Roata-semifabricat  $1$  este instalată astfel încât axa ei să coincidă cu axa  $OZ$ , iar prelungirile generatoarelor profilului dinților în fabricare să intersecteze originea  $O$  a sistemelor imobil și mobil de coordonate, numit *centru de precesie*. Axa  $O'O$  a electrodului filiform (scula) de asemenea trece prin centrul de precesie  $O$ , este plasată în planul  $OX_1Z_1$  și formează cu planul  $OX_1Y_1$  unghiul  $\delta' = \delta + \beta - 0,5t$ . Unghiul  $\delta'$  este egal cu unghiul de conicitate a axoidei conice, pe suprafața căreia sunt plasate centrele razelor de curbură a profilului în arc de cerc ale dinților satelitului din angrenajul real.

Dispozitivul de înmagazinare  $3$  al electrodului filiform  $2$  este legat cu sistemul mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$ , astfel încât să asigure deplasarea acestuia de-a lungul

axei  $OO'$ . Interpolatorul 4 orientează deplasarea electrodului filiform 3 strict pe axa  $OO'$ , asigurând încontinuu trecerea lui prin centrul de precesie  $O$ . Sistemul mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$ , de care este legat fix dispozitivul de înmagazinare 3 al electrodului filiform 2, efectuează în raport cu sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$  mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$ , descrisă cu unghiurile Euler  $\psi$ ,  $\varphi$ , și  $\theta$ .

Unghiul  $\theta$  este *unghiul de nutație* și corespunde cu unghiul de înclinare a arborelui-manivelă al transmisiei reale, pe care este instalat satelitul precesional; unghiul  $\varphi$  este unghiul dintre linia nodurilor (de întretăiere a planurilor  $OXY$  și  $OX_1Y_1$ ) și axa  $OX_p$ , definit ca *unghi de rotire proprie* (în transmisia reală reprezintă unghiul de rotire a satelitului în jurul axei proprii) și unghiul  $\psi$  – unghiul dintre linia nodurilor și axa  $OX$ , definit ca *unghi de precesie* (în transmisia reală corespunde unghiului de rotire a arborelui-manivelă). În mișcarea sfero-spațială, aceste unghiuri le considerăm în raport cu linia nodurilor și, corespunzător, cu  $OX$  și  $OZ$  cu sens de rotire împotriva direcției acelor de ceasornic.

### 2.2.3. Descrierea analitică a traiectoriei mișcării punctului de contact al sculei-electrod filiform cu roata-semifabricat

Procedeul și sistemul tehnologic de generare a danturilor cu sculă-electrod filiform se bazează pe următoarele condiții restrictive:

- traiectoria mișcării punctului de contact  $E$  al sculei-electrod filiform cu roata-semifabricat se descrie în ecuații parametrice  $X_E$ ,  $Y_E$ ,  $Z_E$  pe sfera cu raza  $R$  pentru coraportul parametrilor  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\beta$  și  $Z$ , care determină geometria angrenajului precesional al transmisiei reale [1]. Respectarea coraportului parametrilor geometrici  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\beta$  și  $Z$  ai angrenajului real este obligatorie pentru a asigura multiplicitatea absolută ( $\varepsilon = 100\%$ ) a angrenării dinților și continuitatea funcției de transformare a mișcării ( $i = constant$ );
- scula-electrod filiform se amplasează în spațiu astfel încât axa ei să intersecteze centrul  $O$  și să formeze cu planul  $OX_1Y_1$  al sistemului mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$  unghiul:

$$\delta' = \delta + \beta - \operatorname{arctg} \frac{0,5t}{R},$$

unde  $\delta$  este unghiul egal cu unghiul axoidei conice, pe suprafața căruia sunt plasate centrele razelor de curbură  $r$  a profilului în arc de cerc al dinților danturii satelitului cu care angrenează roata centrală fabricată;

$$\beta - \text{unghiul de vârf al dintelui satelitului } \beta = \operatorname{arctg} \frac{r}{R}$$

$t$  – interstițiul format de către scula-electrod în procesul de electroeroziune;

- sculei-electrod filiform i se comunică în raport cu roata-semifabricat mișcare sfero-spațială în jurul centrului  $O$ ;

- roții-semifabricat i se comunică mișcare de rotație uniformă în jurul axei sale;
- scula-electrod împreună cu dispozitivul de înmagazinare al acestuia sunt limitați de mișcarea de rotație în jurul axei  $Z_1$  a sistemului mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$ , fiind legați cu sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$  printr-o articulație cinematică (similară articulației *HOOKE*).

În conformitate cu schema principială prezentată în fig. 2.6 b, dacă punctul  $E$  este punctul de contact al sculei-electrod cu roata-semifabricat, atunci linia  $EE$  poate fi definită ca contactul liniar al sculei-electrod filiform cu dintele roții în proces de generare. Deci, linia  $EE$  reprezintă zona în care are loc procesul de erodare a profilului dinților roții-semifabricat prin electroeroziune cu scula-electrod filiform generatoare de profil.

Deoarece punctul de contact  $E$  aparține concomitent atât sculei-electrod, cât și profilului dintelui în fabricare, coordonatele profilului dinților  $X_E$ ,  $Y_E$  și  $Z_E$  proiectate pe sfera cu raza  $R$  reprezintă și coordonatele traiectoriei mișcării punctului  $E$  al sculei-electrod. Deci, după coordonatele  $X_E$ ,  $Y_E$  și  $Z_E$  vom realiza o mișcare sfero-spațială a sculei-electrod.

Pentru determinarea coordonatelor  $X_E$ ,  $Y_E$  și  $Z_E$ , efectuăm următoarele transformări.

Legătura dintre coordonatele sculei-electrod filiform, date în sistemul de coordonate mobil  $OX_1Y_1Z_1$  și în sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$ , o exprimăm în ecuații parametrice prin analiza poziționării evolutive a sculei-electrod filiform când axele sistemelor de coordonate inițial coincid și în final sunt deplasate.

Utilizând procedurile cunoscute de transformare a coordonatelor dintr-un sistem de coordonate în altul, în cazul mișcării sfero-spațiale obținem ecuațiile:

$$\begin{aligned}
 X &= X_1(\cos\psi \cos\varphi - \sin\psi \sin\varphi \cos\theta) - Y_1(\cos\psi \sin\varphi + \\
 &+ \sin\psi \cos\varphi \cos\theta) + Z_1 \sin\psi \sin\theta; \\
 Y &= X_1(\sin\psi \cos\varphi + \cos\psi \sin\varphi \cos\theta) - Y_1(\sin\psi \sin\varphi - \\
 &- \cos\psi \cos\varphi \cos\theta) - Z_1 \cos\psi \sin\theta; \\
 Z &= X_1 \sin\varphi \sin\theta + Y_1 \cos\varphi \sin\theta + Z_1 \cos\theta.
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

Referindu-ne la transmisia precesională reală, între unghiul de rotație a arborului-manivelă  $\psi$  și unghiul de rotație  $\varphi$  a satelitelui în jurul axei proprii  $O$  există legătura cinematică, definită de angrenarea dinților la diferite faze de precesie.

În procesul de prelucrare a dinților roților centrale, între scula-electrod filiform și dinte trebuie să se respecte aceeași legătură cinematică ca și în angrenajul real. Pentru stabilirea acestei legături, admitem ca într-un oarecare moment linia de con-

tact  $EE$  a electrodului filiform 2 cu dintele în proces de generare trece prin punctul  $P$  (fig. 2.6 b), plasat la piciorul dintelui.

Conform schemei principale adoptate, axa  $O'O$  a electrodului filiform legat fix cu sistemul mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$  se află în planul  $OX_1Z_1$  și formează cu planul  $OX_1Y_1$  unghiul  $\delta'$ . Din punct de vedere tehnologic, electrodul filiform 2 trebuie să se deplaseze de-a lungul profilului dintelui roții centrale, pe care îl formează. Viteza punctului de contact  $P$  al roții-semifabricat cu electrodul filiform care aparține acestuia poate fi exprimată prin:

$$\overline{V}_p = \overline{\omega} \times \overline{OP} = 0. \quad (2.2)$$

Mișcarea sfero-spațială a sculei-electrod poate fi considerată ca rezultatul adunării a trei mișcări de rotație în jurul axelor care se intersectează, și anume în jurul axei  $OZ$  cu viteza unghiulară  $\dot{\psi}\bar{k}$ , în jurul liniei nodurilor cu viteza unghiulară  $\dot{\theta}\bar{i}'_1$  și în jurul axei  $OZ_1$  cu viteza unghiulară  $\dot{\phi}\bar{k}_1$ . În rezultat reiese că:

$$\overline{\omega} = \dot{\psi}\bar{k} + \dot{\theta}\bar{i}'_1 + \dot{\phi}\bar{k}_1, \quad (2.3)$$

unde  $\dot{\psi}$ ,  $\dot{\theta}$ ,  $\dot{\phi}$  sunt derivatele unghiurilor Euler în funcție de timp;

$\bar{k}$ ,  $\bar{i}'_1$ ,  $\bar{k}_1$  sunt vectori unitari.

Considerând că în schema cinematică a procesului de generare (fig. 2.6) unghiul  $\theta$  dintre axa  $OZ_1$  a sistemului mobil  $OX_1Y_1Z_1$  de coordonate și axa  $OZ$  a sistemului imobil  $OXYZ$  este constant (ca și în transmisiile precesionale reale), atunci  $\dot{\theta}=0$ , iar ecuația (2.3) ia forma:

$$\overline{\omega} = \dot{\psi}\bar{k} + \dot{\phi}\bar{k}_1. \quad (2.4)$$

Substituind (2.4) în (2.2), obținem:

$$\dot{\psi}(\bar{k} \times \overline{OP}) + \dot{\phi}(\bar{k}_1 \times \overline{OP}) = 0. \quad (2.5)$$

Produsele vectoriale  $(\bar{k} \times \overline{OP})$  și  $(\bar{k}_1 \times \overline{OP})$  pot fi prezentate în forma:

$$\bar{k} \times \overline{OP} = \begin{vmatrix} \bar{i}_1 & \bar{j}_1 & \bar{k}_1 \\ k_{X_1} & k_{Y_1} & k_{Z_1} \\ (\overline{OP})_{X_1} & (\overline{OP})_{Y_1} & (\overline{OP})_{Z_1} \end{vmatrix}; \quad \bar{k}_1 \times \overline{OP} = \begin{vmatrix} \bar{i}_1 & \bar{j}_1 & \bar{k}_1 \\ k_{1X_1} & k_{1Y_1} & k_{1Z_1} \\ (\overline{OP})_{X_1} & (\overline{OP})_{Y_1} & (\overline{OP})_{Z_1} \end{vmatrix}, \quad (2.6)$$

unde  $\bar{i}$ ,  $\bar{j}$ ,  $\bar{k}$  sunt vectorii unitari pe direcția axelor sistemului mobil de coordonate  $OX_1$ ,  $OZ_1$  și  $OY_1$ ;

$k_{x_1}, k_{y_1}, k_{z_1}, k_{1x_1}, (\overline{OP})_{x_1}, (\overline{OP})_{y_1}, (\overline{OP})_{z_1}$  reprezintă, respectiv, proiecțiile vectorilor  $\overline{k}, \overline{k}_1, \overline{OP}$  pe axele  $OX_1, OY_1, OZ_1$ .

În acest caz avem:

$$\begin{aligned} k_{x_1} &= 0; & k_{y_1} &= \sin \theta; & k_{z_1} &= \cos \theta; \\ k_{1x_1} &= 0; & k_{1y_1} &= 0; & k_{1z_1} &= 1; \\ (\overline{OP})_{x_1} &= 0; & (\overline{OP})_{y_1} &= -OP \cos(\beta + \delta); & (\overline{OP})_{z_1} &= -OP \sin(\beta + \delta). \end{aligned} \quad (2.7)$$

Înlocuind (2.7) în (2.6), după deschiderea determinantilor, obținem:

$$\begin{aligned} \overline{k} \times \overline{OP} &= \begin{vmatrix} \overline{i}_1 & \overline{j}_1 & \overline{k}_1 \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \\ 0 & -OP \cos(\beta + \delta) & -OP \sin(\beta + \delta) \end{vmatrix} = \\ &= \overline{i}_1 OP [-\sin(\beta + \delta) \sin \theta + \cos(\beta + \delta) \cos \theta] = \overline{i}_1 OP \cos(\beta + \delta) = \overline{i}_1 R_1; \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$\overline{k}_1 \times \overline{OP} = \begin{vmatrix} \overline{i}_1 & \overline{j}_1 & \overline{k}_1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -OP \cos(\delta + \beta) & -OP \sin(\beta + \delta) \end{vmatrix} = \overline{i}_1 OP \cos(\beta + \delta) = \overline{i}_1 R_2. \quad (2.9)$$

Înlocuind (2.8) și (2.9) în (2.5), obținem:

$$\overline{i}_1 (\psi R_1 + \phi R_2) = 0, \quad (2.10)$$

de unde

$$\psi R_1 + \phi R_2 = 0,$$

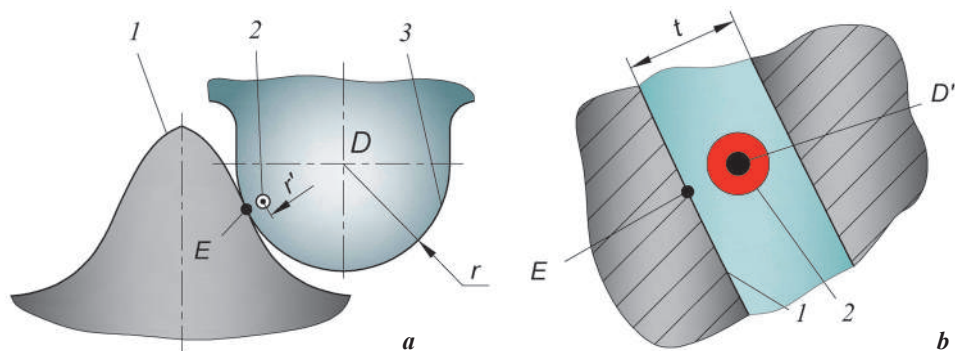
iar

$$\phi = -\frac{R_1}{R_2} \psi.$$

Deoarece în transmisia reală există raportul  $R_1/R_2 = Z_1/Z_2$ , unde  $R_1, R_2, Z_1, Z_2$  sunt razele roților angrenate și, respectiv, numărul lor de dinți,  $\phi = -Z_1 \psi / Z_2$  și, corespunzător, reiese că:

$$\phi = -Z_1 \psi / Z_2. \quad (2.11)$$

În fig. 2.7 este prezentată schema interacțiunii dinților în angrenajul precesional real cu contactul dinților în punctul  $E$  (fig. 2.7 a). Același punct  $E$  în fig. 2.7 b reprezintă contactul sculei-electrod cu dintele roții-semifabricat, traiectoria mișcării căruia definește forma profilului dinților executați.



**Fig. 2.7.** Schema interacțiunii dinților în angrenajul precesional real cu contactul dinților în punctul  $E$  (a) și de formare a profilului prin contactul sculei-electrod cu dintele roții-semifabricat în același punct  $E$  (b).

Pentru a asigura multiplicitatea angrenării dinților și continuitatea funcției de transformare a mișcării în angrenajul precesional real, coordonatele punctului  $E$  ( $X_E Y_E Z_E$ ) trebuie determinate ținând cont de coraportul parametrilor  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\beta$ ,  $Z$ , care influențează asupra geometriei angrenajului [1].

De aceea, pentru determinarea coordonatelor  $X_E Y_E Z_E$  ale punctului  $E$ , notăm cu punctul  $D$  (fig. 2.7 a) centrul razei de curbură a profilului în arc de cerc al dintelui satelitelui. Poziția punctului  $D$  până la originea sistemului mobil de coordonate  $O X_I Y_I Z_I$  este determinată de coordonatele:

$$X_{I_D} = 0; Y_{I_D} = -R \cos \delta; Z_{I_D} = -R \sin \delta, \quad (2.12)$$

unde  $R$  este distanța de la punctul  $D$  până la centrul de precesie  $O$ ;

$\delta$  este unghiul axoidei conice pe suprafața căreia sunt plasate centrele razelor de curbură  $r$  a profilului dinților în arc de cerc ale danturii satelitelui cu care angrenează roata centrală fabricată.

Înlocuind (2.12) în (2.1) și luând în considerație (2.11), obținem coordonatele punctului  $D$  în funcție de unghiul de precesie  $\psi$ :

$$\begin{aligned} X_D &= R \cos \delta \left[ -\cos \psi \sin(Z_I \psi / Z_2) + \sin \psi \cos(Z_I \psi / Z_2) \cos \theta \right] - R \sin \delta \sin \psi \sin \theta; \\ Y_D &= -R \cos \delta \left[ \sin \psi \sin(Z_I \psi / Z_2) + \cos \psi \cos(Z_I \psi / Z_2) \cos \theta \right] + R \sin \delta \cos \psi \sin \theta; \\ Z_D &= -R \cos \delta \cos(Z_I \psi / Z_2) \sin \theta - R \sin \delta \cos \theta. \end{aligned} \quad (2.13)$$

Punctul  $D$  se mișcă pe suprafața sferică cu raza  $R$  cu originea în centrul de precesie  $O$ . Cunoscând traiectoria mișcării punctului  $D$ , putem determina coordonatele  $X_E Y_E Z_E$  ale punctului de contact  $E$ .

Pentru aceasta considerăm că punctul de contact  $E$  este situat la distanța  $r$ , egală cu raza profilului în arc de cerc din transmisia reală pe direcția normală la vectorul vitezei  $\vec{V}_D$  al punctului  $D$  (centrul razei de curbură a profilului în arc de cerc al dințelului satelitului).

În continuare determinăm proiecțiile vectorului vitezei  $\vec{V}_D$  a punctului  $D$  pe axele de coordonate mobile. Derivând în timp ecuațiile (2.13), obținem:

$$\begin{aligned} \dot{X}_D &= R\dot{\psi} \cos \delta [\sin \psi \sin(\psi Z_1 / Z_2) - (Z_1 / Z_2) \cos \psi \cos(\psi Z_1 / Z_2) + \\ &+ \cos \psi \cos(\psi Z_1 / Z_2) \cos \theta - (Z_1 / Z_2) \sin \psi \sin(\psi Z_1 / Z_2) \cos \theta] - \\ &- R\dot{\psi} \sin \delta \cos \psi \sin \theta; \\ \dot{Y}_D &= -R\dot{\psi} \cos \delta [\cos \psi \sin(\psi Z_1 / Z_2) + (Z_1 / Z_2) \sin \psi \cos(\psi Z_1 / Z_2) - \\ &- \sin \psi \cos(\psi Z_1 / Z_2) \cos \theta - (Z_1 / Z_2) \cos \psi \sin(\psi Z_1 / Z_2) \cos \theta] - \\ &- R\dot{\psi} \sin \delta \sin \psi \sin \theta; \\ \dot{Z}_D &= R\dot{\psi} (Z_1 / Z_2) \cos \delta \sin(\psi Z_1 / Z_2) \sin \theta, \end{aligned} \quad (2.14)$$

unde  $\dot{\psi}$  este viteza unghiulară de rotire a liniei nodurilor în jurul axei  $OZ$ .

Pentru determinarea poziției punctului  $E$  pe suprafața sferică, găsim ecuația planului  $\Pi$ , perpendicular pe vectorul vitezei  $\vec{V}_D$  și care trece prin punctele  $D$  și  $O$ . Ecuația planului  $\Pi$ , o scriem ca produs dublu vectorial:

$$[\overline{OD} \times \overline{OC}] \times \vec{V}_D = 0, \quad (2.15)$$

unde  $\overline{OD}$  și  $\overline{OC}$  sunt vectorii care exprimă, respectiv, poziția punctului  $D$  și a unui punct arbitrar  $C$  al planului în raport cu originea sistemului imobil de coordonate  $OXYZ$ .

Produsul vectorial  $[\overline{OD} \times \overline{OC}]$  îl exprimăm în formă de determinant de ordinul trei și îl deschidem după elementele primului rând, astfel obținem:

$$[\overline{OD} \times \overline{OC}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ X_D & Y_D & Z_D \\ X & Y & Z \end{vmatrix} = \vec{i}(Y_D Z - Z_D Y) + \vec{j}(Z_D X - X_D Z) + \vec{k}(X_D Y - Y_D X), \quad (2.16)$$

unde  $X_D, Y_D, Z_D$  sunt coordonatele punctului  $D$ ;

$X, Y, Z$  – coordonatele punctului arbitrar  $C$  pe planul  $\Pi$  perpendicular pe vectorul  $\vec{V}_D$ , care trece prin centrul de precesie  $O$  și punctul  $D$ .

Utilizând ecuațiile (2.16), analogic descriem și ecuația vectorială (2.15):



$$\left[ \overline{OD} \times \overline{OC} \right] \times \overline{V}_D = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ Y_D Z - Z_D Y & Z_D X - X_D Z & X_D Y - Y_D X \\ \dot{X}_D & \dot{Y}_D & \dot{Z}_D \end{vmatrix} = 0, \quad (2.17)$$

sau

$$\begin{aligned} \dot{Z}_D (XZ_D - ZX_D) - \dot{Y}_D (YX_D - XY_D) &= 0; \\ \dot{X}_D (YX_D - XY_D) - \dot{Z}_D (ZY_D - YZ_D) &= 0, \end{aligned}$$

de unde

$$\dot{Y}_D (ZY_D - YZ_D) - \dot{X}_D (XZ_D - ZX_D) = 0; \quad (2.18)$$

o adoptăm ca ecuația planului căutat.

În continuare găsim coordonatele punctului de contact  $E$ , traiectoria căruia reprezintă mișcarea punctului de contact al electrodului filiform cu roata-semifabricat, deci și profilul dinților generați. Punctul de contact  $E$  aparține planului perpendicular pe vectorul vitezei  $\overline{V}_D$  (punctului  $D$ ), care trece prin centrul de precesie  $O$  și simultan aparține sferei cu raza  $R$  cu originea în centrul sistemului imobil de coordonate  $OXYZ$ .

Considerând că punctul  $E$  aparține planului  $\Pi$ , coordonatele lui satisfac ecuația:

$$(Z_D X_E - X_D Z_E) \dot{X}_D - (Y_D Z_E - Z_D Y_E) \dot{Y}_D = 0, \quad (2.19)$$

iar în cazul în care punctul  $E$  aparține sferei, coordonatele lui satisfac și ecuația acesteia:

$$X_E^2 + Y_E^2 + Z_E^2 - R^2 = 0. \quad (2.20)$$

Trebuie să menționăm că unghiul dintre  $\overline{OD}$  și  $\overline{OE}$ , notificat cu  $\beta$ , reprezintă unghiul conicității dinților descriși în arc de cerc ai satelitelui. Conform particularităților constructive ale angrenajului real, prelungirile generatoarelor dinților satelitelui în arc de cerc obligatoriu trebuie să se intersecteze în centrul de precesie  $O$ , deci:

$$\overline{OD} \times \overline{OE} = R^2 \cos \beta,$$

sau

$$X_E X_D + Y_E Y_D + Z_E Z_D - R^2 \cos \beta = 0. \quad (2.21)$$

Din (2.21) găsim:

$$X_E = (R^2 \cos \beta - Y_E Y_D - Z_E Z_D) / X_D. \quad (2.22)$$

Înlocuind (2.22) în (2.19), obținem:

$$Y_E = k_1 Z_E - d_1, \quad (2.23)$$

unde s-au admis notările:

$$k_1 = \left[ X_D (X_D \dot{X}_D + Y_D \dot{Y}_D) + Z_D^2 \dot{X}_D \right] / (X_D \dot{Y}_D - Y_D \dot{X}_D) Z_D ;$$

$$d_1 = R^2 \cos \beta \dot{X}_D / (X_D \dot{Y}_D - Y_D \dot{X}_D).$$

Înlocuind (2.23) în (2.22), obținem:

$$X_E = k_2 Z_E + d_2, \quad (2.24)$$

unde

$$k_2 = -(k_1 Y_D + Z_D) / X_D ;$$

$$d_2 = (R^2 \cos \beta + d_1 Y_D) / X_D.$$

Substituind (2.23) și (2.24) în ecuația sferei (2.20) și rezolvând-o în raport cu  $Z_E$ , obținem:

$$Z_E = \left\{ (k_1 d_1 - k_2 d_2) \pm [(k_1 d_1 - k_2 d_2)^2 + (k_1^2 + k_2^2 + I)(R^2 - d_1^2 - d_2^2)]^{1/2} \right\} \times \\ \times (k_1^2 + k_2^2 + I)^{-1}. \quad (2.25)$$

Datorită faptului că profilul dinților se formează conform traiectoriei mișcării punctului  $E$  descrise cu coordonatele  $X_E$ ,  $Y_E$ ,  $Z_E$  (realizate prin contactul sculei-electrod cu roata-semifabricat), amplasate pe sfera echidistantă de traiectoria descrisă de punctul  $D$ , este necesar ca  $Z_E < Z_D$ , atunci:

$$Z_E = \left\{ (k_1 d_1 - k_2 d_2) - [(k_1 d_1 - k_2 d_2)^2 + (k_1^2 + k_2^2 + I)(R^2 - d_1^2 - d_2^2)]^{1/2} \right\} \times \\ \times (k_1^2 + k_2^2 + I)^{-1}. \quad (2.26)$$

Menționăm că forma profilului dinților roților centrale ale angrenajului precesional, descrisă prin ecuațiile parametrice (2.23), (2.24) și (2.26), este convex-concavă și variabilă în funcție de parametrii geometrici  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\beta$  și  $Z$ , fapt din care reiese că și traiectoriile mișcării punctului de contact *sculă – roata-semifabricat* (zona de erodare) diferă de la angrenaj la angrenaj.

Generarea danturilor roților angrenajului precesional prin electroeroziune cu electrod filiform poate fi realizată pe diferite mașini-unelte specializate cu comandă numerică cu 3 sau cu 5 grade de mobilitate.

Softurile de comandă a mașinii-unelte cu comandă numerică trebuie să asigure sculei-electrod filiform mișcări de rotație  $\omega_x$ ,  $\omega_y$ ,  $\omega_z$  în jurul a 3 axe  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , iar roții-semifabricat – mișcare de rotație  $\omega_s$  în jurul axei  $Z$  (fig. 2.6). Mișcările respective trebuie să fie coordonate între ele, astfel încât coordonatele traiectoriei mișcării punctului de contact sculă-electrod filiform (punctul  $E$ , fig. 2.6 *b*) să satisfacă ecuațiile parametrice (2.23), (2.24) și (2.26) (respectiv, pentru  $Y_E$ ,  $X_E$  și  $Z_E$ ).

În baza cercetărilor [1] s-a constatat că în transmisiile planetare precesionale cu mișcare sfero-spațială a satelitelui viteza punctului de contact al dinților este variabilă. În funcție de coraportul parametrilor geometrici ai angrenajului  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\beta$  și  $Z$ , coeficientul variabilității vitezei relative a punctului de contact al dinților poate atinge valori de la 1,2 până la 16,6. În același timp, reieșind din necesitatea asigurării continuității funcției de transformare a mișcării în TPP reală, cinematica procesului de generare a danturilor cu scula precesională trebuie să asigure condiția  $\omega_z/\omega_z=const.$

Referindu-ne la cerințele de regim ale procesului de fabricare în cauză, menționăm că coraportul mișcărilor de rotație a sculei-electrod în jurul axelor  $OX_I$ ,  $OY_I$  și  $OZ_I$  (care definesc mișcarea sfero-spațială) trebuie corelate cu viteza unghiulară  $\omega_s$  a semifabricatului, astfel încât viteza liniară a centrului secțiunii transversale a sculei-electrod filiform  $D'$  (fig. 2.6 b)  $V_{D'}$ , să fie constantă.

Această condiție ( $V_{D'}=const$ ) este dictată de însăși procesul de electroeroziune cu electrod filiform, și anume de necesitatea asigurării interstițiului  $t=const$  ca dimensiune pe întreaga durată a procesului de generare a profilului dinților. Deoarece diametrul sculei-electrod filiform este de  $0,02\div 0,2\text{ mm}$  și constituie în raport cu raza de curbură a profilului dinților satelitelui doar 1-10%, putem considera că vitezele liniare  $V_{D'}\approx V_E$ . Viteza liniară relativă  $V_E$  a punctului de contact  $E$  se determină la fel ca și cea a punctului  $D$  după expresia:

$$V_E = \psi \sqrt{I^2 + II^2 + III^2}, \quad (2.27)$$

unde

$$I = \frac{Z_1}{Z_2} \sin \theta \cos \psi Z_E - \left( 1 - \frac{Z_1}{Z_2} \cos \theta \right) Y_E;$$

$$II = \frac{Z_1}{Z_2} \sin \theta \sin \psi Z_E + \left( 1 - \frac{Z_1}{Z_2} \cos \theta \right) X_E;$$

$$III = \frac{Z_1}{Z_2} \sin \theta \sin \psi Y_E + \cos \psi X_E.$$

Varierea vitezei liniare  $V_{D'}$  a sculei-electrod filiform în raport cu roata-semifabricat conduce la varierea dimensiunii  $t$  a interstițiului, și anume la creșterea vitezei liniare  $V_{D'}$  – dimensiunea interstițiului scade și invers. Varierea dimensiunii interstițiului ar introduce erori în forma profilului și ar diminua angrenarea multipară a dinților, fapt ce ar avea un impact negativ asupra altor caracteristici funcționale ale TPP.

De aceea, pentru asigurarea constantei vitezei liniare  $V_{D'}$  a sculei-electrod în raport cu roata-semifabricat, vitezele unghiurilor  $\omega_{X_I}$ ,  $\omega_{Y_I}$ ,  $\omega_{Z_I}$  ale sculei-electrod în

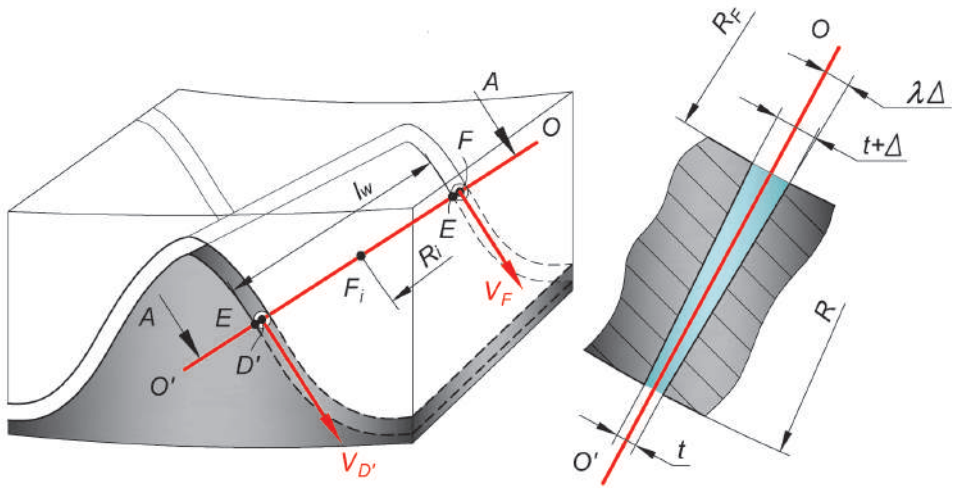


Fig. 2.8. Varierea interstițiului  $t$  pe lungimea dintelui  $l_w$ .

jurul axelor  $OX_p, OY_p, OZ_p$  le calculăm în raport cu punctul  $E$  (plasat pe sfera cu raza  $R$ ), reieșind din condiția  $V_E = V_{D'} = \text{constant}$ , în conformitate cu [2, p.1.4.2].

Trebuie de menționat că pentru aceiași parametri cinematici (regimuri de lucru) ai mișcărilor sculei-electrod și roții-semifabricat, viteza liniară a sculei-electrod pe lungimea dintelui  $l_w$  (fig. 2.8) variază conform relației:

$$V_{F_i} = \frac{V_{D'} \cdot R_i}{R} = \frac{V_E \cdot R_i}{R},$$

unde  $V_{F_i}$  este viteza liniară a sculei-electrod într-un oarecare punct  $F_i$  plasat pe lungimea dintelui  $l_w$ :

$R_i$  – raza plasării punctului  $F_i$  de la centrul de precesie  $O$ .

Varierea vitezei liniare  $V_{F_i}$  a sculei-electrod pe lungimea dintelui  $l_w$  conduce la varierea dimensiunii interstițiului  $t$ , și anume, în secțiunea dintelui cotateă cu raza  $R_F$ , acesta va fi mai mare cu o oarecare mărime  $\Delta$ . Valoarea  $\Delta$  depinde de viteza liniară  $V_F$  a punctului de contact  $F$  (de lungimea dintelui  $l_w$ ), de materialul roții fabricate, de regimurile de lucru al procesului de electroeroziune etc. și se determină experimental de către specialistul-tehnolog.

Conform rezultatelor măsurărilor interstițiului  $t$  în secțiunile transversale de extremă ale dintelui, se calculează unghiul  $\lambda_{\Delta}$ , cu valoarea căruia se micșorează unghiul  $\delta'$  de plasare a sculei-electrod față de planul  $OX_1Y_1$  (fig. 2.6) în cazul prelucrării roților centrale ale angrenajului precesional. În cazul generării suprafețelor negative (oglină) ale matrițelor pentru forma de turnare sau presare, valoarea unghiului  $\lambda_{\Delta}$  se adaugă la valoarea unghiului  $\delta'$ .

#### 2.2.4. Considerarea erorii de schemă în procesul de generare a dinților

Transformarea mișcării și sarcinii în transmisiile planetare precesionale cinemate se bazează pe mișcarea sfero-spațială a satelitelui constituit din două coroane de dinți cu profil în arc de cerc, care este plasat între două roți centrale cu dinți cu profil convex-concav (fig. 2.1 c). Coroanele de dinți ale satelitelui angrenează, pe de o parte, cu dinții roții centrale imobile, iar pe de altă parte – cu dinții roții centrale mobile, fixate pe arborele condus.

Angrenarea dinților satelitelui cu dinții roții imobile introduce în poziționarea arborelui condus o anumită eroare unghiulară, denumită *eroare de schemă* [1]. Valoarea acestei erori depinde de unghiurile mișcării sfero-spațiale de precesie  $\psi$  și de nutație  $\theta$ , precum și de unghiul axoidei conice  $\delta$ .

În tehnologia de generare a danturilor roților centrale ale TPP [1, 3], influența acestei *erori de schemă* se exclude prin modificarea (corecția) profilului dinților, utilizând o articulație de legătura cinematică a sculei precesionale cu batiul.

În cazul generării profilurilor pe mașini-unelte cu comandă numerică cu 3 sau cu 5 grade de mobilitate, influența acestei erori de schemă poate fi exclusă prin corectarea mișcărilor de rotație a axelor  $OX_1$  și  $OZ_1$  ale sistemului mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$  în jurul axelor corespunzătoare ale sistemului imobil de coordonate  $OXYZ$  (fig. 2.6). Pentru corectarea acestor mișcări de rotație, este necesar să determinăm gradul dependenței erorii de schemă de parametrii geometrici ai angrenajului precesional, identificând totodată direcția de influență a acesteia asupra profilului dinților.

În acest scop, în schema principală a generării danturilor prin electroeroziune cu scula-electrod precesională (fig. 2.6), dispozitivul de înmagazinare al firului-electrod 3 fixat cu sistemul mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$ , îl legăm cu sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$  cu o articulație cinematică, care oprește rotirea sculei-electrod în jurul axei  $OZ$ . Articulația cinematică trebuie să asigure o astfel de legătură încât  $\omega_z/\omega_1 = \text{constant}$ .

Pentru determinarea valorii erorii de schemă, pe axa mobilă  $OX_1$  notăm un punct  $C$  care aparține articulației și este plasat la depărtarea  $R$  de la centrul de precesie  $O$ .

Admitem ca roata imaginară cu numărul de dinți  $Z_2$ , formată de traiectoria mișcării punctului de contact  $E$  (al sculei-electrod 2 cu roata-semifabricat 1), intră în angrenaj cu roata-semifabricat cu numărul de dinți  $Z_1 = Z_2 \pm 1$ . În acest caz, la un ciclu precesional al sculei-electrod 2 roata semifabricat 1 se rotește la unghiul  $\psi_1$ , valoarea căruia este determinată de diferența de dinți ai roților imaginare și ai roții-semifabricat, adică:

$$\psi_1 = \frac{2\pi}{Z_1}(Z_2 - Z_1). \quad (2.28)$$

Pentru identificarea funcției de poziționare a articulației cinematice  $\psi_1=f(\psi)$ , este necesar să determinăm în prealabil ecuațiile mișcării sculei-electrod în sistemele imobil  $OXYZ$  și mobil  $OX_1Y_1Z_1$  de coordonate. Legătura dintre aceste sisteme de coordonate o exprimăm prin unghiurile Euler  $\theta, \psi, \varphi$ , iar mișcarea sfero-spațială a sculei-electrod, când  $\omega_2=const$ , se descrie cu sistemul de ecuații:

$$\psi = \omega_2 t; \quad \theta = const; \quad \varphi = \varphi(t). \quad (2.29)$$

Legătura cinematică a sistemului mobil  $OX_1Y_1Z_1$  cu sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$  o examinăm prin traiectoria punctului  $C$  plasat pe axa mobilă  $OY_1$  și sfera cu raza  $R$ . În sistemul mobil de coordonate, punctul  $C$  are coordonatele:

$$X_{1C} = 0; \quad Y_{1C} = R_C; \quad Z_{1C} = 0, \quad (2.30)$$

unde  $R_C$  este raza amplasării punctului  $C$

La mișcarea sfero-spațială a sculei-electrod, mișcarea punctului  $C$  în planul  $OZX$  este limitată, astfel încât pentru orice valoare a unghiului de precesie  $\psi$  se îndeplinește condiția:

$$X_C = 0. \quad (2.31)$$

Utilizând matricea de trecere a coordonatelor din sistemul mobil  $OX_1Y_1Z_1$  în sistemul imobil  $OXYZ$  de coordonate, condiția (2.31) o putem scrie în forma:

$$X_C = A \begin{vmatrix} X_{1C} \\ Y_{1C} \\ Z_{1C} \end{vmatrix} = 0, \quad (2.32)$$

sau în forma desfășurată:

$$X_C = \alpha_{11}X_{1C} + \alpha_{12}Y_{1C} + \alpha_{13}Z_{1C} = 0. \quad (2.33)$$

Înlocuind în (2.33) expresiile pentru  $\alpha_{11}$ ,  $\alpha_{12}$  și  $\alpha_{13}$ , obținem:

$$X_C = X_{1C} [(\cos \psi \sin \varphi - \sin \psi \sin \varphi \cos \theta) - \\ - Y_{1C} (\cos \psi \sin \varphi + \sin \psi \cos \varphi \cos \theta) + Z_{1C} \sin \psi \sin \theta] = 0. \quad (2.34)$$

Coordonata punctului  $C$ , care aparține articulației cinematice și e plasat la depărtarea  $R$  de la centrul de precesie  $O$ , este:

$$X_C = -R_C (\cos \psi \sin \varphi + \sin \psi \cos \varphi \cos \theta) = 0, \quad (2.35)$$

de unde:

$$\cos \psi \sin \varphi + \sin \psi \cos \varphi \cos \theta = 0. \quad (2.36)$$

Rezolvând ecuația (2.36), determinăm relația între unghiul de rotație proprie  $\varphi$  a sculei-electrod 2 în jurul axei  $OZ_1$  și unghiul de precesie  $\psi$ , care reprezintă rotația axei mobile  $OZ_1$  în jurul axei imobile  $OZ$ , după formula:

$$\varphi = -\operatorname{arctg}(\cos \theta \operatorname{tg} \psi). \quad (2.37)$$

În acest caz, ecuațiile mișcării sfero-spațiale a sculei-electrod vor lua forma:

$$\psi = \omega_z t; \quad \theta = \text{const}; \quad \varphi = -\operatorname{arctg}(\cos \theta \operatorname{tg} \psi). \quad (2.38)$$

Pentru stabilirea dependenței unghiului  $\psi_1$  de rotație a roții-semifabricat de unghiul  $\psi$  de rotație a axei  $OZ_1$  în jurul axei  $OZ$ , mișcarea roții-semifabricat o prezentăm compusă din mișcarea de rotație  $\psi_{1e}$  împreună cu axa  $Z_1$  și mișcarea de rotație relativă  $\psi_{1r}$  în raport cu axa  $Z_1$ .

În mișcarea compusă a roții-semifabricat  $\psi_{1e} = \psi$ , iar  $\psi_{1r}$  reprezintă o oarecare funcție  $f(\varphi)$  a unghiului de rotație proprie  $\varphi$  a sculei-electrod, adică:

$$\psi_1 = \psi + f(\varphi). \quad (2.39)$$

Precesia ideală a sculei-electrod va avea loc în cazul când funcția  $f(\varphi)$  va lua forma:

$$\psi_1 = \psi + \frac{Z_2}{Z_1} \varphi. \quad (2.40)$$

Înlocuind relația (2.37) în (2.40), obținem ecuația de legături a sistemului mobil  $OX_1Y_1Z_1$  cu sistemul imobil  $OXYZ$  de coordonate:

$$\psi_1 = \psi - \frac{Z_2}{Z_1} \operatorname{arctg}(\cos \theta \operatorname{tg} \psi). \quad (2.41)$$

Raportul de transmitere instantaneu al angrenajului imaginar cu articulația cinematică adoptată se obține derivând în timp relația (2.41) după  $\psi$ :

$$i = \frac{d\psi_1}{d\psi} = \frac{\omega_1}{\omega} = 1 - \frac{Z_1}{Z_2} \frac{\cos \theta}{\cos^2 \psi + \cos^2 \theta \sin^2 \psi}. \quad (2.42)$$

Raportul de transmitere mediu va fi:

$$i_{med} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i(\psi) d\psi = \frac{1}{2\pi} \left[ \psi - \frac{Z_1}{Z_2} \operatorname{arctg}(\cos \theta \operatorname{tg} \psi) \right]_0^{2\pi} = -\frac{Z_1 - Z_2}{Z_2}. \quad (2.43)$$

Din analiza ecuației (2.43) se observă că în cazul în care raportul dinților  $Z_2 < Z_1$ , sensul rotirii axei  $OZ_1$  în jurul axei  $OZ$  și a roții-semifabricat coincide, iar pentru coraportul dinților  $Z_2 < Z_1$  este diferit.

Conform schemei principiale (fig. 2.6), la o rotație completă a axei  $OZ_1$  în jurul axei  $OZ$  roata-semifabricat trebuie să se rotească cu unghiul  $\psi_1 = 2\pi(Z_2 - Z_1)/Z_1$  și să asigure raportul de transmitere mediu al angrenajului în fabricare conform (2.43).

În cazul în care  $\omega_2/\omega_1 = \text{const}$ , eroarea de schemă a articulației de legătură a sistemelor mobil  $OX_1Y_1Z_1$  și imobil  $OXYZ$  de coordonare trebuie luată în calcul, introducând corecția respectivă în mișcarea sculei-electrod în raport cu roata-semifabricat.

Valoarea și direcția de influență a erorii de schemă asupra profilului dintelui pot fi identificate prin compararea poziționării roții-semifabricat, exprimate prin  $\psi_1$ , în raport cu poziționarea semifabricatului  $\psi_1^{med}$ , care ar asigura:

$$\psi_1 = 2\pi(Z_2 - Z_1) / Z_1$$

În acest caz eroarea de schemă poate fi descrisă prin:

$$\Delta\psi_1 = \psi_1 - i_{med} = \frac{Z_2}{Z_1} [\psi - \text{arctg}(\cos \theta \text{tg} \psi)]. \quad (2.44)$$

Caracterul și direcția influenței erorii  $\Delta\psi_1$  asupra profilului la o rotație a axei  $OZ_1$  în jurul axei  $OZ$  (fig. 2.6) este prezentată în fig. 2.9.

Deci, pentru asigurarea uniformității funcției de transformare a mișcării în transmisia precesională reală cu condiția în care  $i = \text{constant}$ , este necesar de a modifica profilul dinților cu valoarea erorii de schema  $\Delta\psi_1$ , prin comunicarea sculei-electrod 2 a unor mișcări suplimentare.

Aceste mișcări le identificăm prin atribuirea lor punctului  $C$  (fig. 2.6) cu coordonatele în sistemul mobil de coordonate  $X_{1C}$ ,  $Y_{1C}$  și  $Z_{1C}$ . Pentru descrierea traiectoriei mișcării punctului  $C$  în sistemul imobil de coordonate  $X_C$ ,  $Y_C$  și  $Z_C$ , utilizăm forma matriceală de trecere de la sistemul mobil  $OX_p$ ,  $Y_p$ ,  $Z_1$  la sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$  prin:

$$\begin{pmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} X_{1C} \\ Y_{1C} \\ Z_{1C} \end{pmatrix}, \quad (2.45)$$

sau pe componente:

$$\begin{aligned} X_C &= \alpha_{11}X_{1C} + \alpha_{12}Y_{1C} + \alpha_{13}Z_{1C}; \\ Y_C &= \alpha_{21}X_{1C} + \alpha_{22}Y_{1C} + \alpha_{23}Z_{1C}; \\ Z_C &= \alpha_{31}X_{1C} + \alpha_{32}Y_{1C} + \alpha_{33}Z_{1C}, \end{aligned} \quad (2.46)$$

unde  $\alpha_{ij}$  ( $i, j=1...3$ ) sunt cosinusurile unghiurilor dintre axele de coordonate.

S-a constatat că raportul de transmitere instantaneu  $i = \text{const}$ , în cazul în care  $\varphi = -\psi$ , atunci din (2.40) avem:



$$\psi_1 = \psi - \frac{Z_2}{Z_1} \psi = -\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1} \psi = -\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1} \omega_2 t. \quad (2.47)$$

Dacă considerăm că raportul de transmitere instantaneu  $i = \text{const}$ , atunci când  $\varphi = -\psi$  ecuațiile (2.46) le transcriem în forma:

$$\begin{aligned} X_C &= X_{I_C} (\cos^2 \psi + \cos \theta \sin^2 \psi) + Y_{I_C} (1 - \cos \theta) \cos \psi \sin \psi + Z_{I_C} \sin \theta \sin \psi; \\ Y_C &= X_{I_C} (1 - \cos \theta) \cos \psi \sin \psi + Y_{I_C} (\sin^2 \psi + \cos \theta \cos^2 \psi) - Z_{I_C} \sin \theta \cos \psi; \\ Z_C &= X_{I_C} \sin \theta \sin \psi + Y_{I_C} \sin \theta \cos \psi + Z_{I_C} \cos \theta. \end{aligned} \quad (2.48)$$

Deoarece punctul  $C$  este plasat pe axa  $OY_I$ , poziția lui se definește prin coordonatele  $X_{I_C} = 0, Y_{I_C} = R_C, Z_{I_C} = 0$ , ecuațiile (2.46) le aducem la forma:

$$\begin{aligned} X_C &= R_C (1 - \cos \theta) \cos \psi \sin \psi; \\ Y_C &= R_C (\sin^2 \psi + \cos \theta \cos^2 \psi); \\ Z_C &= R_C \sin \theta \sin \psi. \end{aligned} \quad (2.49)$$

Eroarea de schemă a articulației cinematice prezentate prin traiectoria mișcării punctului  $C$  în sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$  reprezintă o octoidă (fig 2.6). După coordonatele pe axele  $OX$  și  $OZ$  putem determina direcția modificării profilului dintelui.

Ecuțiile parametrice (2.23), (2.24) și (2.26) reprezintă traiectoria mișcării punctului  $E$  de contact al sculei-electrod cu roata-semifabricat, care definește forma profilului executat prin mișcarea sfero-spațială a sculei-electrod filiform. Profilul generat prin coordonatele  $X_E, Y_E$  și  $Z_E$  include eroarea de schemă a articulației cinematice.

Pentru excluderea acestei erori de schemă prin modificarea profilului dinților, este necesar ca la elaborarea softurilor

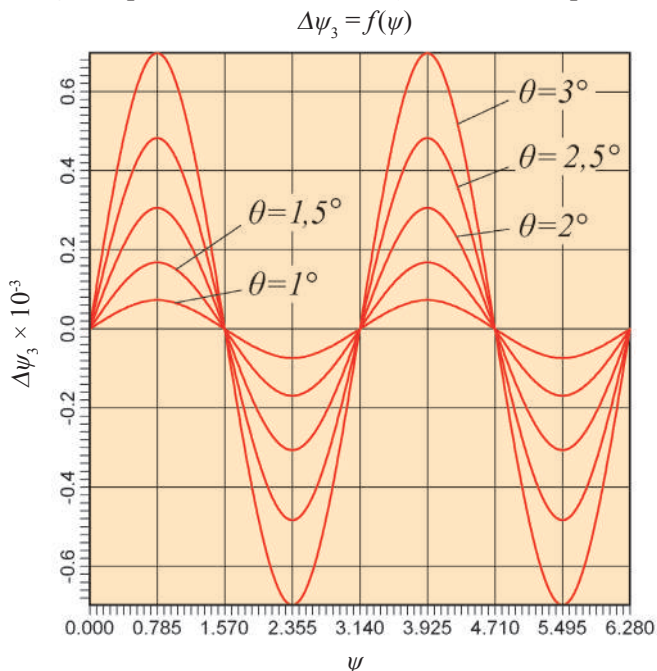


Fig. 2.9. Dependența erorii de poziție a sculei de unghiul de rotație  $\psi$  a axului principal pentru diferite unghiuri de nutație.

de comandă numerică a mașinilor-unelte cu 5 grade de mobilitate să se introducă corecția coordonatelor  $X_E$ ,  $Y_E$  și  $Z_E$  egală cu valorile coordonatelor  $X_C$ ,  $Y_C$  și  $Z_C$  ținând cont și de direcția de influență a acestora.

Procedeul de fabricare prin mișcare sfero-spațială a sculei-electrod filiform asigură executarea profilurilor atât ale danturilor roților centrale ale angrenajelor precesionale, cât și ale matrițelor cu profil negativ (oglinďă) pentru formele de turnare a roților dințate din mase plastice și de presare din pulberi metalice prin sinterizare.

Teoria elaborată este valabilă, de asemenea, și pentru tehnologiile de generare a danturilor roților angrenajului precesional cu fascicul laser și cu flux de electroni.

### 2.2.5. Sistem tehnologic de generare a danturilor prin electroeroziune cu electrod filiform

La prelucrarea prin electroeroziune cu fir a danturii roților dințate precesionale are loc prelevarea materialului atât din electrodul semifabricat, cât și din electrodul-sculă [8-10]. Uzura sculei-electrod este mai pronunțată la viteze maxime ale prelevării de material din semifabricat și are un impact negativ asupra preciziei și costului de prelucrare.

Uzura sculei-electrod filiform se caracterizează prin modificarea formei inițiale cilindrice a firului în formă conică răspândită în limitele grosimii de prelucrare (lungimii dintelui) (fig. 2.10 a). Totodată, viteza liniară variabilă a sculei-electrod pe lungimea dintelui roții-semifabricat conduce la varierea dimensiunii  $t$  a interstițiului (fig. 2.10 b).

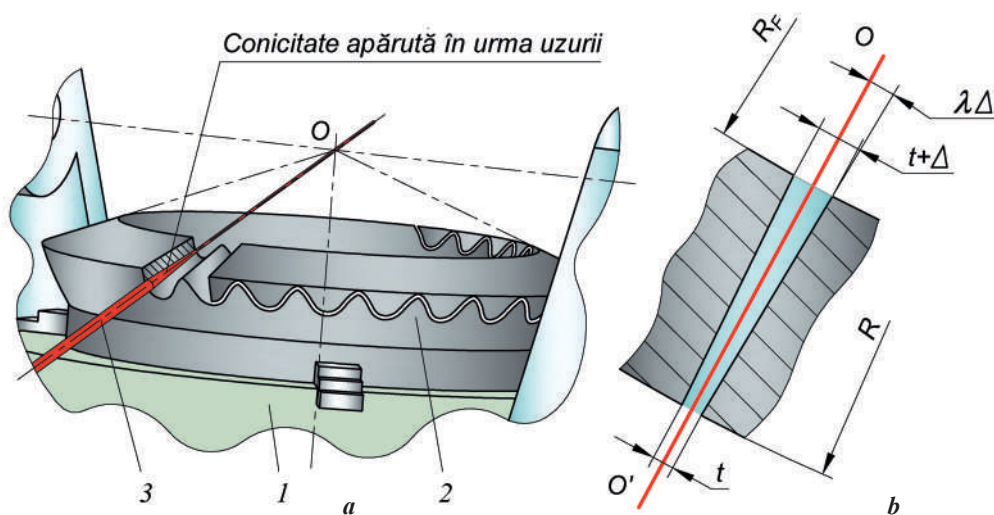


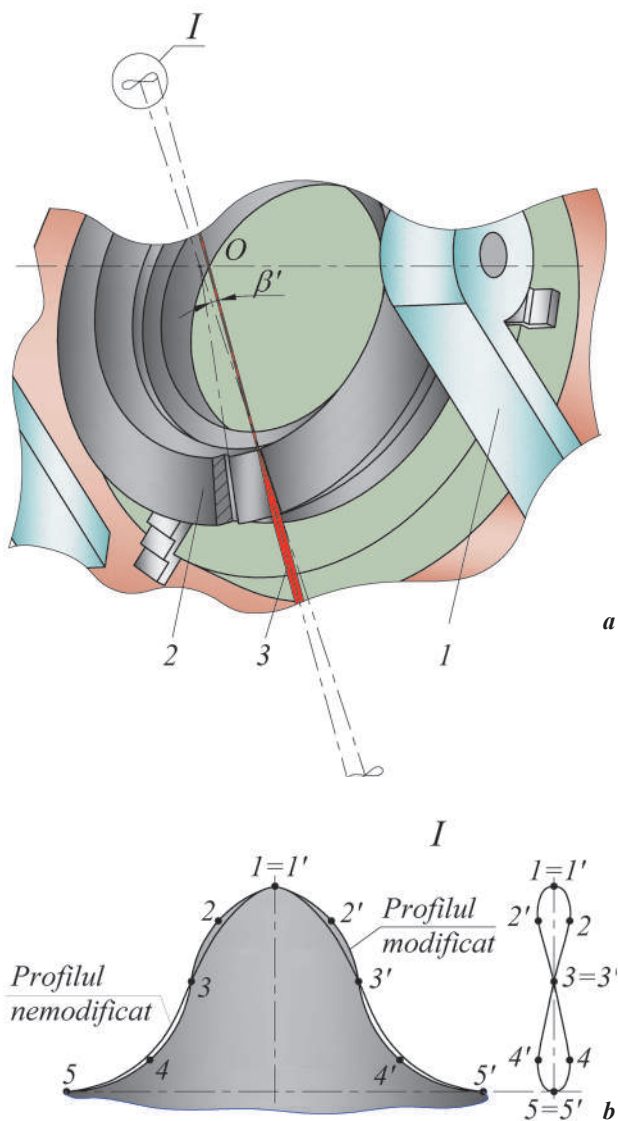
Fig. 2.10. Schema apariției conicității în urma uzurii sculei-electrod filiform (a) și varierea interstițiului  $t$  pe lungimea dintelui (b).

Pentru diminuarea acestui efect negativ se recurge la deplasarea firului în direcție axială cu viteza  $V_{rul}$ , corelată cu intensitatea uzurii. Viteza de deplasare a sculei-electrod filiform trebuie să aibă sens opus direcției de injecție a lichidului dielectric. În caz contrar aglomerarea particulelor erodate în zona de ieșire a sculei-electrod filiform din piesă (zonă în care scula-electrod filiform este uzată) conduce la descărcări electrice fictive și la obținerea unor fante cu înclinări mari.

O altă modalitate de diminuare a unghiului de înclinare al suprafeței prelucrate este corectarea traiectoriei mișcării axei sculei-electrod filiform (fig. 2.11).

În fig. 2.12-2.15 sunt prezentate diverse scheme principale pentru realizarea procedurii de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate conice din angrenajul precesional, care constă în dirijarea diferită a mișcărilor sculei-electrod filiform în raport cu semifabricatul.

Dispozitivul de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate conform schemei principale (fig. 2.11 a, 2.12) include un mecanism de fixare 1 a roții-semifabricat 2, scula-electrod filiform 3 și două interpolatoare liniare, amplasate în zone diametral



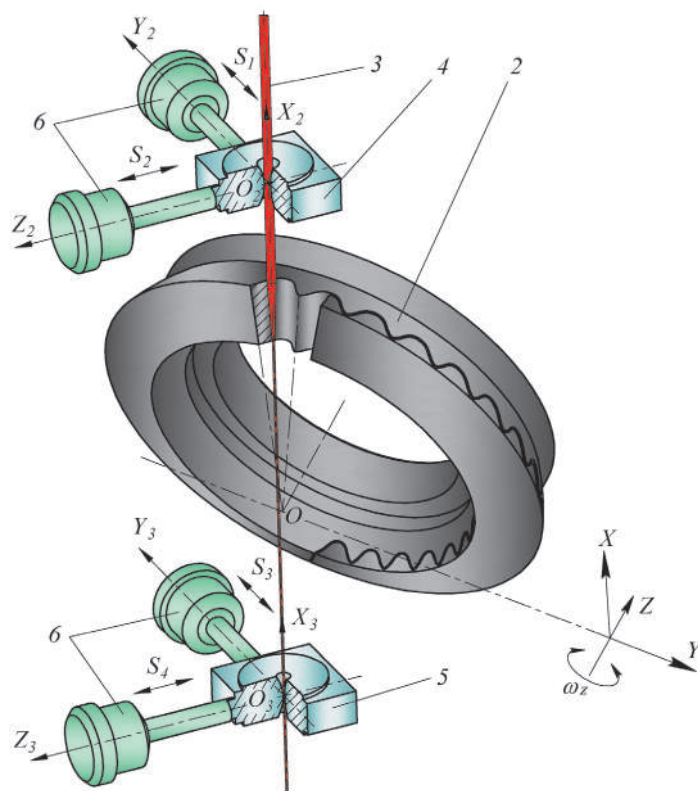
**Fig. 2.11.** Schema abaterii unghiulare  $\beta'$  a axei sculei-electrod filiform în planul normal profilului dintelui, cauzate de uzura sculei și varierea interstițiului pe lungimea dintelui (a) și traiectoria axei ei în timpul prelucrării (b) [10].

opuse față de centrul de precesie  $O$ . Interpolatoarele liniare includ ghidajul superior 4 (fig. 2.12), ghidajul inferior 5, înzestrate cu câte două servomotoare 6 cu axele reciproc perpendiculare, aflate în planurile  $Y_2O_2X_2$  și, respectiv,  $Y_3O_3X_3$  și legate cinematic prin ghidaje cu scula-electrod filiform.

Conform fig. 2.12, roata-semifabricat 2 efectuează mișcare de rotație în jurul axei proprii, iar sculei-electrod filiform 3 i se comunică, prin intermediul interpolatoarelor liniare, mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$ .

Schema principală prezentată în fig. 2.13 este asemănătoare celei precedente. Deosebirea constă în înlocuirea interpolatoarelor liniare cu două interpolatoare polare, amplasate în zone diametral opuse față de centrul de precesie  $O$ . Interpolatoarele polare includ servomotoarele cu axa verticală 7, servomotoarele cu axa orizontală 8, elementele de suport 9, sania superioară 10 și sania inferioară 11.

Conform schemei principale din fig. 2.14, roata-semifabricat 2 efectuează mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$  și mișcare de rotație în jurul axei proprii, iar sculei-electrod filiform 3 i se comunică, prin intermediul interpo-



**Fig. 2.12.** Schema principală a procedurii de prelucrare prin mișcare sfero-spațială a electrozului filiform cu interpolatoare liniare [10].

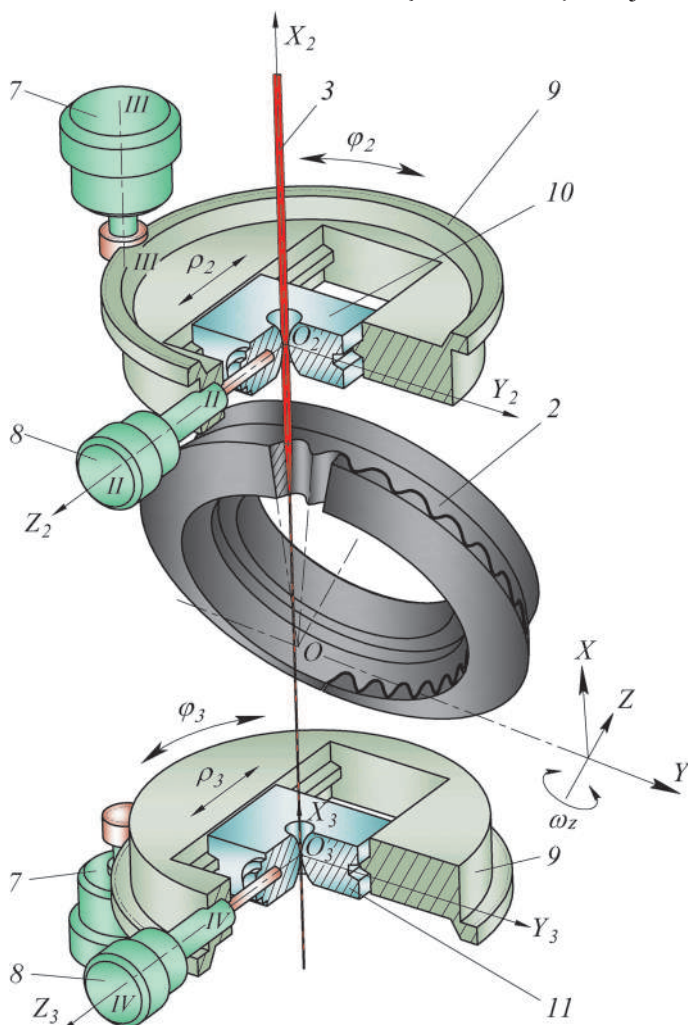
atoarelor liniare, amplasate în zone diametral opuse față de centrul de precesie  $O$ , mișcări pentru compensarea erorii apărute datorită interstițiului neuniform pe lungimea dintelui. În fig. 2.15 este redată schema principală, conform căreia roții-semifabricat 2 și sculei-electrod filiform 3 li se comunică aceleași mișcări ca și în cazul precedent, iar dirijarea mișcării sculei-electrod filiform se efectuează prin intermediul interpolatoarelor polare.

*Principiul de funcționare constă în următoarele.* La primirea semnalelor electrice de la sistemul de coman-

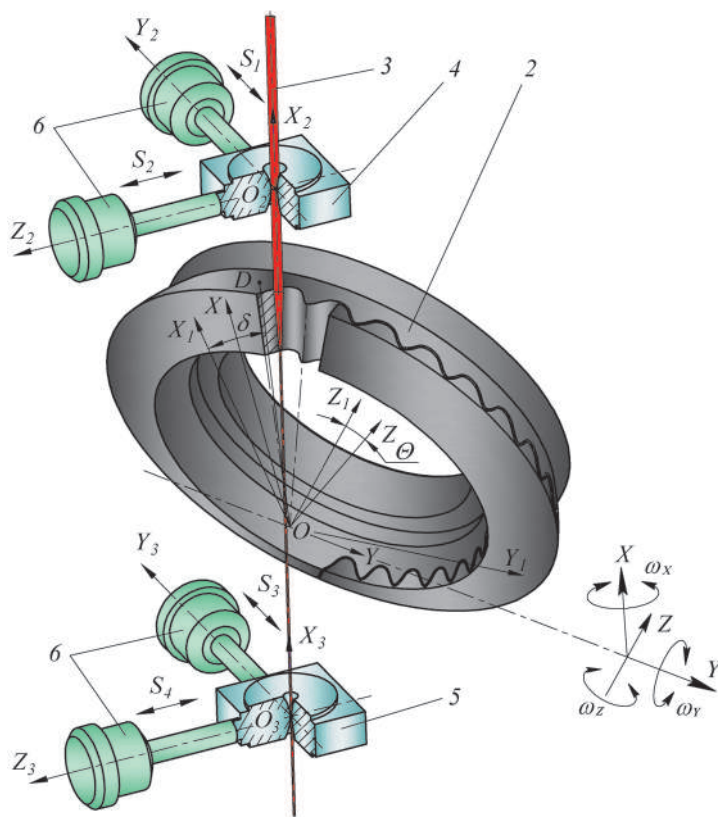
dă, roata-semifabricat 2 efectuează mișcare de rotație în jurul axei proprii. Servomotoarele 6 comunică ghidajelor 4 și 5 și, implicit, sculei-electrod filiform 3 mișcări coordonate  $S_1, S_2$  și  $S_3, S_4$  în planurile  $Z_2O_2Y_2$  și, respectiv,  $Z_3O_3Y_3$ . Aceste mișcări coordonate între ele, în ansamblu comunică sculei-electrod filiform mișcare sfero-spațială, astfel încât prelungirea generatoarelor suprafeței conice a electrozului, formate datorită interstițiului neuniform pe lungimea dintelui, să se intersecteze în centrul de precesie  $O$  (fig. 2.12).

Conform schemei principale prezentate în fig. 2.13, pentru execuția profilului dinților roții-semifabricat 2 i se comunică de asemenea mișcare de rotație în jurul axei proprii, iar sculei-electrod filiform 3, prin intermediul servomotoarelor cu axa verticală 7 și servomotoarelor cu axa orizontală 8 și, respectiv, al săniilor superioară 10 și inferioară 11, i se comunică mișcări de rotație  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  și de translație  $\rho_2$ ,  $\rho_3$ , coordonate între ele și orientate în planurile  $Z_2O_2Y_2$  și, respectiv,  $Z_3O_3Y_3$ .

Conform schemei principale din fig. 2.14, roata-semifabricat 2 efectuează mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$  și mișcare de rotație, iar sculei-electrod filiform 3 i se comunică mișcări care asigură ca generatoarea conului format datorită interstițiului neuniform pe lungimea dintelui să treacă prin centrul de precesie  $O$ . Aceasta se realizează



**Fig. 2.13.** Schema principală a procedurii de prelucrare prin mișcare sfero-spațială a electrozului filiform cu interpolatoare polare [10].



**Fig. 2.14.** Schema principală a procedurii de prelucrare prin mișcare sfero-spațială a semifabricatului și de rotire a acestuia în jurul propriei axe (cu interpolatoare liniare) [10].

mișcare se realizează prin intermediul săniilor 10 și 11, acționate de servomotoarele 7 și 8. Servomotoarele cu axa verticală 7 asigură rotirea elementelor turnante 9 cu unghiurile  $\varphi_2$  și, respectiv,  $\varphi_3$ , iar servomotoarele cu axa orizontală 8 comunică săniilor 10 și 11 mișcări de translație  $\rho_2$  și  $\rho_3$ . În rezultatul mișcărilor de rotație  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  și de translație  $\rho_2$ ,  $\rho_3$ , are loc o interpolare polară a mișcării săniilor superioară și inferioară în planurile  $Z_2O_2Y_2$  și, respectiv,  $Z_3O_3Y_3$ .

Procedul de prelucrare prin electroeroziune cu fir a roților dințate precesionale asigură următoarele avantaje:

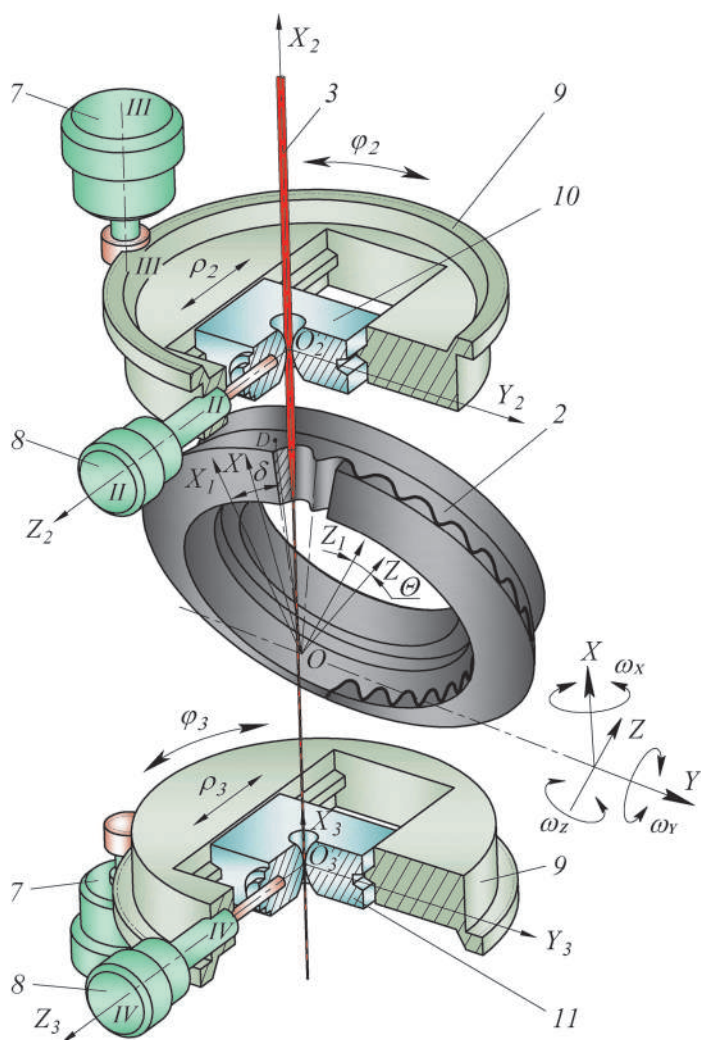
- posibilitatea compensării erorii apărute în urma uzurii sculei-electrod filiform;
- precizie înaltă a suprafețelor prelucrate;
- posibilitatea realizării profilurilor dinților cu forme diferite (convex-concav, în arc de cerc).

cu servomotoarele 6, care comunică ghidajelor 4 și 5 mișcări coordonate  $S_1S_2$  și  $S_3S_4$  în planurile  $Z_2O_2Y_2$  și, respectiv,  $Z_3O_3Y_3$ .

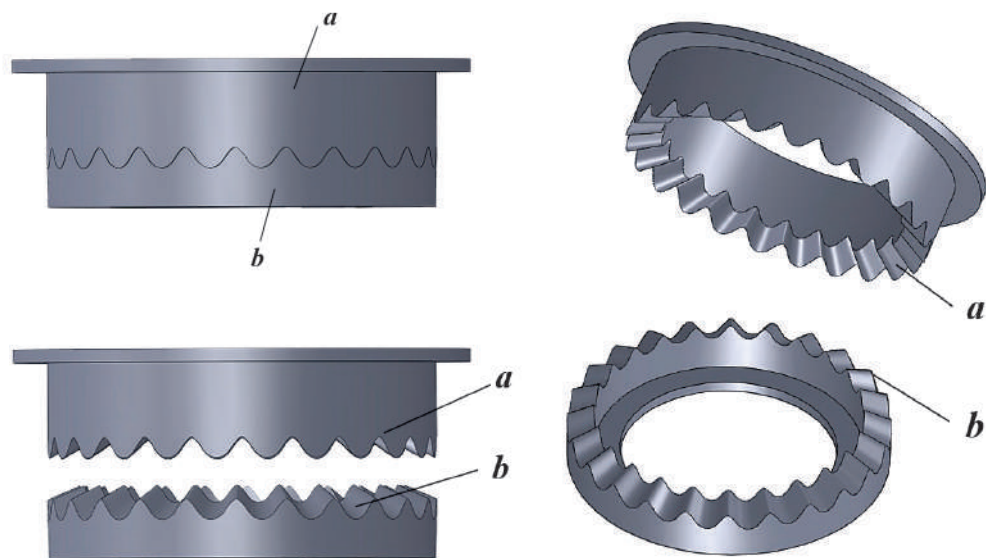
În procedeul realizat conform schemei principale prezentate în fig. 2.15, roții semifabricat 2, ca și în cazul precedent, i se comunică mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$  și de rotație în jurul propriei axe, iar sculei-electrod filiform – mișcări care asigură ca generatoarea conului format la uzarea sculei-electrod filiform să treacă prin centrul de precesie  $O$ . Această

Prin procedeul de fabricare prin electroeroziune cu electrod filiform cu mișcare sfero-spațială pot fi executate atât a danturile roților centrale ale angrenajelor precesionale, cât și matrițele cu profil negativ (oglinďă) pentru formele de turnare a roților dințate din mase plastice și de presare prin sinterizare din pulberi metalice (fig. 2.16).

Conform teoriei fundamentale a angrenajelor precesionale [1], profilul convex-concav al dinților este variabil și dependent de unghiurile axoidei conice  $\delta$ , de nutație  $\theta$ , de conicitate a dinților  $\beta$ , de numărul de dinți ai roții centrale  $Z_1$ , precum și de coraportul dinților conjugați  $Z_1=Z_2\pm 1$ . Pornind de la condițiile asigurării multiplicității absolute a angrenajului ( $\varepsilon=100\%$ ) și continuității funcției de transformare a mișcării în TPP, interacțiunea sculei-electrod filiform cu semifabricatul trebuie să reproducă interacțiunea dinților din angrenajul precesional real cu aceeași influență a parametrilor  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\beta$ ,  $Z_1$  și  $Z_1=Z_2\pm 1$ .



**Fig. 2.15.** Schema principală a procedului de prelucrare prin mișcare sfero-spațială a semifabricatului și de rotire a acestuia în jurul propriei axe (cu interpolatoare polare) [10].



**Fig. 2.16.** Modele 3D ale matrițelor cu profil convex-concav *oglină* al dinților (a) și al roților centrale cu profil convex-concav (b).

### 2.2.6. Scheme tehnologice de fabricare a danturilor prin electroeroziune cu avans axial și cu mișcare sfero-spațială a electrodului masiv

Calitatea roților dințate fabricate prin turnare din mase plastice sau sinterizare prin presare din pulberi metalice depinde direct de precizia execuției suprafețelor-oglină ale danturilor executate în matrițele formelor. În cazul roților angrenajelor precesionale cu profil nestandard (convex-concav și în arc de cerc) al dinților, se impun restricții suplimentare legate de asigurarea preciziei de execuție înalte, condiționate de angrenarea multipară a perechilor de dinți.

Condițiile rigide impuse executării matrițelor pot fi respectate anume prin tehnologii neconvenționale, cum sunt cele de fabricare prin electroeroziune cu electrod filiform și cu electrod masiv.

Mașinile de electroeroziune cu electrod masiv reproduc în piesa-matriță forma geometrică negativă a danturii roții reale. De aceea, electrodului masiv i se comunică forma cu profilul danturii roții reale. În procesul de electroeroziune, la fiecare descărcare electrică în piesă se creează un crater (material îndepărtat) și o anumită uzură a electrodului, din care motiv acestea se confecționează din materiale rezistente la uzura prin scântei, cel mai frecvent din cupru sau grafit. Mașinile de electroeroziune cu electrod masiv, de regulă, asigură mișcări în 4 axe, respectiv electrodul



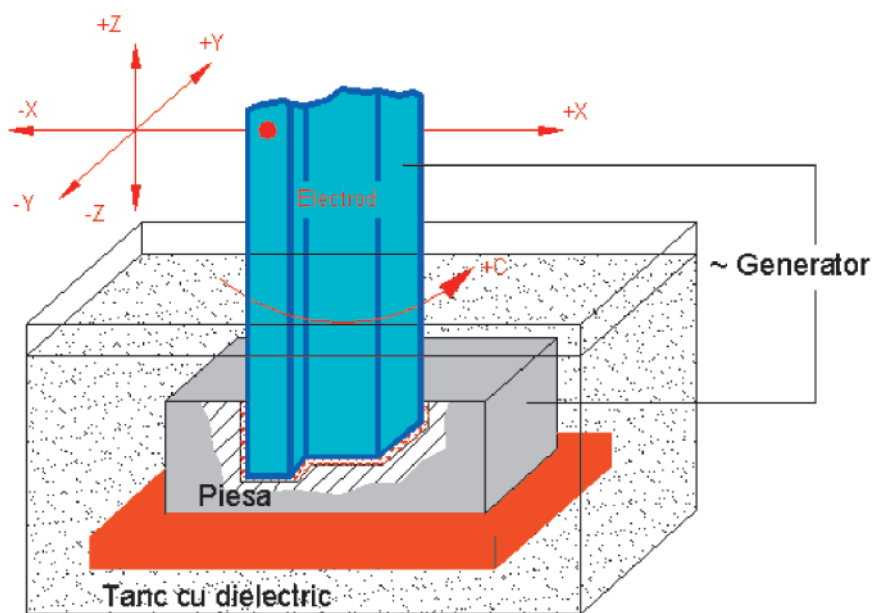


Fig. 2.17. Schema mașinii de prelucrare prin electroeroziune cu electrod masiv.

poate avea deplasări pe axele:  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  și rotație pe  $C$ , în jurul axei proprii (fig. 2.17). Piesa rămâne fixă în timpul prelucrării, solidară cu tancul de lucru al mașinii.

Procedeele de prelucrare constă în realizarea unui circuit închis de curent continuu [11], în care piesa fabricată este conectată la anod, iar scula-electrod – la catod. Circuitul electric se menține prin intermediul electrolitului, în care sunt amplasați ambii electrozi. Prelucrarea pieselor se efectuează prin dizolvarea electrochimică

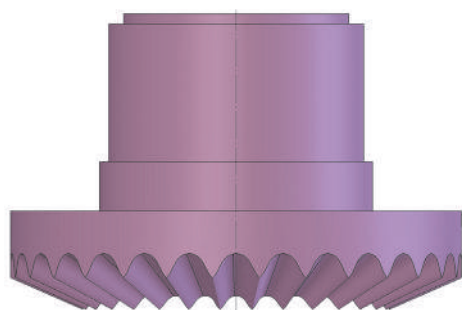


Fig. 2.18. Sculă-electrod cu profil convex-concav al dinților pentru fabricarea matrițelor cu profil oglindă [11].

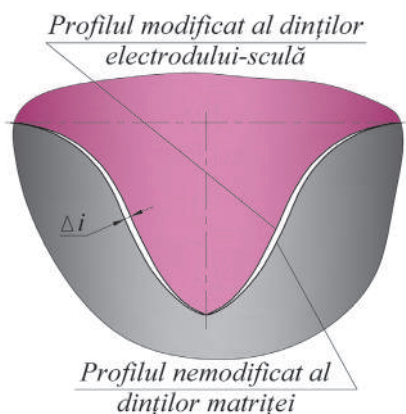


Fig. 2.19. Caracterul influenței interstițiului asupra modificării profilului convex-concav al dinților [11].

(anodică) a materialului lor în procesul unui schimb de sarcini electrice și de masă între semifabricat și sculă. În cazul prelucrării matrițelor pentru formele de turnare sau presare prin sinterizare a roților dințate, profilul danturii electrodului masiv se imprimă în matriță ca profil-oglină. Profilul-oglină celui convex-concav (fig. 2.18) sau celui în arc de cerc cu raza  $r$  (fig. 2.21), imprimat în matriță la turnare sau presare prin sinterizare, în formă reproduce profilul real al angrenajului.

La prelucrarea danturilor matrițelor prin electroeroziune, forma dinților se obține cu o oarecare eroare de profil. Aceasta se explică prin faptul că unele porțiuni ale dinților sunt supuse timp mai îndelungat prelucrării, realizându-se o dizolvare neuniformă a volumului de material pe înălțimea dinților. Astfel, mărimea interstițiului pe lungimea profilului dinților este variabilă (fig. 2.19 și 2.21 b).

### *Sistem tehnologic de prelucrare prin electroeroziune cu avans axial al sculei-electrod masiv*

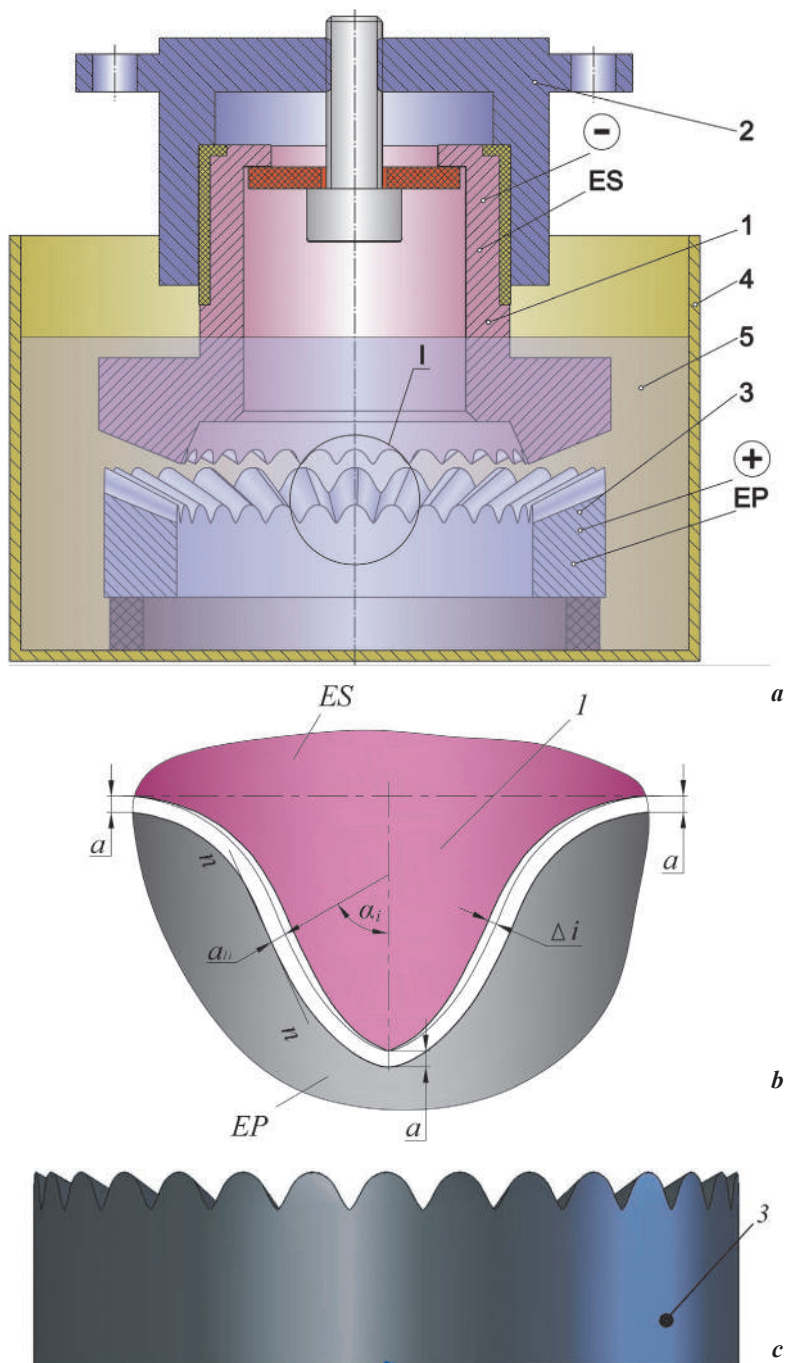
Dispozitivul de prelucrare a matriței formei de turnare cu profil convex-concav oglină al dinților, prezentat în schema principială din fig. 2.20 a [11], constă din scula 1 (electrodul-sculă *ES*) fixată în portscula 2, matrița 3 (electrodul-piesă *EP*), baia 4 cu electrolitul 5.

Procedeul de prelucrare constă în realizarea unui circuit închis de curent continuu, în care electrodul-sculă 1 se plasează la catod, iar semifabricatul 3 – la anod. Închiderea circuitului se produce prin intermediul electrolitului 5, în care sunt introduși ambii electrozi. Prelucrarea dinților matriței se efectuează prin dizolvarea electrochimică (anodică) a materialului acesteia, astfel are loc un proces de copiere a formei profilului dinților electrodului-sculă 1. Concomitent cu dizolvarea materialului în zona de electroeroziune, sculei-electrod i se comunică avans axial. Între dinții electrodului-sculă 1 și semifabricatului 3 se formează un interstițiu cu dimensiune variabilă, cuprinsă între valorile  $a=0,08-0,76$  mm (fig. 2.20 b). Abaterea dimensională a unor zone ale profilului dinților matriței 3 se datorează prelucrării prin eroziune electrochimică a acestora un timp mai îndelungat.

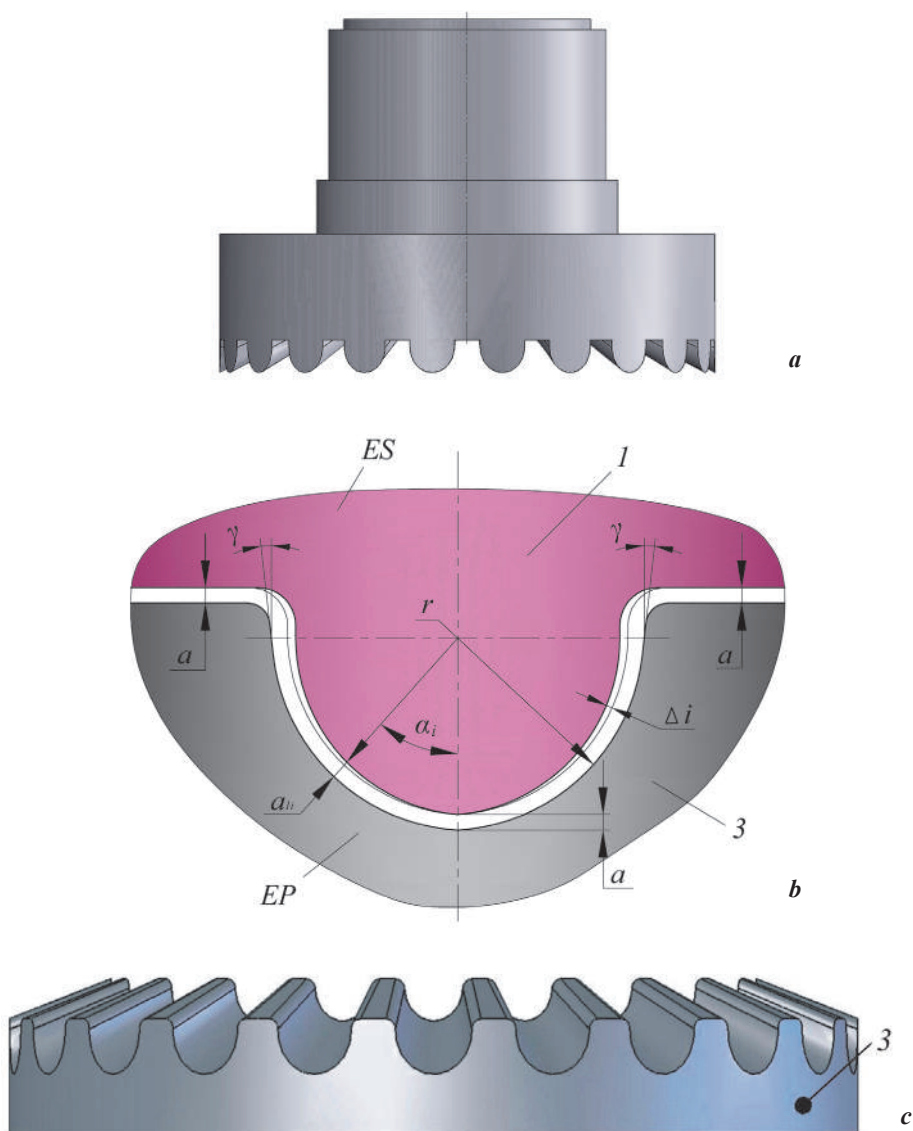
Pentru excluderea acestei abateri, prelucrarea danturilor matrițelor se efectuează în două etape. La prima etapă dantura matriței se degroșează cu scula-electrod confecționată din material mai ieftin, iar în a doua etapă – cu sculă-electrod de precizie și mai costisitoare.

Dispozitivul și procedeul de prelucrare a matriței formei de turnare cu profil în arc de cerc (fig. 2.21) sunt similare.

Modificarea piciorului dintelui electrodului-sculă 1 trebuie să asigure obținerea înclinării porțiunii piciorului dintelui matriței cu un unghi de  $\gamma=5-7^\circ$  (fig. 2.21 b), fapt ce asigură extragerea lejeră din matriță a roților dințate turnate din masă plastică sau presate prin sinterizare din pulberi metalice.



**Fig. 2.20.** Dispozitiv de realizare a procedurii de prelucrare a matricei pentru forme de turnare (a); profilul convex-concav *oglinďă* al dinților matricei (b); modelul 3D al matricei cu profil convex-concav *oglinďă* al dinților (c) [11].



**Fig. 2.21.** Scula-electrod cu profil în arc de cerc al dinților (a); profilul în arc de cerc oglindă al dinților matriței (b); modelul 3D al matriței cu profil convex-concav *oglină* al dinților (c) [11].

Procedeul și dispozitivul descrise asigură următoarele avantaje:

- prelucrarea cu precizie înaltă a profilurilor dinților matrițelor prelucrate termic;
- productivitate înaltă a procesului, deoarece prelucrarea tuturor dinților se efectuează concomitent;

- posibilitatea executării dinților cu profiluri diferite (convex-concav, în arc de cerc, cicloidal etc.);
- complexitatea relativă a electrosculei este compensată de simplitatea tehnologică a procedurii și a utilajului de realizare.

### *Sistem tehnologic de generare a danturilor cu profil convex-concav prin electroeroziune cu mișcare sfero-spațială a sculei-electrod masiv*

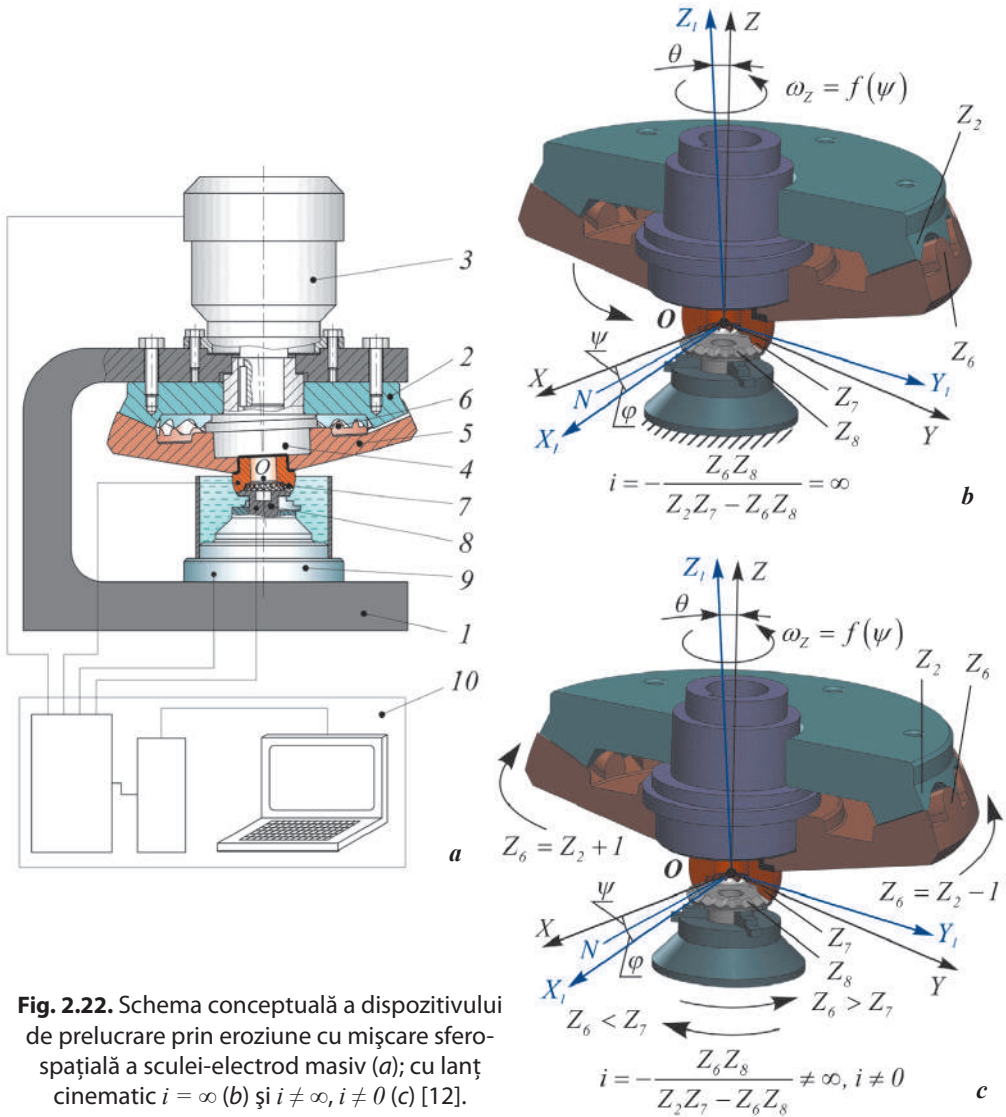
Dispozitivul de prelucrare prin mișcare sfero-spațială a sculei-electrod masiv (fig. 2.22) [12] este constituit din carcasa 1 pe care este montată roata centrală 2, cu dinții căreia angrenează coroana dințată 6 a satelitelui-portsculă 5, instalat pe arborele-manivelă 4 cuplat cu servomotorul 3. Prelungirile generatoarelor dinților danturilor roții centrale imobile 2 și ale coroanei dințate 6 a satelitelui-portsculă 5, precum și axa porțiunii înclinată a arborelui-manivelă 4 se intersectează în centrul  $O$ , denumit *centru de precesie*. Scula-electrod masiv 7 cu dinți în arc de cerc este montată fix pe satelitul-portsculă 5, astfel încât prelungirile generatoarelor dinților sculei-electrod de asemenea să se intersecteze în centrul de precesie  $O$ .

La rotirea arborelui-manivelă 4, cuplat cu servomotorul 3, satelitul-portsculă 5 efectuează mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$ . În cazul în care roata centrală fixă 2 are numărul de dinți  $Z_2$ , iar coroana dințată 6 a satelitelui-portsculă 5  $Z_6 = Z_2 + 1$ , ultimul se va roti în jurul propriei axe cu raportul de reducere  $i = -\frac{Z_6}{Z_6 - Z_2}$  în sens opus rotirii arborelui-manivelă 4, iar în cazul în care  $Z_6 = Z_2 - 1$ , se va roti în sens unic. Scula-electrod 7, fiind instalată fix pe satelitul-portsculă 5, este antrenată în mișcările sfero-spațiale în jurul centrului de precesie  $O$  și de rotație în jurul propriei axe cu aceeași reducere  $i = \pm \frac{Z_6}{Z_6 - Z_2}$ .

În cazul în care prelungirile generatoarelor dinților sculei-electrod 7 se intersectează în același centru de precesie  $O$  ca și prelungirile generatoarelor dinților angrenajului format din roata centrală 2 și coroana dințată 6 a satelitelui-portsculă 5, interacțiunea danturii sculei-electrod 7 cu semifabricatul 8 va fi similară cu cea din transmisia precesională reală.

Pentru ca scula-electrod 7 în mișcarea sa sfero-spațială să genereze corect profilul dinților în semifabricatul 8, este necesar ca angrenarea acestora să se reproducă similar cu angrenarea din transmisia reală. Aceasta se realizează prin coordonarea componentelor mișcării sfero-spațiale de precesie  $\psi$ , de rotire a satelitelui-portsculă în jurul axei proprii  $\varphi$  și de nutație  $\theta$ .

Reieșind din analiza cinematicii TPP [1], se propun două variante de interacțiune a sculei-electrod 7 cu semifabricatul 8.



**Fig. 2.22.** Schema conceptuală a dispozitivului de prelucrare prin eroziune cu mișcare sfero-spațială a sculei-electrod masiv (a); cu lanț cinematic  $i = \infty$  (b) și  $i \neq \infty, i \neq 0$  (c) [12].

În prima variantă admitem că semifabricatul 8 nu se rotește, deci  $\omega_8 = 0$ . În acest caz raportul de transmitere  $i$  a mișcării de rotație de la arborele-manivelă 4 către semifabricatul 8 trebuie să fie infinit:  $i = \infty$ . Acest raport poate fi realizat prin selectarea coraportului numărului de dinți, și anume: numărul dinților roții centrale  $Z_2$  trebuie să fie egal cu cel al roții fabricate (semifabricatului)  $Z_8$ ; numărul dinților coroanei dințate 6 a satelitului-portsculă 5  $Z_6$  trebuie să fie egal cu numărul dinților danturii sculei-electrod 7  $Z_7$ , iar coraportul  $Z_2 = Z_6 - 1$  și  $Z_8 = Z_7 - 1$ .

Deci, în cazul în care  $Z_2 = Z_8, Z_6 = Z_7, Z_2 = Z_6 - 1$  și  $Z_8 = Z_7 - 1$ ,

$$i = -\frac{Z_6 Z_8}{Z_2 Z_7 - Z_6 Z_8} = \infty.$$

În această variantă satelitul-portsculă 5 și scula-electrod 7 vor efectua mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$  și, totodată, mișcare de rotație în același sens cu arborele-manivelă 4 în jurul propriei axe cu viteza unghiulară:

$$\omega_{sat} = \omega_4 \frac{(Z_2 - Z_6)}{Z_6}.$$

Satelitul-portsculă 5 în mișcarea sa sfero-spațială angrenează dinții sculei-electrod 7 cu semifabricatul 8 (roata imaginară) cu diferența de dinți  $Z_8 = Z_7 - 1$ . În acest caz, în raport cu satelitul-portsculă semifabricatul 8 se va roti cu viteza unghiulară  $\omega_{scl}$  în sens opus arborelui-manivelă 4. Deci, viteza unghiulară a semifabricatului  $\omega_8 = 0$ .

În a doua variantă admitem că raportul de transmitere de la arborele-manivelă 4 către semifabricatul 8  $i \neq \infty$ , deci  $\omega_8 \neq 0$ . În cazul în care  $Z_6 = Z_2 + 1$ ,  $Z_7 = Z_8 + 1$ ,  $Z_6 < Z_7$ , semifabricatul 8 se va roti în sens opus arborelui-manivelă 4 cu raportul de reducere:

$$i = -\frac{Z_6 Z_8}{Z_2 Z_7 - Z_6 Z_8}.$$

Iar în cazul în care  $Z_6 < Z_7$ , semifabricatul 8 se va roti în același sens cu arborele-manivelă 4 cu raportul de reducere determinat din aceeași relație.

În varianta a doua semifabricatului 8 i se comunică mișcare de rotație în jurul propriei axe prin intermediul servomotorului 9 cu viteza unghiulară

	Num. de dinți ai sculei, $Z_7$	Num. de dinți ai semifabr., $Z_8$		Raportul de transm., $i$
	11	10	=	-17,9
	12	11	=	-21,2
	13	12	=	-25,0
	14	13	=	-29,5
	15	14	=	-35,0
	16	15	=	-41,7
	17	16	=	-50,0
	18	17	=	-60,7
	19	18	=	-75,0
	20	19	=	-95,0
	21	20	=	-125,0
	22	21	=	-175,0
	23	22	=	-275,0
	24	23	=	-575,0
	26	25	=	625,0
	27	26	=	325,0
	28	27	=	225,0
	29	28	=	175,0
	30	29	=	145,0
	31	30	=	125,0
	32	31	=	110,7
	33	32	=	100,0
	34	33	=	91,7
	35	34	=	85,0
	36	35	=	79,5
	37	36	=	75,0
	38	37	=	71,2
	39	38	=	67,9
	40	39	=	65,0
	41	40	=	62,5

Fig. 2.23. Gama de raporturi de transmitere a lanțului cinematic  $i$  (obținute cu  $Z_2$  și  $Z_6$  constant).

$\omega_8 = \omega_4 / i$ , cu sens opus rotirii arborelui-manivelă 4, dacă  $Z_6 < Z_7$ , și în același sens, dacă  $Z_6 > Z_7$ .

În procesul de prelucrare a semifabricatului 8 (roții centrale conice) prin electroeroziune cu sculă-electrod masiv 7 prin mișcare sfero-spațială în jurul unui punct fix  $O$ , semifabricatului 8 concomitent i se comunică un avans axial, valoarea căruia se corelează cu parametrii de regim și cu mișcarea sfero-spațială a sculei-electrod 7.

Dirijarea servomotoarelor, precum și a parametrilor de lucru ai curentului electric se efectuează prin sistemul de comandă 10.

În fig. 2.23 este prezentat un exemplu de obținere a unei game de raporturi de transmitere ale lanțului cinematic când  $Z_2 = 24$  constant,  $Z_6 = 25$  constant, utilizând scule-electrod masiv cu număr diferit de dinți  $Z_7 = Z_8 + 1$ , iar semifabricatului i se comunică mișcare de rotație cu viteza unghiulară  $\omega_8 = \omega_4 / i$ .

În cazul în care este necesar de a executa dantura, spre exemplu,  $Z_8 = 30$  de dinți, păstrând  $Z_2 = 24$  și  $Z_6 = 25$ , este necesar de a comunica semifabricatului mișcare de rotație cu viteza unghiulară  $\omega_8 = \omega_4 / 125$  (fig. 2.25).

### 2.3. Particularități ale procedeeleor de generare a danturilor angrenajelor precesionale cu laser (fascicul de electroni)

#### 2.3.1. Aspecte tehnologice ale prelucrării cu laser

Utilizarea energiei optice este o metodă tot mai răspândită în prelucrarea și fabricarea organelor de mașini. Între anii 1973 și 2000 prelucrările pieselor cu laser au condus la o creștere a volumului de producere de 50-80 de ori și la o diversificare esențială a tehnologiilor de execuție.

Calitatea înaltă a tăieturilor cu laser, a sudurilor sau a prelucrării suprafețelor i-a determinat pe specialiști să acorde o atenție deosebită sporirii productivității prin automatizarea procesului de fabricare.

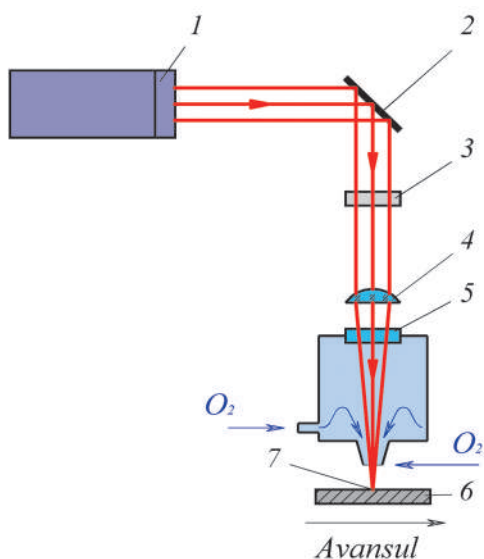
Una dintre cele mai de perspectivă aplicații sunt procesele de tăiere a materialelor cu lasere cu bioxid de carbon ( $CO_2$ ), caracterizate prin randament de aproximativ 15-20%. În aceste lasere emisia cu lungimea de undă de  $10,6 \mu m$  este absorbită de un mare număr de materiale, inclusiv de cele metalice, sticlă, cuarț, lemn, piele, materiale sintetice etc.

La tăiere de obicei se folosește un jet de gaz care contribuie la înlăturarea materialelor rezultate în urma distrugerii produselor ușor inflamabile și la inițierea reacției chimice în zona acționării laserului pe materialele metalice. În aceste cazuri, în zona de tăiere se injectează gaze inerte, cum ar fi azotul, sau oxigen.

Schema principală a metodei de tăiere a materialelor cu laserul și injectarea în zona de tăiere a oxigenului este prezentată în fig. 2.24. Fasciculul generat de insta-



lația 1 este focalizat de un sistem optic pe suprafața semifabricatului supus prelucrării. Coaxial cu laserul, în zona de tăiere se injectează oxigen, care îndeplinește două funcții: contribuie la absorbirea unei cantități mai mari de energie de lumină prin formarea la suprafață a unei pelicule de oxizi și, totodată, înlătură din zona de tăiere topitura și produsele rezultate în urma distrugerii materialului. Laserul transmite semifabricatului, în perioade foarte scurte de timp, o concentrație mare de energie, fapt ce conduce la micșorarea lățimii de tăiere, la diminuarea zonei de influență termică, având o viteză de tăiere mai mare în comparație cu orice alt procedeu. Lățimea de tăiere este de dimensiunea petei fasciculului în planul focal sau chiar mai mic, iar mărimea zonei de influență termică este de ordinul  $0,05-0,2\text{ mm}$ .



**Fig. 2.24.** Schema tăierii cu laser cu introducerea în zona de tăiere a jetului de oxigen:

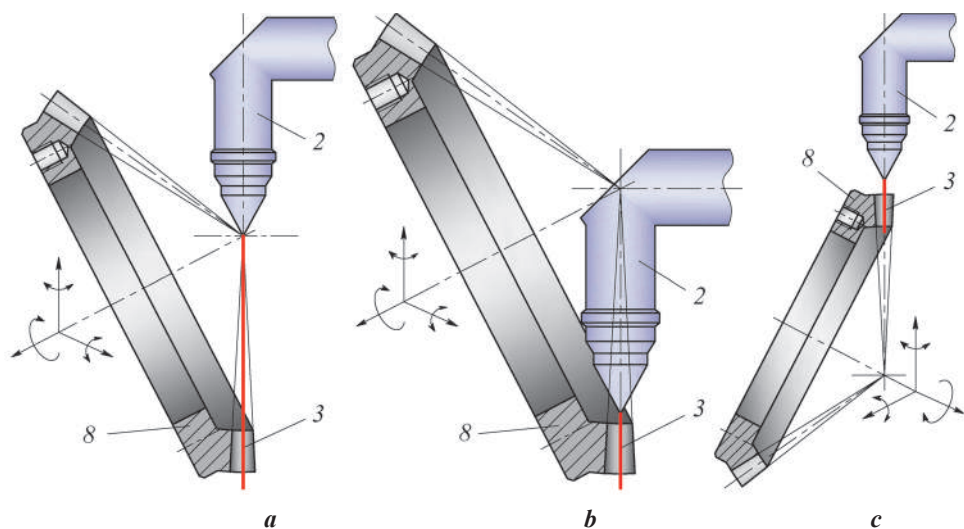
1 – laser; 2 – oglindă; 3 – clapetă; 4 – lentilă; 5 – fereastră; 6 – semifabricat; 7 – punctul focal.

Procedeul de prelucrare a danturii roților cu laserul se rezumă la: focalizarea energiei într-un anumit punct al zonei de tăiere și orientarea dirijată a fluxului în spațiu astfel încât tăietura să formeze profilul dinților.

Interacțiunea fluxului laserului cu semifabricatul la generarea profilului convex-concav al dinților roților angrenajelor precesionale este similară cu interacțiunea electrozudului filiform cu semifabricatul, descrisă în p. 2.2.3.

### 2.3.2. Sistem tehnologic de generare a danturilor angrenajelor precesionale cu laser

În continuare este prezentat procedeul de prelucrare cu laser a roților dințate precesionale (fig. 2.25 a, b, c) [13], în care semifabricatului 8 i se comunică mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie, coordonată cu mișcarea lui de rotație, iar linia de acțiune a laserului 3 trece prin centrul de precesie. În rezultatul interacțiunii roții dințate prelucrate 8 cu fasciculul laserului 3 are loc generarea profilului dinților. Procedeul elaborat prevede diferite scheme de prelucrare. Schema de prelucrare conform fig. 2.25 a – duza 2 se află în centrul de precesie – are avantajul unei poziționări relativ ușor de realizat. Se folosește în cazul semifabricatelor de dimensiuni medii. Prelucrarea din interiorul semifabricatului va exclude lipirea stropilor metalului topit și purjat.



**Fig. 2.25.** Poziționarea duzei în procesul de generare a danturii conice: (a) în centrul de precesie, (b) în interiorul semifabricatului, (c) în exteriorul semifabricatului [13].

În cazul prelucrării semifabricatelor de dimensiuni mai mari, se propune schema de prelucrare din fig. 2.25 *b*. Distanța mică dintre duză și semifabricat va micșora consumul de gaz de protecție sau de oxigen.

Prelucrarea din exterior (fig. 2.25 *c*) se recomandă atunci când, din cauza dimensiunilor mici ale semifabricatului, amplasarea duzei în interiorul lui este imposibilă.

Procedeul de generare a danturilor roților angrenajelor precesionale poate fi realizat prin următoarele mișcări:

- mișcarea sfero-spațială și de rotație se comunică roții dințate prelucrate (semifabricat), iar scula-laser rămâne imobilă;
- mișcarea se realizează prin intermediul servomotoarelor cu comandă numerică, conform ecuațiilor parametrice care descriu profilul dinților (vezi p. 2.2.3).

La prelucrarea danturii cu laserul trebuie să se țină cont de următoarele condiții și recomandări:

- pentru a asigura o grosime constantă de tăiere, suprafața exterioară a roții precesionale se recomandă să fie executată în formă sferică, cu originea razei din centrul de precesie;
- pentru a micșora consumul de gaz protector, duza-laser se recomandă să fie plasată în maximă apropiere de semifabricat;
- se recomandă, dacă este posibil, să se facă prelucrarea din interiorul semifabricatului, pentru a evita astfel lipirea stropilor de material topit;

- pentru a înlesni evacuarea materialului topit prin purjare, duza trebuie să fie plasată astfel încât să fie orientată vertical în jos.

Procedeele de prelucrare a danturilor roților dințate cu fascicul de electroni se realizează similar celui cu laser. Deosebirea constă doar în utilajul tehnologic: în loc de sursa-laser se folosește un generator de electroni, iar prelucrarea se execută în camere vidate.

Forma profilului convex-concav al dinților roților angrenajului precesional variază în funcție de valorile unghiurilor axoidei conice  $\delta$ , de unghiul de conicitate a dinților coroanelor satelitului  $\beta$ , de unghiul de nutație  $\theta$ , de numărul de dinți ai roților dințate  $Z_1, Z_2$  și de corelația  $Z_1=Z_2\pm 1$  [1].

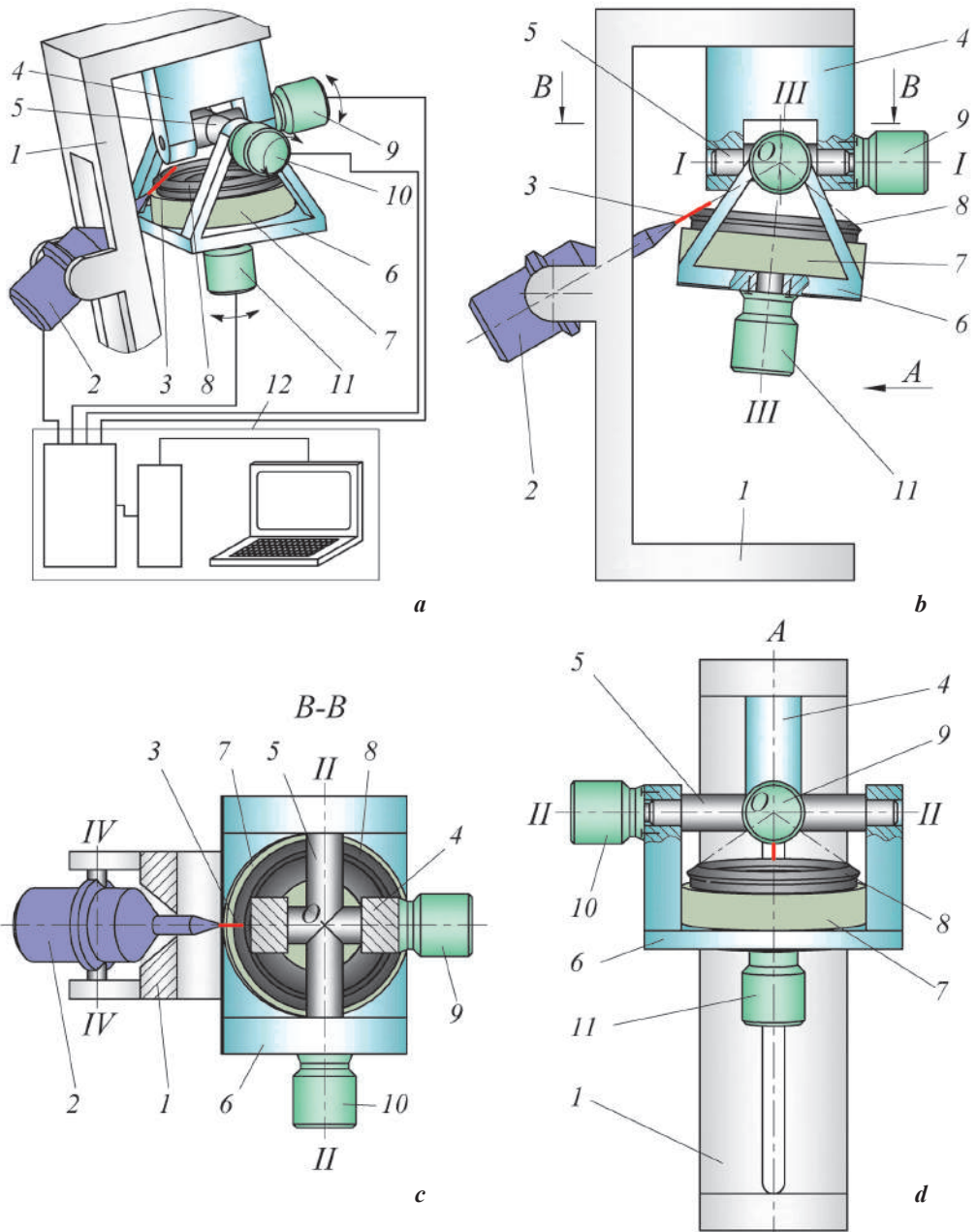
În continuare se propun variante de dispozitive cu comandă numerică pentru realizarea procedurii descrise (vezi p. 2.2.3), prin comunicarea semifabricatului a mișcării sfero-spațiale în jurul centrului de precesie  $O$  și de rotație în jurul propriei axe, în baza ecuațiilor parametrice (2.23), (2.24), (2.26), utilizând tehnologii neconvenționale cum ar fi: fasciculul de electroni, laserul, razele X etc.

### Schema conceptuală a dispozitivului de prelucrare cu trei servomotoare

Dispozitivul de generare a danturii roților dințate precesionale (fig. 2.26) [13] include carcasa 1, pe care este fixat generatorul 2 al laserului 3 (scula) și traversa 4. De traversa 4, prin intermediul inimii de încrucișare 5, este legat cinematic suportul 6, pe care este instalată masa turnantă 7 cu semifabricatul 8. Două din capetele reciproc perpendiculare ale inimii de încrucișare 5 sunt legate cinematic cu servomotoarele 9 și 10. Masa turnantă 7 este legată cinematic cu servomotorul 11. Pentru coordonarea mișcărilor servomotoarelor 9, 10 și 11, precum și pentru dirijarea sculei, dispozitivul este înzestrat cu sistemul de comandă 12. Sistemul de comandă 12 transmite semnale electrice servomotoarelor 9 și 10 conform ecuațiilor parametrice (2.23, 2.24 și 2.26) (care descriu profilul dinților), comunicând astfel mișcări oscilatorii inimii de încrucișare 5 în jurul axelor reciproc perpendiculare I-I și II-II (fig. 2.26 b, c, d). Prin intermediul suportului 6 și a mesei turnante 7, această mișcare se transmite semifabricatului 8. În același timp, la fiecare ciclu închis al mișcării sfero-spațiale servomotorul 11 rotește masa turnantă 7 împreună cu semifabricatul 8 la un unghi ce corespunde pasului unghiular al dinților în jurul axei III-III (fig. 2.26 b).

Sistemul de comandă 12, de asemenea, dirijează cu durată impulsului și puterea necesară sculei-laser.

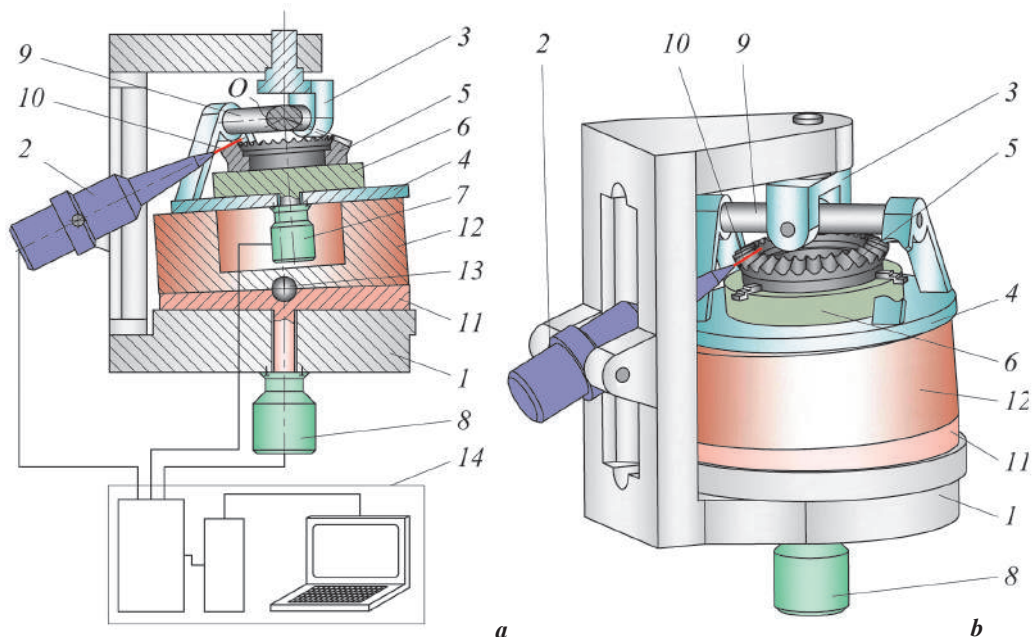
Pentru compensarea erorii de schemă a articulației cinematice, coordonatele  $X_E, Y_E,$  și  $Z_E$  se vor corecta cu valorile coordonatelor  $X_C, Y_C,$  și  $Z_C$  (2.48). Astfel, la prelucrarea dinților prin schema principială propusă, profilul dinților se corectează cu valoarea erorii de schemă generată de mecanismul de legătură al satelitului cu carcasa în mișcarea lui sfero-spațială (vezi p. 2.2.3).



**Fig. 2.26.** Schema principală a dispozitivului de generare a danturii roților centrale ale angrenajului precesional cu trei servomotoare: vederea generală cu sistemul de comandă (a), vederea frontală (b), secțiunea B-B (c) și vederea A (d) [13].

### Schema conceptuală a dispozitivului de prelucrare cu două servomotoare

Dispozitivul de generare a danturii roților dințate precesionale conform schemei conceptuale din fig. 2.27 [14] include carcasa 1, generatorul-laser 2, traversa 3, suportul 4, semifabricatul 5 fixat pe masa rotativă 6, servomotoarele 7 și 8, inima de încrucișare 9, scula în formă de fasciculul 10, discul cu flanșă înclinată reglabilă, compus din discul inferior 11, discul superior 12, bila 13 și sistemul de comandă 14. La primirea semnalelor electrice de la sistemul de comandă 14, prin intermediul servomotorului 8, discului cu flanșă înclinată i se comunică mișcare de rotație. Suprafața plană superioară a discului cu flanșă înclinată se află permanent în contact cu suprafața de sprijin a suportului 4, care la rândul său, prin intermediul traversei 3 și inimii de încrucișare 9, este fixat contra rotirii. Astfel, în rezultatul rotirii discului cu flanșă înclinată, mesei rotative 6 amplasate pe suportul 4, împreună cu semifabricatul 5, i se comunică mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$ . Toate axele de rotație, inclusiv a sculei 10, se intersectează în centrul de precesie  $O$ . În același timp, la fiecare ciclu închis al mișcării sfero-spațiale a semifabricatului 5 servomotorul 7 comunică mesei rotative 6 mișcare de rotație la un unghi ce corespunde pasului unghiular al dinților.



**Fig. 2.27.** Schema principală a dispozitivului de generare a danturii roților centrale ale angrenajului precesional cu două servomotoare: vedere în secțiune cu sistemul de comandă (a) și vedere generală (b) [14].

Avantajele generării danturilor angrenajelor precesionale prin laser:

- laserul poate fi orientat în spațiu prin mișcare sfero-spațială cu un punct fix, fără a-și reduce eficiența energiei concentrate;
- în anumite condiții, zona de influență termică a fasciculului laserului este mică, fapt ce exclude deformarea semifabricatului și diminuează grosimea stratului de metal afectat de transformările de microstructură;
- asigură prelucrarea metalelor anterior prelucrate termic, fapt ce exclude tratamentul termic după generarea profilului;
- calitatea suprafețelor tăieturii este înaltă și în anumite condiții poate fi suficientă pentru a exclude operațiile de finisare prin rectificare a profilului dinților.

Rezultatele de bază ale cercetărilor au mai fost publicate în lucrările [15-42]

## Bibliografie

1. BOSTAN, I. *Precessionny'e peredachi s mnogoparny'm zacepleniem*: [Monogr.] Chișinău: Știința, 1991. 355 p. ISBN 5-376-01005-8.
2. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Antologia invențiilor. Volumul 2. Transmisii planetare precesionale: teoria generării angrenajelor precesionale, control dimensional, proiectare computerizată, aplicații industriale, descrieri de invenții*. Ch.: Ed. Bons Offices, 2010. 542 p. ISBN 978-9975-80-453-0.
3. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; BABAIAAN, I. *Antologia invențiilor. Volumul 1. Transmisii planetare precesionale: sinteze structurale, teoria angrenării, cinematica, dinamica, calculul de rezistență, descrieri de invenție*. Ch.: Ed. Bons Offices, 2011. 593 p. ISBN 978-9975-4179-0-7.
4. SLĂTINEANU, L. *Tehnologii neconvenționale în construcția de mașini*. Chișinău: Tehnica-Info, 2000. 255 p. ISBN 9975-910-99-8.
5. DODUN, O. *Tehnologii neconvenționale-Prelucrări neconvenționale cu scule materializate*. Chișinău: Tehnica-Info, 2001. 188 p. ISBN 9975-63-046-4.
6. ELISEEV, YU.; KRY'MOV, V.; MITROFANOV, A.; SAUSHKIN, B.; SY'CHKOV, G.; TROSHIN, A. *Fiziko-ximicheskie metody' obrabotki v mashinostroenii*. Moskva: Drofa, 2002. 656 p. ISBN 5-7107-6055-2.
7. SAUSHKIN, B. *Fiziko-ximicheskie metody' obrabotki v proizvodstve gazoturbiny'x dvigatelej*. Ch.: Știința, 1980. 80 p.
8. DODUN, O. *Optimizarea tehnologică a prelucrării prin electroeroziune cu electrod filiform*. Chișinău: Tehnica-Info, 2001. 181 p. ISBN 9975-63-047-2.
9. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Aspecte privind prelucrarea roților dințate precesionale de dimensiuni mici prin electroeroziune cu fir*. In: Tehnologii

- Moderne. Calitate. Restructurare: conf. st. internaț. TMCR'2005, Chișinău, 19-22 mai 2005. Vol. 3. Ch.: UTM, 2005, p. 123-126.
10. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. NB 3595 (MD), CIB B 23 H 1/00. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate (variante)*. Nr. a 2005 0068; Decl. 04. 03.2005; Publ. BOPI, 2006, nr.10.
  11. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. NB 3623 (MD), CIB B 23 H 1/00. *Roată dințată-sculă pentru prelucrarea matrițelor (variante) și procedeu de prelucrare a ei (variante)*. Nr. a 2005 0032; Decl. 07.02.2005; Publ. BOPI, 2006, nr.7.
  12. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. NB 3363 (MD), CIB B 23 H 1/00. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale de dimensiuni mici*. Nr. a 2006 0035; Decl. 18. 01.2006; Publ. BOPI, 2007, nr.7.
  13. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. NB 2815 (MD), CIB B 23 F 9/06. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale*. Nr. a 2003 0221; Decl. 10. 09.2003; Publ. BOPI, 2005, nr.7.
  14. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. NB 2608 (MD), CIB B 23 F 9/06. *Dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale*. Nr. a 2003 0261; Decl. 03. 11.2003; Publ. BOPI, 2004, nr.11.
  15. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Unele aspecte privind utilizarea tehnologiilor neconvenționale la prelucrarea roților dințate de dimensiuni mici*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2003, Chișinău, 29 mai - 1 iunie 2003. Vol. II. Ch.: UTM, 2003, p. 21-25.
  16. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Unele aspecte privind utilizarea tehnologiilor neconvenționale la prelucrarea roților dințate precesionale*. In: Meridian Ingineresc. 2003, nr. 3, p. 91-95.
  17. DICUSARĂ, I. *Motivarea elaborării micro-angrenajelor precesionale*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 18 octombrie 2003. Vol. I. Ch., 2003, p. 106-107.
  18. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; BODNARIUC, I.; DICUSARĂ, I. *Transmissions precessionnelles cinematique pour les robots et L'industrie de l'automobiles*. In: GENEVE'2005. Creation presented by the Inventors of the Republic of Moldova. International exhibition of Inventions new techniques and products, 5-9 aprilie 2004; Official Catalogue. Ch., 2004, p. 47.
  19. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Dispozitiv pentru danturarea roților dințate precesionale de dimensiuni mici bazat pe utilizarea fasciculului laser*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul L (LIV). Fasc. 5a. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2004, p. 263-264.
  20. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, A.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI, V.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Sisteme de Ac-*

- ționare Submersibile ale Complexului Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa 1: Elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului dinților nestandarzi cu modificare de profil și longitudinală cu considerarea tuturor factorilor de influență și cercetarea dinamicii transmisiei precesionale. Elaborarea machetei funcționale: raport șt. UTM. Nr. înr. de stat 0104MD 02527; Nr. de inv. 0205MD 02205. Ch., 2004. 105 p.*
21. BOSTAN, I; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale*. Brevet de invenție MD 2608. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2004, Chișinău, 10-13 noiembrie 2004: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2004, p. 41-42.
  22. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; CIUPERCĂ, R.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I. *Design of a new type of gearing for advantageous equipment crushing from the point of view of its cost. Phase 2: raport st. al grantului încheiat cu firma ARP Alpirshbach, Germania și Univ. de Șt. Aplicate, Konstanz, Germania. Ch., 2005. 125p.*
  23. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I. *Transmisii planetare precesionale cinematice: Tehnologii de fabricare și aplicații*. In: Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanica fină: simpoz. internaț., 17 septembrie 2005. Ch.: Știința, 2005, p. 178.
  24. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R. *Transmisii planetare precesionale de putere: angrenaje și tehnologii de fabricare*. In: Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanica fină: simpoz. internaț., 17 septembrie 2005. Ch.: Știința, 2005, p. 179-188.
  25. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; COZMA, T.; DICUSARĂ, I. *Transmisii planetare precesionale în tehnica cosmică de zbor și sisteme de comunicații terestre*. In: Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanica fină: simpoz. internaț., 17 septembrie 2005. Ch.: Știința, 2005, p. 179.
  26. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R.; TRIFAN, N.; VENGHER, D. *Mecanisme de acționare precesionale pentru Complexul Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar (CRECFM)*. In: Registrul elaborărilor științifice în domeniul ingineriei electronice, materialelor multifuncționale și mecanicii. Ch.: Știința, 2005, p. 50-51.
  27. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, A.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI, V.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Sisteme de acționare submersibile ale complexului robotizat de extracție a concrețiunilor feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa II: Optimizarea tehnologiei de generare a dinților roților dințate conice cu profil convex-concav al dinților. Realizarea metodelor și dispozitivelor performante de control al preciziei de prelucrare a profilului dinților, inclusiv cu modificare de profil și longitudinală:*



- raport șt. UTM. Nr. înr. de stat 0104MD 02527; Nr. de inv. 0206MD 02398. Ch., 2005. 91 p.
28. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale*. Brevet de invenție MD 2815. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 64.
29. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Contributions to the processing of the small-sized precessional toothed wheels with non-standard profile of teeth*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LII (LVI). Fasc. 5a. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2006, p. 25-30.
30. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Contributions to the processing of the small-sized precessional toothed wheels with non-standard profile of teeth*. In: Acta Technica Napocensis. Series: Applied Mathematics and Mechanics: The 8<sup>th</sup> International Conference on mechatronics and precision engineering COME-FIM'8. Cluj-Napoca, 2006, 49, vol. IV, p. 817-820.
31. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale*. In: Catalogul inovațiilor top în nanotehnologii, inginerie industrială, materiale și tehnologii de construcție. Vol. 3. Ch., 2006, p. 36-37.
32. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. ș. a. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilelor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa 1: Studiul cinetostaticii transmisiilor precesionale cinematice și elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului modificat al dinților roților dințate pentru transmisiile precesionale cinematice*: raport șt. UTM. Ch., 2006. 46 p.
33. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Reductoare precesionale cinematice*. Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării și Transferului Tehnologic INVENTICA'2006. In: a XVIII-a conf. internaț. de Invenție, Cercetări și Tehnologii Inovative Performante, Iași, 5-9 iulie 2006. Iași, 2006, p. 533.
34. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Aspecte privind prelucrarea roților dințate de dimensiuni mici din angrenajul precesional prin tehnologii de microfrezare*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2007, Chișinău, 31 mai - 03 iunie 2007. Vol. II. Ch.: UTM, 2007, p. 37-40.
35. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilelor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa 2: Elaborarea bazelor teoretice ale proceselor de generare a dinților roților dințate în sisteme cu 5 axe*: raport șt. UTM. Ch., 2007. 46 p.

36. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I.; OLEVSCHI, A. *Planetarny'e precessionny'e kinematicheskije peredachi*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Texnologii, Sevastopol', 26-28 noyabrya 2007: Katalog. Sevastopol', 2007, p. 40.
37. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. ș.a. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilelor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa 3: Elaborarea bazelor teoretice ale proceselor de generare a dinților roților dințate în sisteme cu 5 axe: raport șt. UTM. Ch., 2008. 68 p.*
38. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Zubchatoe koleso-instrument dlya obrabotki matric i metod ego obrabotki* In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Texnologii, Sevastopol', 25-27 sentyabrya 2008. Sevastopol', 2008.
39. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. ș. a. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilelor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa 4: Studiul cinetostaticii transmisiilor precesionale cinematice și elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului modificat al dinților roților dințate pentru transmisiile precesionale cinematice: raport șt. UTM. Ch., 2009. 82 p.*
40. BOSTAN, I.; IONESCU, F.; DULGHERU, V.; CIOBANU, R.; MALCOCI, I.; CIOBANU, O.; CIUPERCĂ, R.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Mecanisme de acționare pentru aparate de zbor; Multiplicator planetar precesional; Tehnologii de fabricare a roților dințate precesionale*. INFOINVENT'2009, Chișinău, 24-27 noiembrie 2009.
41. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Tehnologii moderne neconvenționale de prelucrare a roților dințate*. Salonul Internațional al Cercetării, Inovării și Transferului Tehnologic INVENTICA 2010, a 14-a ediție, 9-11 iunie 2010.
42. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Tehnologii moderne neconvenționale de prelucrare a roților dințate*. Brevete de invenții: MD 2608; MD 3363; MD 3595. Târgul Internațional de Invenții INVENT-INVEST SIR20!, Iasi, 22-27 noiembrie 2010.



## Capitolul 3

# TEHNOLOGII DE FABRICARE A ROȚILOR DINȚATE ALE TPPC PRIN TURNARE ȘI PRESARE ÎN FORME

---

### 3.1. Generalități

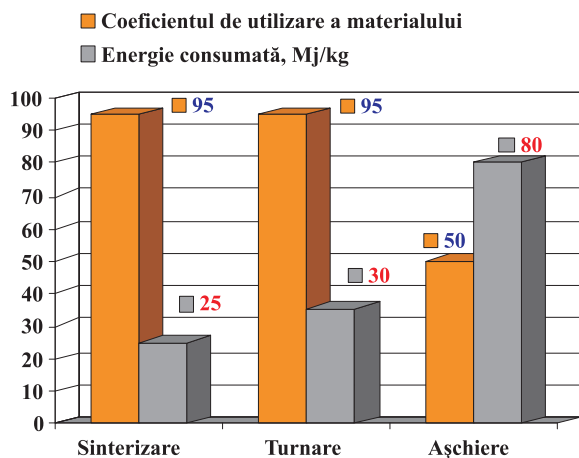
Majoritatea componentelor de mecanică fină, utilizate în aparatele electronice, în utilajul tehnologic, medical, automobile, avionică, roboți etc., includ transmisii mecanice, față de care sunt înaintate cerințe din ce în ce mai riguroase, referitoare la asigurarea următoarelor performanțe:

- masă și gabarite reduse;
- fiabilitatea înaltă în exploatare;
- cost redus realizat prin tehnologii de fabricare înalt-productive și de asamblare robotizată;
- capacitate portantă și randament înalte;
- nivel redus de zgomot și vibrații.

Actualmente în lume la fabricarea produselor cu elemente de mecanică fină se utilizează transmisiile planetare cu roți dințate cilindrice și transmisiile armonice. În ultimul timp se atestă tendința în creștere de utilizare a motoarelor electrice de turație înaltă, cu gabarite și masă redusă (deci, și a transmisiilor mecanice cu raport de transmitere mare). Realizarea rapoartelor de transmitere mari în baza transmisiilor mecanice clasice se epuizează însă ca posibilitate, deoarece concomitent crește numărul de elemente, fapt ce conduce la mărirea gabaritelor, masei și a costurilor de producere. Necesitatea stringentă de a realiza rapoarte de transmitere mari în construcții cât mai simple favorizează avantajos transmisiile planetare precesionale.

În transmisiile planetare precesionale cinematice cu doar 4 elemente de bază, spre exemplu, se asigură obținerea raportului de transmitere până la 5000, iar în transmisiile planetare același raport de transmitere se asigură cu 24-28, în cea armonică – cu 6 elemente. Totodată, utilizarea transmisiilor armonice este limitată de durata redusă de viață (a roții flexibile, estimată la cca 5000 ore), precum și de dimensiunile diametrale mai mari (în cazul restricțiilor de gabarit diametral).

La producerea componentelor transmisiilor mecanice prin turnare din mase plastice și prin sinterizare din pulberi metalice costul unei componente este aproxima-



**Fig. 3.1.** Analiza comparativă a consumului de material la fabricarea roților dințate prin sinterizare, turnare sau așchiere.

tiv același. Costul materialului în produs se reduce prin mărirea coeficientului de utilizare a materialului. În figura 3.1 este prezentată analiza comparativă a cheltuielilor de energie și a coeficientului de utilizare a materialului pentru trei tipuri de prelucrare: sinterizare, turnare și așchiere. La prelucrarea prin *sinterizare*, coeficientul de utilizare a materialului alcătuiește aproximativ 0,95 din materialul inițial, iar cheltuielile de energie alcătuiesc 25% din costul produsului. La prelucrarea prin *turnare*, coeficientul de utilizare a materialului este, de ase-

menea, 0,95 din materialul inițial, iar cheltuielile de energie sunt de 30% din costul produsului. La prelucrarea prin *așchiere*, coeficientul de utilizare a materialului este de 0,5 din semifabricat, iar cele de energie ajung până la 80% din prețul produsului. După cum se observă din analiza diagramelor, cele mai raționale tehnologii de fabricare a roților dințate de dimensiuni mici, din punctul de vedere al cheltuielilor, sunt metodele de turnare din mase plastice și de sinterizare din pulberi metalice. Așchiera se utilizează numai în cazuri unice, când este necesar un număr mic de piese și nu este rațional să fie executată o formă de turnare.

Realizând rapoarte de transmitere mari în gabarite mici, cu precizie cinematică și capacitate portantă înalte, asigurate de multiplicitatea înaltă a angrenajului [1, 2, 3], oferind posibilitatea utilizării tehnologiilor de fabricare a roților dințate simple la costuri de producere reduse, transmisiile planetare precesionale cinematice se deosebesc avantajos de cele clasice și pot fi utilizate pe larg în diverse domenii.

## 3.2. Tehnologia și utilajul tehnologic de fabricare a roților dințate prin turnare din mase plastice

### 3.2.1. Aspecte tehnologice ale fabricării roților dințate prin turnare din mase plastice

Elaborarea unei TPPC cu roți din mase plastice, fiabilă în exploatare, este posibilă numai în cazul în care sunt respectate toate particularitățile constructiv-cinematice ale angrenajului, și când sunt luate în calcul proprietățile fizico-mecanice și tehnologice ale materialelor roților dințate.

Rezistența și durabilitatea funcționării angrenajului transmisiei depind de materialul utilizat, de dimensiunile roților dințate, de precizia executării acestora și de alți factori.

La fabricarea roților dințate prin turnare din mase plastice, un rol important îl are alegerea corectă a **construcției roții dințate**, care trebuie să corespundă cerințelor tehnologice, de economisire a materialului, de micșorare a costului de fabricare.

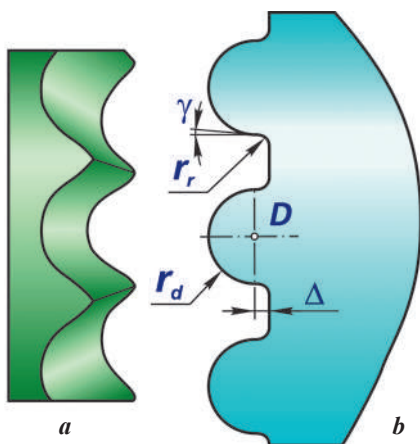
În baza analizei condițiilor de exploatare a TPPC, se elaborează construcția roților dințate, se alege materialul polimer cu considerarea proprietăților privind flexibilitatea, termoconductibilitatea, rezistența mecanică și dependența acestora de temperatură și de viteza de încărcare, relaxarea sarcinii etc. În construcția roții dințate trebuie să fie respectată omogenitatea secțiunilor și grosimea pereților, pentru ca diferența dintre dimensiunile maxime și cele minime să nu depășească 25-30%. Pentru a asigura formarea roților calitative, are importanță alegerea schemelor raționale ale sistemelor de turnare cu distribuirea corectă a punctelor de injecție. Pe lângă aceasta, trebuie respectat principiul umplerii succesive a formei cu topitură de polimer, începând cu secțiunile de dimensiuni mari.

La scoaterea din forme a roților dințate cu grosimea mică a pereților există riscul deformării lor. Pentru înlăturarea acestora, în discul roții se prevăd nervuri de rigiditate, cu grosimi uniforme și înclinări tehnologice. Pe lângă aceasta, trebuie de avut în vedere că la un număr mic de nervuri de rigiditate pe coroana dințată pot apărea poligonalități, fiindcă contracția radială a sectoarelor danturii roților, unde sunt amplasate nervurile de rigiditate, diferă de sectoarele în care lipsesc nervuri de rigiditate.

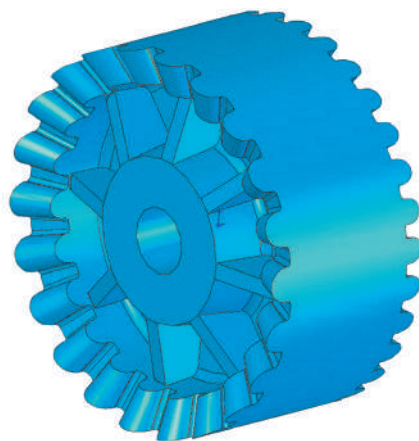
În transmisia planetară precesională cinematică utilizarea angrenajului *dinte-rolă* practic este imposibilă, din cauza dimensiunilor mici ale dinților. În acest caz se propune folosirea angrenajului continuu *dinte-dinte*, în care roata centrală are dinți cu profil convex-concav nestandard (fig. 3.2 a), descris de ecuații parametrice conform teoriei fundamentale a angrenajului precesional, elaborate de acad. Ion Bostan [1, 2], iar dinții roții-satelit sunt executați cu profil în arc de cerc (fig. 3.2 b).

La elaborarea tehnologiei și a utilajului de turnare a roților dințate ale transmisiilor planetare precesionale cinematice (TPPC), este necesar să fie luate în considerare următoarele particularități constructiv-cinematice ale acestora:

1. Angrenajul precesional este constituit din satelit cu două danturi laterale cu profil al dinților în arc de cerc, care angrenează prin frecare de alunecare relativă cu două roți dințate centrale cu profil convex-concav.
2. Prelungirile generatoarelor dinților roților angrenate se intersectează într-un punct (centrul de precesie).
3. Centrele razelor de curbura ale dinților satelitului sunt plasate pe suprafețele a două axoide conice cu vârfurile plasate într-un punct comun pe axa satelitului.



**Fig. 3.2.** Profilul convex-concav al dinților roții centrale (a) în arc de cerc al dinților coroanei satelitului (b).



**Fig. 3.3.** Modelul 3D al blocului-satelit.

4. Profilul dinților roților centrale este convex-concav, descris prin ecuațiile parametrice prezentate în [1, 2, 3], și variabil, dependent de parametrii geometrice ai angrenajului  $\theta$ ,  $\delta$ ,  $\beta$ , numărul de dinți ai roții centrale  $Z_{3(4)}$  și coraportul dintre numărul de dinți ai roților conjugate  $Z_{3(4)} = Z_{6(7)} \pm 1$ .
5. Raza de curbură a dinților  $r_d$ ;
6. Unghiul de înclinare la piciorul dintelui (parametru tehnologic pentru ușurarea scoaterii satelitului din formă)  $\gamma$ .
7. Raza de racordare la piciorul dintelui  $r_r$ .
8.  $\Delta$  – parametrul dependent de forma dintelui roții centrale.

Angrenarea dinților cu profilul *convex-concav – în arc de cerc* posedă un randament relativ mai redus, din cauza specificului mișcării sfero-spațiale, care face imposibilă excluderea frecării de alunecare din angrenaj. Pentru reducerea pierderilor de putere în angrenaj, parametrii geometrice ai profilului dinților se aleg în funcție de efectele cinematice care au loc în angrenajul *dinte-dinte*.

Pentru eliminarea căldurii din zona de angrenare și mărirea rigidității, blocul-satelit este înzestrat din ambele părți cu nervuri.

În scopul optimizării construcției blocului-satelit și a parametrilor dinamici și inerționali ai transmisiei planetare precesionale cinematice, în softul *SolidWorks* a fost elaborat modelul 3D al acestuia și au fost modelate diferite variante constructive ale tuturor elementelor (fig. 3.3).

Pentru argumentarea geometriei angrenajului precesional cu profilul dinților conjugăți *convex-concav – arc de cerc*, au fost efectuate cercetări teoretice și experimentale, în baza cărora au fost formulate recomandări pentru diminuarea influen-

ței vitezei relative de alunecare în angrenaj asupra randamentului mecanic, emisiei de zgomot, nivelului de vibrații etc.

**Criteriile de alegere a materialului.** Nivelul sarcinii din angrenaj este cel mai important criteriu la alegerea materialului, de care depinde limita capacității portante a roților angrenate. Sarcina înaltă condiționează alegerea maselor plastice dure și rigide, în particular a termoplastelor armate. La mărirea vitezelor unghiulare ale roților angrenate crește căldura degajată în zona de contact și scade capacitatea portantă a angrenajului. Criteriile de bază de alegere a materialului pentru roțile dințate sunt temperatura admisibilă la exploatarea de lungă durată și termorezistența. La sarcini mici și viteze unghiulare mari urmează un nivel de zgomot și de vibrații mai ridicat. În acest caz este necesar de utilizat materiale cu proprietăți de amortizare înalte, în special recomandate pentru transmisiile solicitate cu sarcină de șoc.

Caracteristicile funcționale ale transmisiei depind în mare parte și de proprietățile de ungere ale lubrifiantului. În cazul utilizării lubrifiantilor se ia în considerație acțiunea acestora asupra proprietăților reologice ale materialului. Deformațiile posibile ale roților dințate influențează negativ asupra preciziei cinematice a transmisiei, de aceea este nevoie de determinat și de stabilit deformațiile-limită. În afară de aceasta, trebuie de ținut cont de influența asupra rezistenței materialului a substanțelor chimice active, provocatoare de microfisuri, și de tensiunile remanente în stratul superficial al suprafețelor active ale flancurilor, care intensifică procesul de deteriorare a acestora.

În tabelul 3.1 sunt prezentate recomandările firmelor producătoare privind selectarea maselor plastice utilizabile pentru fabricare roților dințate din transmisiile cinematice [4].

**Tabelul 3.1.** Materiale recomandate pentru fabricarea roților dințate.

	Denumirea materialului	Densitatea, kg/m <sup>3</sup>	Marca de producere
1	Polietilenă cu densitate mare	960	PE-Schkopau, Hostalen LD, Baylon, Alkathene, Moplen, Lupolen, Vestolen
2	Polietilenă cu densitate joasă	920	Liten, Vestolen, Hostalen
3	Polietilenă înalt moleculară	916	Hostalen GUR, Lupolen
4	Polipropilenă	905...910	Hostalen PP, Moplen, Mosten, Noblen, Novolen, Vestolen P, Napryl, Daplen, Luparen
5	Poliamidă 6 și materiale compozite pe baza ei	1120...1150	Degamid, Durethan, Ultramid B, Miramid, Akulon, Grilon, Grodnamid, Etamid, Capron
6	Poliamidă 66	1120...1150	Ultramid A, Maranyl A, Zytel E, Leona, Sylamid, Spalamid
7	Poliamidă 11	1020...1040	Rilsan B
8	Poliamidă 12	1010...1020	Rilsan A, Grilamid, Vestamid

	Denumirea materialului	Densitatea, kg/m <sup>3</sup>	Marca de producere
9	Poliamidă 610	1070...1090	Ultramid S
10	Poliamidă 6 cu adaos de sticlă	1350	Renyl, Zytel, Orgamide
11	Poliamidă 66 cu adaos de sticlă	1350	Durethan, Aculon R, Catalin, Verton RF
12	Policarbonat și materiale compozite pe baza lui	1070...1230	Makrolon, Orgalan, Lexan, Merlon
13	Polioximetilen și materiale compozite pe baza lui	1340...1430	Delrin, Celcon, Hostaform, Duracon
14	Polioximetilen cu adaos de sticlă	1700	Kematal, Tenac, Ultraform
15	Polibutilentereftalat	1300	Pocan, Deroton, Ultradur, Dynalut
16	Polibutilentereftalat cu adaos de sticlă	1550	Pibiter, Orgater, Celanex, Snialen
17	Polietilentereftalat	1370	Arnite, Crastin, Tenite, Vestodur, Rynite, Hostadur, Ultradur, Lavsan
18	Polietilentereftalat cu adaos de sticlă	1650	Rhoderster
19	Polifenilenoxid	1060	Noril
20	Polisulfonă	1240...1250	Bakelite P, Udel, Polisulfon
21	Polietersulfonă	1370	Poliathersulfon, Victrex
22	Polifenilensulfid	1340	Ryton
23	Poliimidă	1430	Kapton, Vespel, Kinel
24	Polieteretercetona	1320	Victrex
25	Poliuretan termoplastic	1250	Desmopan, Elastollen, Vulkollan, Resistifol

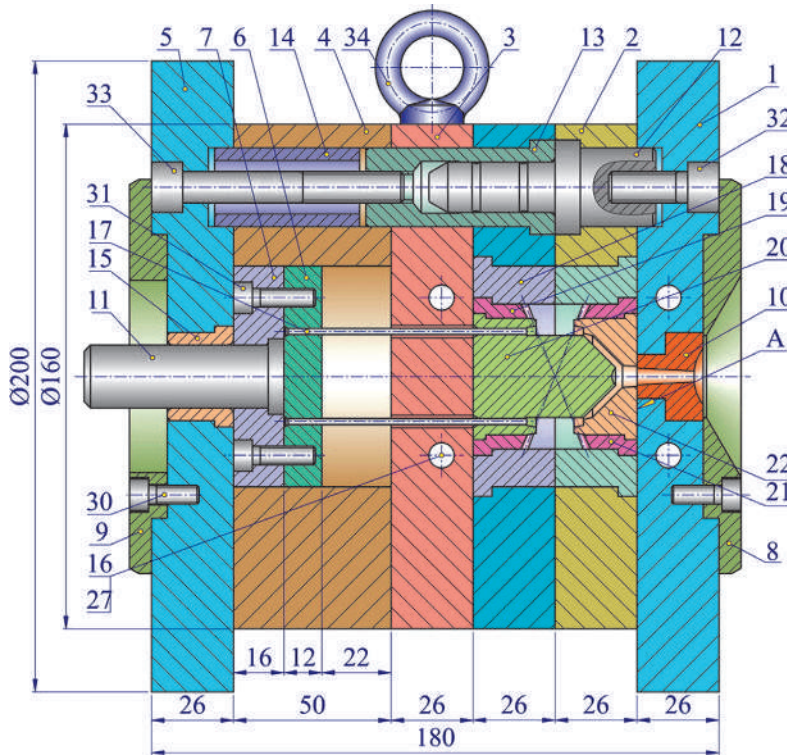
### 3.2.2. Utilaj tehnologic de fabricare

Luând în considerație particularitățile construcției roților dințate din angrenajul precesional descris în p.3.2.1, a fost elaborată construcția utilajului tehnologic de turnare prin injecție sub presiune a blocurilor-satelit cu profil în arc de cerc al dinților, prezentată în fig. 3.4 [4]. Utilajul tehnologic de turnare este constituit din trei noduri de bază: fix, intermediar și mobil.

*Nodul fix* al utilajului constă din placa de prindere 5, dotată cu bușa de ghidare 15, în care este amplasat pistonul 11 fixat de plăcile portaruncător 6 și de presiune 7, cu aruncătoarele 17. Pe placa de prindere 5 sunt montate bușele de centrare 14, pe care este amplasat distanțierul 4. Pe partea cealaltă a plăcii de prindere 5 este fixat inelul de centrare 9.

*Nodul intermediar* al formei constă din placa de presiune 3, pe care este amplasată placa activă 2 cu inserțiile 18, 20, centrate prin intermediul bușelor de ghidare 13. Matrița 19 este montată între inserțiile 18 și 20. Pe placa de presiune 3 mai sunt montate conectorul 16, bușoanele 27 și șurubul 34, care servește pentru transportarea formei de turnare.





**Fig. 3.4.** Forma de turnare a roților-satelit ale angrenajului precesional din mase plastice prin injecție sub presiune.

*Nodul mobil* al formei este compus din placa de prindere 1, centrată imobil cu placa activă 2 prin intermediul coloanelor de ghidare 12. În placa activă 2 sunt montate inserțiile 18, 22, iar în spațiul dintre ele – matrița 21. Pe cealaltă parte a plăcii de prindere 1 este montată duza de injecție 10, fixată în placă cu ajutorul inelului de centrare 8. Nodul intermediar al formei de turnare se assemblează cu nodul fix al formei și al aruncătoarelor 17, iar nodurile mobil și fix – prin intermediul coloanelor de ghidare 12.

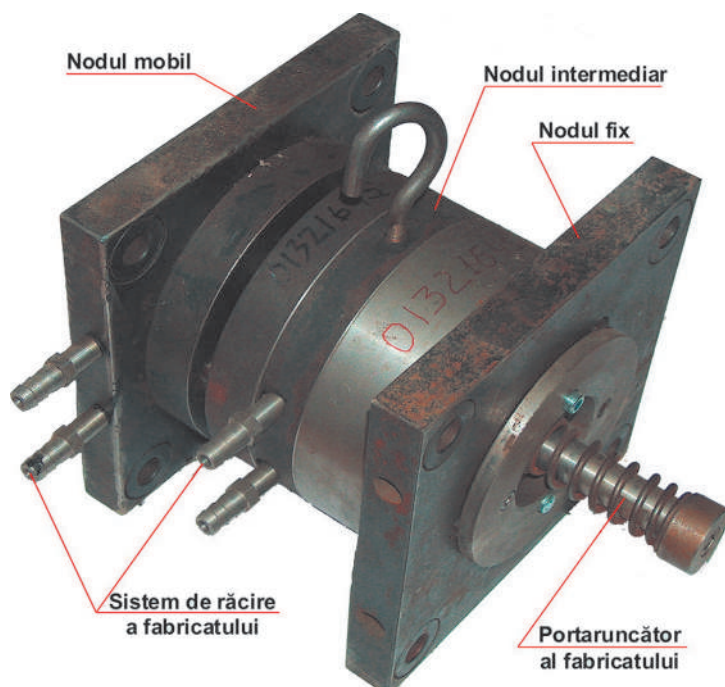


*a*



*b*

**Fig. 3.5.** Modelul computerizat al matriței (a) și complete de matrițe fabricate cu profil-oglină al angrenajului (b).



**Fig. 3.6.** Forma de turnare a roților-satelit (fabricată la uzina *Sigma*, Chișinău).

În baza documentației tehnice elaborate a fost executat în metal utilajul tehnologic de turnare a roții-satelit (fig. 3.6) dotat cu un set de matrițe (fig. 3.5), cu diferiți parametri geometrici ai angrenajului precesional, prezentați în tabelul 3.2.

**Tabelul 3.2.** Parametrii geometrici ai roților-satelit

Parametri	Simbol	Roata-satelit					
		30	31	30	31	30	31
Numărul de dinți	$Z_2$	30	31	30	31	30	31
	$Z_3$	20	20	22	22	25	25
Unghiul axo-idei conice, °	$\delta_1$	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
	$\delta_2$	0	0	22,5	22,5	22,5	22,5

Utilizând utilajul tehnologic de turnare prezentat în fig. 3.6, din materialele *Hostaform C9021*, *Hostaform C9021M* și *Hostaform C9021TF* a fost fabricat un set de roți-satelit cu diferiți parametri geometrici ai coroanelor cu dinți cu profil în arc de cerc. Regimurile și condițiile procesului tehnologic de turnare a maselor plastice pentru fiecare marcă sunt recomandate de producătorul acestora. Mostrele roților turnate sunt prezentate în fig. 3.7.

Componentele de bază ale utilajului de turnare sunt matrițele 19 și 21 cu profiluri oglindă (fig.3.5), care formează dinții cu profil în arc de cerc ai coroanelor blocului-satelit. Procedul de fabricare a matriței cu profil oglindă (negativ) al danturii de lucru este descris în capitolul 2 [5]. Profilul negativ al matrițelor 19 și 21 a fost prelucrat prin electroeroziune cu sculă-electrod filiformă (fig. 3.5 a, b).



**Fig. 3.7.** Roți-satelit turnate din diferite materiale plastice: a) *Hostaform C9021TF*; b) *Hostaform C9021*; c) *Poliamid 6*; d) *Hostaform C9021M*.

### *3.3.3. Calitatea suprafețelor active ale dinților roților turnate din mase plastice*

Un parametru important care influențează procesele tribologice din angrenaje este calitatea suprafețelor active ale dinților. Utilizând profilometrul *Taylor Hobson FormTalySurf50* (fig. 3.8), au fost măsurate rugozitățile suprafețelor active ale dinților sateliților turnați cu injecție prin presiune din mase plastice *Hostaform C9021*, *Hostaform C9021M* și *Hostaform C9021TF*.

Performanțele profilometrului nominalizat asigură măsurarea rugozităților  $R_a$  și  $R_z$  cu precizia  $0,4 \mu\text{m}/50 \text{ mm}$ .



**Fig. 3.8.** Profilometrul *Taylor Hobson FormTalySurf50*.

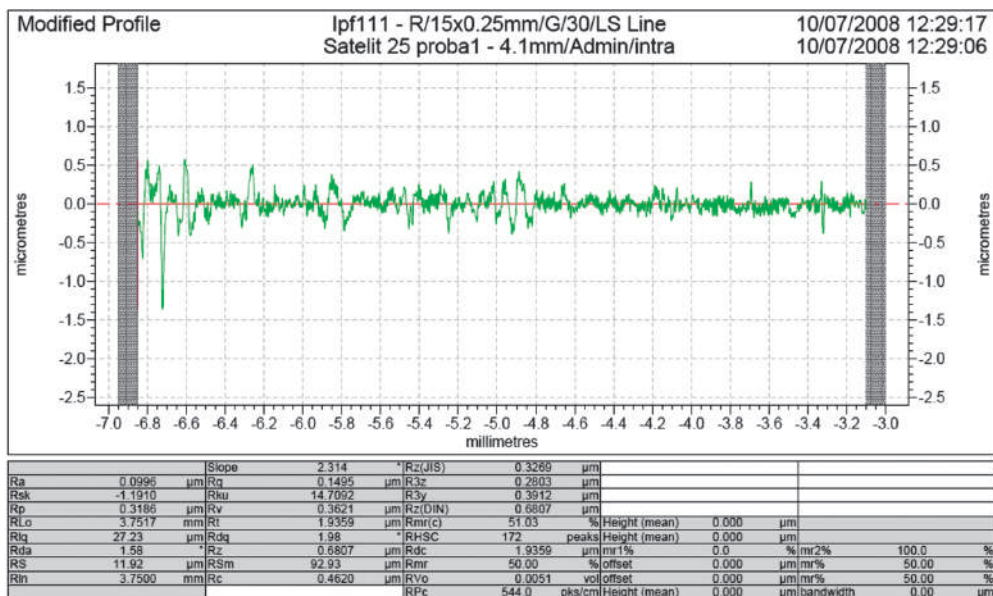


Fig. 3.9. Bloc-satelit din masă plastică marca Hostaform C9021M, coroana cu 25 dinți (profilogramă).

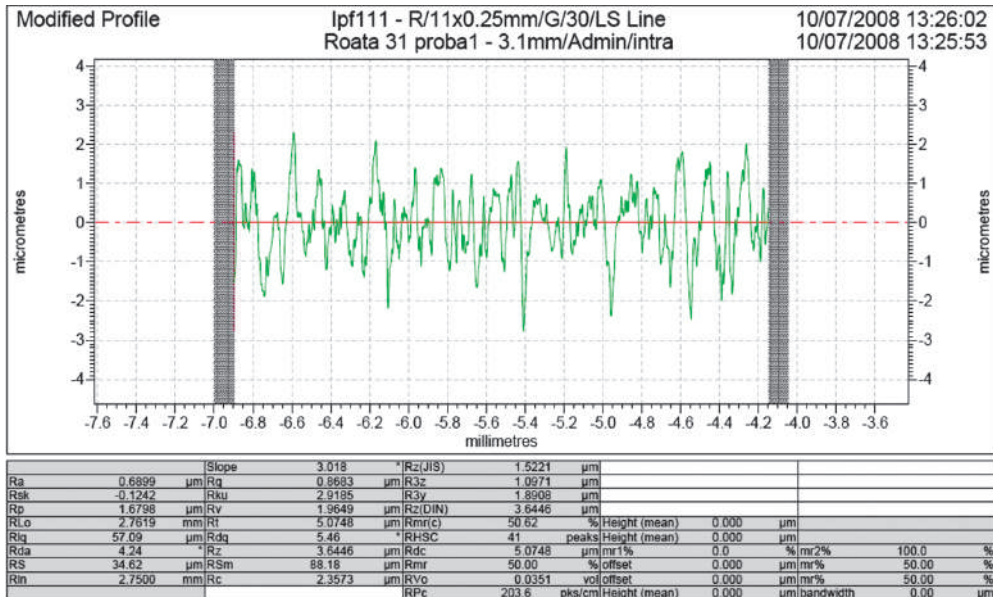


Fig. 3.10. Roată dințată din oțel 40X (40-45 HRC) coroana cu 31 dinți (profilogramă).

În fig. 3.9 este prezentată profilograma rugozității suprafețelor de lucru ale dinților cu profil în arc de cerc ai satelitului fabricat din masă plastică marca *Hostaform C9021M*. Pentru comparație, în fig. 3.10 se redă profilograma rugozității suprafețelor active ale dinților roții centrale cu profil convex-concav fabricați prin rectificare (material oțel *40X, HRC 40...45*). Rugozitatea mai mare a suprafețelor de lucru ale dinților roții din oțel în direcția longitudinală se explică prin faptul că la rectificarea acestora are loc copierea profilului sculei pe direcția lungimii acestuia, fapt ce face ca granulele sculei de rectificat să revină la fiecare turație a semifabricatului în aceeași poziție în raport cu dintele.

Rugozitatea suprafețelor active ale dinților coroanelor satelitului turnat din mase plastice în mare parte este determinată de calitatea și precizia generării suprafețelor negative (oglină) ale matrițelor de turnare, iar forma geometrică – de eficiența regimului de răcire a fabricatului.

### **3.3. Tehnologia și utilajul tehnologic de fabricare a roților dințate prin sinterizare din pulberi metalice**

#### **3.3.1. Aspecte tehnologice ale fabricării roților dințate prin sinterizare din pulberi metalice**

Metalurgia pulberilor s-a dezvoltat foarte intens în ultimele decenii, atât din punct de vedere tehnologic, cât și ca activitate industrială. Nu există nici o ramură a tehnicii moderne care să nu profite din plin de avantajele metalurgiei pulberilor.

Prin metalurgia pulberilor pot fi realizate tendințele moderne actuale de producție: fabricare în masă, consum relativ mic de energie la fabricarea pieselor de calitate înaltă, utilizarea fără pierderi a materialului inițial, automatizare, introducerea controlului static al calității.

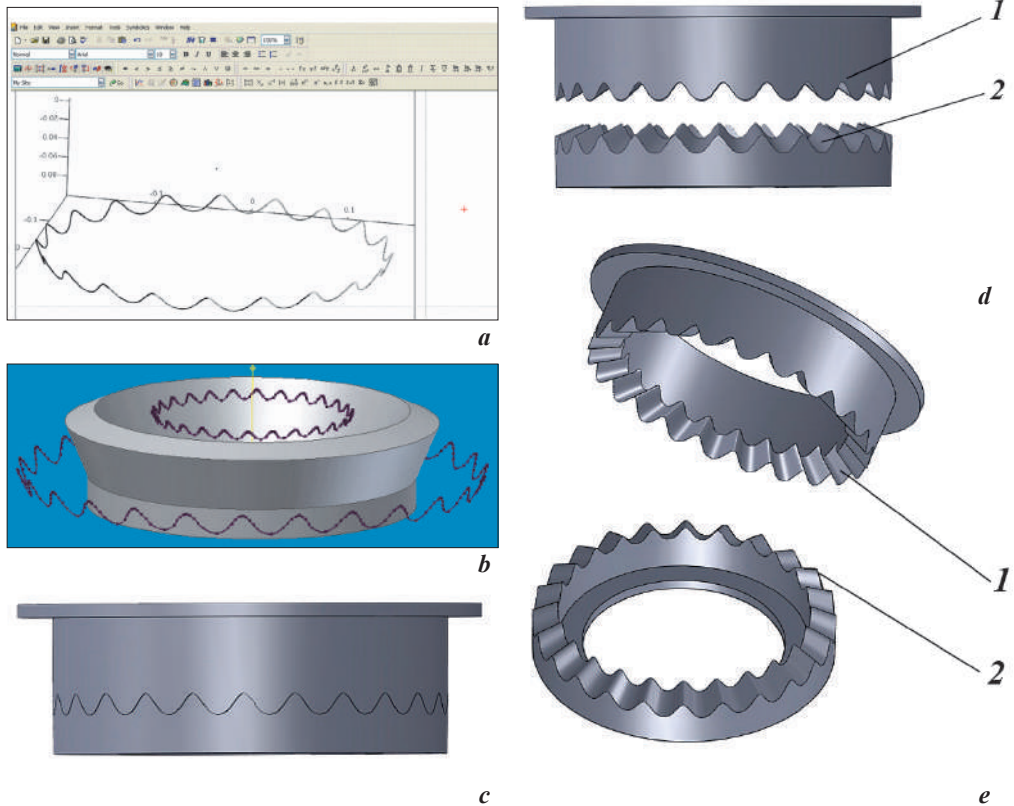
De exemplu, la fabricarea roții dințate din pulbere metalică coeficientul de utilizare a materialului este de 95%, consumul energetic de 29 *Mj/kg*, la piesele turnate acești indici au valorile de 90% și 30...38 *Mj/kg*, iar după prelucrarea mecanică de 40...50% și, respectiv, 66...82 *Mj/kg* (fig. 3.1).

Domeniile posibile de utilizare a angrenajelor precesionale variază de la dispozitive de acționare cinematice și de putere cu destinație generală și specială până la dispozitive pentru transmiterea mișcării în spații ermetice în tehnica chimică, atomică, cosmică, în transmisii hidraulice etc. Pulberea metalică cu caracteristicile necesare pentru fabricarea și exploatarea pieselor angrenajului precesional (satelitul, roți dințate, role conice, lagăre de alunecare ș.a.) se va alege astfel atât în funcție de condițiile de exploatare, cât și în funcție de particularitățile acestor domenii (medii agresive, vid, frecare fără ungeri etc.).

**Alegerea pulberilor metalice.** Pentru fabricarea roților dințate ale reductoarelor cu destinație generală se utilizează pulberi metalice slab aliate, obținute prin metode mecanice de pulverizare cu apă sau ulei, inclusiv prin metode chimice de reducere (prin recoacere de difuzie). Pulberea metalică de marca *PJV 2.160.24* (GOST 9849-86), obținută prin încălzire în atmosferă de reducere cu carbon solid (recoacere de difuzie), este analogă pulberii elvețiene *NC 100.24* din grupa de pulberi *Distaloy* a firmei *Hoganas*, care are caracteristicile  $\sigma = 580...750 \text{ MPa}$ ,  $180...200 \text{ HV}$ . Aceste pulberi se vor utiliza pentru executarea roților dințate de configurație complicată și poritate înaltă, în special, în cazurile când piesele sunt supuse unui tratament de îmbibare cu ulei sau lubrifianți solizi [6, 7, 9].

### 3.3.2. Elaborarea echipamentului tehnologic

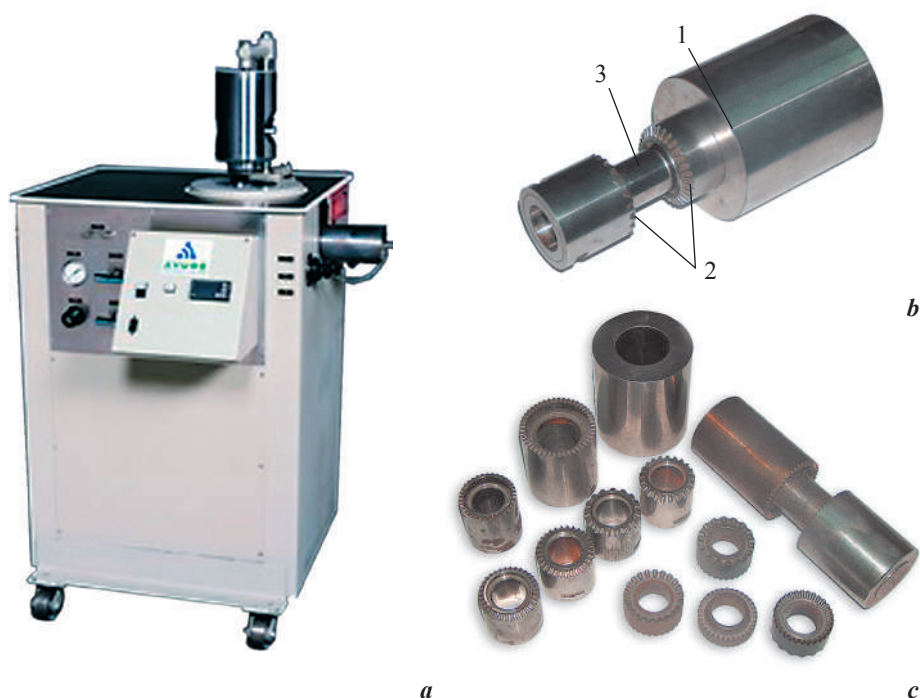
Transmisiiile planetare precesionale cinematice conțin cel puțin patru elemente de bază, care se recomandă a fi fabricate prin sinterizare din pulberi metalice: blocul-satelit cu două coroane de dinți cu profil în arc de cerc al dinților, roțile dințate centrale cu profil convex-concav și arborele-manivelă.



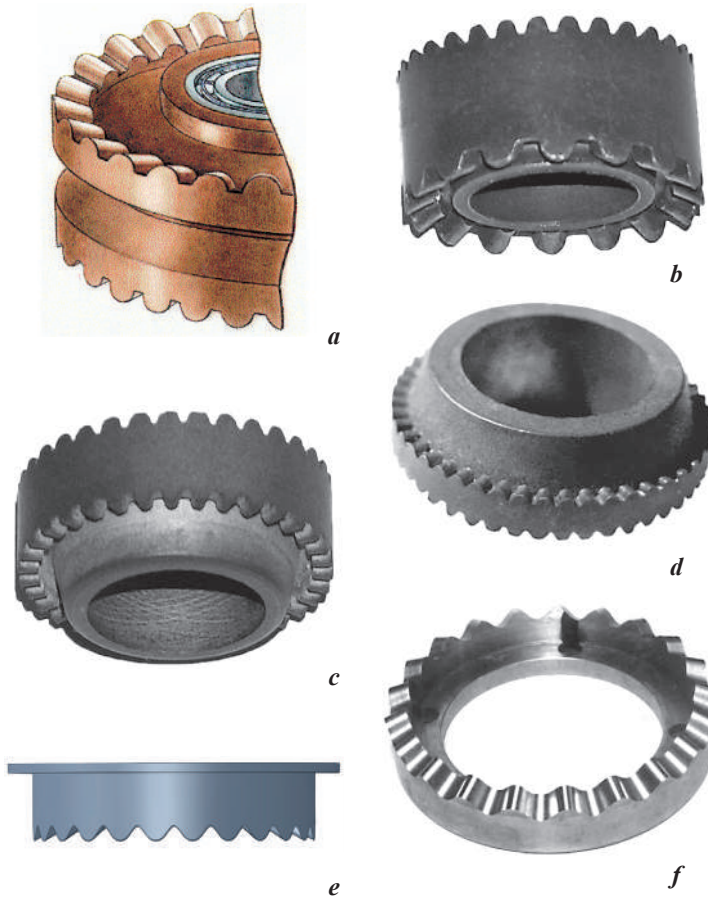
**Fig. 3.11.** Procesul de modelare a matricei cu profil *oglinďă* al dinților (pentru fabricarea roților dințate centrale).

În scopul optimizării constructive și tehnologice a utilajului de presare, autorii au efectuat o serie de modelări (în pachetul de modelare matematică *MathCAD 2001 Professional* și în sistemul de modelare *CAD/CAM/CAE CATIA V5R7*) ale matrițelor pentru executarea roților cu diferiți parametri geometrice ai angrenajului. În fig. 3.11 *a, b, c, d, e* este prezentat procesul de modelare computerizată a matrițelor cu profil negativ al dinților cu profil convex-concav. Profilul convex-concav negativ al dinților matrițelor a fost prelucrat prin electroeroziune cu sculă-electrod filiformă (v. cap. 2). În fig. 3.11 *a, b* sunt prezentate etapele descrierii grafice a profilurilor în baza ecuațiilor parametrice expuse în [1, 2]. În fig. 3.11 *c, d, e* sunt prezentate secvențe ale procesului de tăiere prin electroeroziune cu sculă-electrod filiformă a profilului convex-concav negativ al matrițelor 1 și roților dințate centrale 2 cu profil convex-concav. În fig. 3.11 *d, e* sunt prezentate modelele 2D și 3D ale matriței cu profil negativ al dinților și ale roții dințate. Procesul de modelare computerizată a matrițelor cu profil negativ al dinților pentru execuția blocului satelit cu profil în arc de cerc al dinților este similar celui prezentat mai sus.

În baza modelelor computerizate și a analizei cerințelor înaintate față de utilajele tehnologice de presare, a fost elaborată documentația tehnică și fabricată forma de



**Fig. 3.12.** Utilajul tehnologic de presare individuală: a roților centrale cu profil convex-concav al dinților (a); a roților-satelit cu două coroane cu dinți în arc de cerc (b); matrițe și mostre de roți dințate cu diametrul de 24, 38, 46, 62 mm (c).



**Fig. 3.13.** Roți-sateliti cu dinți în arc de cerc (*a, b, c, d, e*) și roată dințată cu profil convex-concav al dinților (*f*), fabricate prin sinterizare.

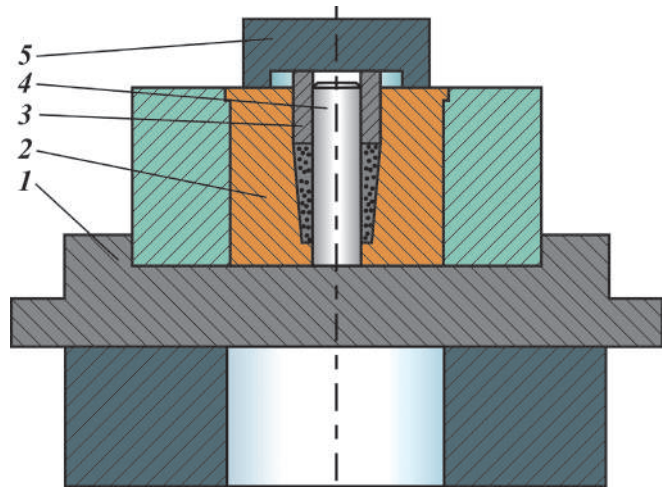
presare a roților dințate centrale cu profil în arc de cerc. Presarea blocului satelit cu două coroane danturate cu dinți în arc de cerc a fost făcută cu utilajul tehnologic de presare de acțiune unilaterală, prezentat în fig. 3.12 *b, c*. Utilajul tehnologic de presare a satelitului include matrița integrală 1, matrițele-poansoane 2, cu dinți cu profil în arc de cerc negativ, și miezul 3. Utilajul a fost proiectat astfel încât punctul de intersecție al generatoarelor dinților matrițelor-poansoane 2 să coincidă cu centrul blocului-satelit, deci cu centrul de precesie din transmisia reală. Pentru ușurarea extragerii

piesei din utilajul tehnologic de presare, piesele formei au fost elaborate cu unghiurile de conicitate necesare (cu excepția suprafețelor de ajustaj puanson-miez) [8]. Forma de presare trebuie să asigure particularitățile constructive și respectarea parametrilor geometrici de bază ai angrenajului precesional. După efectuarea încercărilor utilajului tehnologic model, au fost elaborate, proiectate și executate în metal utilaje tehnologice de presare a blocurilor-satelit cu profil în arc de cerc al dinților și a roților dințate centrale cu profil convex-concav al dinților cu diametrele pe exterior de  $D=24, 38, 46, 62 \text{ mm}$  și diferiți parametri geometrici ( $Z_1, Z_2, \delta, \theta$ ), utilizați în modele de cercetare și construcții de mecanisme din mecanica fină și utilajul tehnologic (v. fig. 3.12 *c* și 3.13 *b, c, d, f*). Pentru reductoarele precesionale de putere cu funcționare în condiții speciale (transmiterea mișcării în spații ermetice în tehnica chimică, atomică și cosmică, transmisii hidraulice etc.), elementele care se execută din pulberi metalice prin sinte-



rizare sunt rolele conice ale danturilor blocului-satelit, lagărele de alunecare ș.a.

Pentru presarea rolelor a fost elaborat un dispozitiv special de presare (fig. 3.14), care conține suportul 1, matrița 2, poansonul 3, miezul 4 și placa 5. Luând în considerare că masa rolelor conice este relativ mică ( $d=8...80$  mm,  $l/d=1..2$ ), presarea se efectuează numai dintr-o parte (acțiune unilaterală). Existența unghiului funcțional de conicitate a rolelor facilitează extragerea lor din formă. Compozitul necesar se alege în funcție de condițiile de funcționare a angrenajului și se dozează. Pentru reductoarele cu funcționare în vid, compozitul din pulbere metalică include în calitate de material de antifricțiune  $MoS_2$ , grafit ș.a.

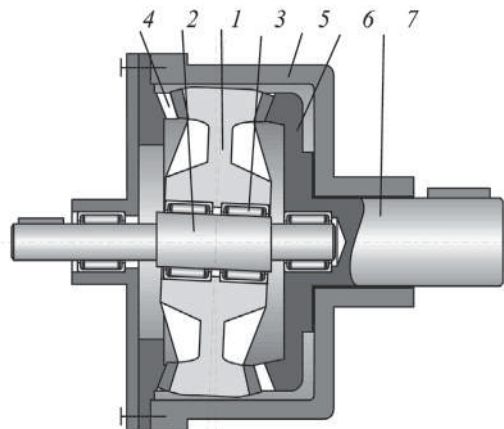


**Fig. 3.14.** Formă de presare a rolelor conice pentru angrenajele precesionale de putere, care lucrează în condiții speciale.

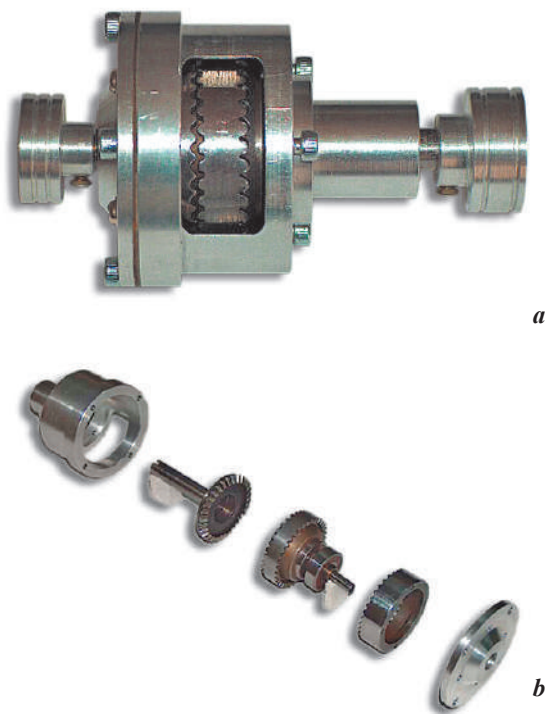
Pentru transmisiile precesionale, care funcționează la temperaturi joase (de exemplu multiplicatoarele precesionale din componența agregatelor eoliene), compozitul va conține grafit sau alte materiale antifricțiune.

### 3.3.3. Elaborarea reductoarelor planetare precesionale cinematice cu roți dințate sinterizate

Având la bază tehnologia de execuție a roților dințate din angrenajul precesional prin sinterizare din pulberi metalice a fost elaborată o serie de construcții de reductoare precesionale cinematice pentru diverse utilizări (mecanisme de acționare pentru aparatele cosmice de zbor, chei electromecanice, mecanismul de frână al automobilului *Audi*, mașini de găurit etc.). În fig. 3.15 este prezentată construcția unui reductor planetar precesional cinematic cu destinație generală, proiectată cu roți dințate



**Fig. 3.15.** Reductor planetar precesional cinematic.



**Fig. 3.16.** Model experimental de reductor planetar precesional cinematic cu satelit sinterizat din pulberi metalice.

din pulberi metalice cu conținut de lubrifianți solizi, iar a roților-satelit – din mase plastice. Conform rezultatelor cercetărilor complexe efectuate [4], acest cuplu de materiale asigură pierderi minime de putere în angrenaj.

## Bibliografie

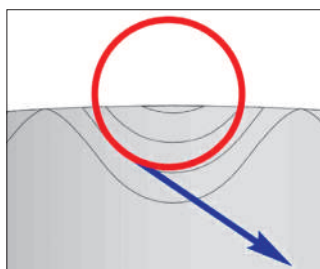
1. BOSTAN, I. *Precessionny'e peredachi s mnogoparny'm zacepleniem*: [monogr.]. Ch.: Știința, 1991. 355 p. ISBN 5-376-01005-8
2. BOSTAN, I. *Sozdanie planetarno-precessionny'x peredach s mnogoparny'm zacepleniem*: dis. dr. tehn. nauk. Moskva, 1989. 511 p.
3. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Antologia invențiilor. V. 1. Transmisii planetare precesionale*. Ed. Ch.: S.n., 2011 (Combinatul Poligr.). 593 p. – ISBN 978-9975-4100-9-0

din pulberi metalice și lagăre de rostogolire (cu ace) sau de alunecare. Blocul-satelit 1 cu coroane danturate cu profil în arc de cerc al dinților este instalat pe arborele-manivelă 2 pe rulmenți cu ace 3. Coroanele danturate ale blocului-satelit 1 angrenează cu roata dințată 4, fixată în carcasa 5, și, respectiv, cu roata dințată 6, legată cu arborele condus 7. În baza construcției elaborate a fost fabricat și testat modelul experimental al reductorului planetar precesional cinematic, prezentat în fig. 3.16 a. În fig. 3.16 b este redată construcția reductorului în desfășurată. Analiza ei demonstrează simplitatea constructivă a reductoarelor planetare precesionale cinematice și posibilitatea asamblării automatizate a lor.

În cazurile în care mediile de exploatare o admit, se recomandă fabricarea roților dințate centrale

4. BODNARIUC, I. *Contribuții la elaborarea și cercetarea transmisiilor planetare precesionale cinematice* // Teza de doctor în tehnică. Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău. 2010, 192 p.
5. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. Brevet de invenție 3623 (MD). *Roată dințată-sculă pentru prelucrarea matrițelor (variante) și procedeu de prelucrare a ei (variante)* / UTM. Publ. BOPI, 2008, nr. 6.
6. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; BOTEZATU, A. *Precessional gear elements manufactured by sintering of the metallic powders* / Romanian First International Fourth National Conference on Powder Metallurgy. 4-7 iulie 1996, Cluj-Napoca. P.54-58.
7. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; HASAN, C. *Tehnologii de execuție a angrenajelor precesionale prin sinterizare* / Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare. - Vol. 4: Secțiunea 7. Construcții și tehnologii pentru angrenaje: Conferința internațională de comunicări științifice consacrate aniversării a 35-a a Universității Tehnice a Moldovei, 27-29. 05. 1999. - Chișinău, 1999, P. 240-244.
8. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MOGAN, GH.; OLEVSCHI, A. *Contributions to the fabrication of precessional toothed wheels by sintering* //Proiectarea Asistată de Calculator PRASIC'06 - BRAȘOV. În cul.: Organe de Mașini. Transmisii Mecanice: Simpozion Național cu participare internațională, (al 8<sup>lea</sup>, 9-10. 11. 2006). Brașov, 2006, P. 51-54.
9. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; OBOROC M. *Elaborarea tehnologiei de presare a roților dințate a angrenajului precesional din pulbere metalică*: rap. șt. intermediar / UTM - Chișinău, 1994. - 13 p.
10. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; BODNARIUC, I. Brevet de invenție 2711 (MD). *Transmisie planetară precesională*. UTM, nr. 2001 0368; Decl. 14.11.2001; Publ. BOPI, 2005, Nr. 2.
11. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Fabricarea elementelor de angrenaj prin sinterizare*. În: Sesiunea de comunicări și note științifice, octombrie 1995. Galați, 1995, p. 45-54.
12. BOSTAN, I. *Reductoare de turație cu mișcare de precesie*. În: Colaborarea științifică și tehnică între România și Republica Moldova. București, 1996, p. 63.
13. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Soluții noi pentru transmisiile precesionale în robotică*. În: Robotică'98: al XIV-lea simpoz. naț., Brașov, 5-7 noiembrie 1998. Brașov, 1998, p. 333-336.
14. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *New solutions of precessional drive mechanisms for industrial robots*. În: Buletinul Institutului Politehnic din Iași: Tomul XLII(L). Supliment I. Secția: Construcții de mașini. Iași: Univ. Tehnică. „Gh. Asachi”, 2000, p. 167-190.

15. BODNARIUC, I. *Contribuții privind fabricarea roților dințate prin turnare ale angrenajelor din mase plastice*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. În: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 18 octombrie 2003. Vol. I. Ch., 2003, p. 104-105.
16. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; BODNARIUC, I. *Transmisii planetare precesionale pentru automobile* (Cerere: MD 2001 0368). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2002”, Chișinău, 9-12 octombrie 2002: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2002, p. 34.
17. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; BODNARIUC, I. *Transmisii planetare precesionale cinematice*. In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2001”: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2001, p. 39-40.
18. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; BODNARIUC, I.; DICUSARĂ, I. *Transmissions precessionnelles cinematique pour les robots et l’industrie de l’automobiles*. In: GENEVE’2005. Creation presented by the Inventors of the Republic of Moldova. International exhibition of Inventions, new techniques and products, 5-9 aprilie 2004: Official Catalogue. Ch., 2004, p. 47.
19. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Reductoare precesionale cinematice*. Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării și Transferului Tehnologic „INVENTICA’2006”. În: a XVIII-a conf. internaț. de Inventică, Cercetări și Tehnologii Inovative Performante, Iași, 5-9 iulie 2006. Iași, 2006, p. 533.
20. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I.; OLEVSCHI, A. *Planetarny’e precessionny’e kinematicheskie peredachi*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy’x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy’x Texnologii, Sevastopol’, 26-28 noyabrya 2007: Katalog. Sevastopol’, 2007, p. 40.
21. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Planetary Precessional Transmission system for motor vehicles*. In: Brussels EURECA’2004: 47-eme Salon Mondial de l’Innovation de la Recherche et de Nouvelles Technologies, 5-12 noiembrie 2004: Catalogue Official. Brussels, 2004, p. 111.
22. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Zubchatoe koleso-instrument dlya obrabotki matric i metod ego obrabotki*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy’x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy’x Texnologii, Sevastopol’, 25-27 sentyabrya 2008. Sevastopol’, 2008.
23. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Nontraditional technology of toothed wheels fabrication*. Expoziția Internațională a Creativității și Inovării „EUROINVENT 2008”, Iași.



## Capitolul 4

# TEHNOLOGIA DE GENERARE A DANTURILOR ROȚILOR PRIN MOLETARE CU RULARE

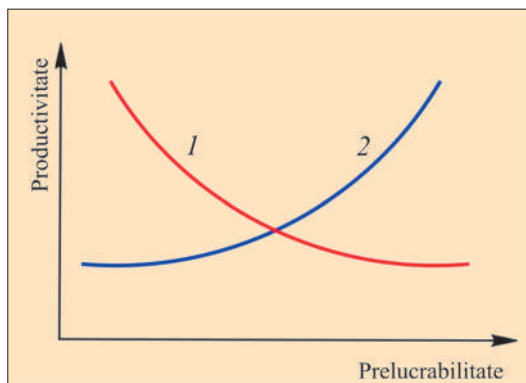
### 4.1. Generalități

O tehnologie din ce în ce mai răspândită în întreaga lume devine moletarea la rece sau la cald a roților dințate, asigurându-se, astfel o serie de avantaje față de procedeele clasice: consum redus de materiale și energie, strat superficial al dinților mai rezistent la diferite forme de deteriorare etc.

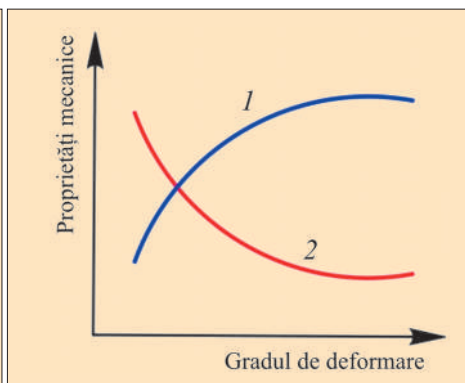
Tehnologia de deformare plastică a roților dințate la rece sau la cald are o utilizare largă în industria constructoare de mașini, în mecanica fină, industria utilajelor metalurgice, a mijloacelor de transport, în special a corăbiilor, a mașinilor de tonaj mare etc. Acest procedeu de deformare plastică a roților dințate la rece sau la cald poate fi realizat prin tehnologii convenționale (1, fig. 4.1.) sau neconvenționale (2, fig. 4.1.) iar alegerea lor depinde, în special, de prelucrabilitatea materialului semifabricatului [5-8, 16]. Procedeele de prelucrare prin deformare plastică la rece sau la cald se caracterizează printr-o serie de avantaje: se obțin piese de forme foarte apropiate de cele finite, cu adaosuri minime sau chiar fără adaosuri de material, astfel asigurând importante economii de materiale și de energie. Procedeele tehnologice sunt simple și înalt productive; utilajul utilizat este de tip universal, care poate fi deservit ușor, iar în caz de necesitate poate fi supus mecanizării și automatizării.

Structura materialelor metalice se caracterizează printr-o stare cristalină cu repartiție regulată a atomilor în rețeaua tridimensională. Metalele după structura rețelei pot fi: cu rețea cubică cu volum centrat ( $Fe_{\alpha}$ , Cr, Mo, W, Ti, Ta, Li, Na) cu rețea cubică cu fețe centrate (Al, Cu, Ni, Fe $\gamma$ , Ag, Ca); cu rețea hexagonală compactă (Mg, Zn, Be) sau cu rețea tetragonală (Mn, Sn).

Proprietățile acestor materiale sunt dictate de distanța diferită dintre atomi și, deci, proprietățile fizice, chimice, mecanice sunt specifice fiecărui metal în parte, chiar dacă se cristalizează în același sistem. Deformarea plastică se produce prin două mecanisme de bază: alunecarea și maclarea. În prelucrarea prin deformare plastică la rece sau la cald un rol important îl dețin defectele liniare, dislocațiile (linii de demarcație între partea cristalului deformat și partea cristalului nedepus), în baza cărora se produce alunecarea sau maclarea. Cu cât mai mare este



**Fig. 4.1.** Alegerea tehnologiei în funcție de prelucrabilitatea materialului și de productivitatea procesului.

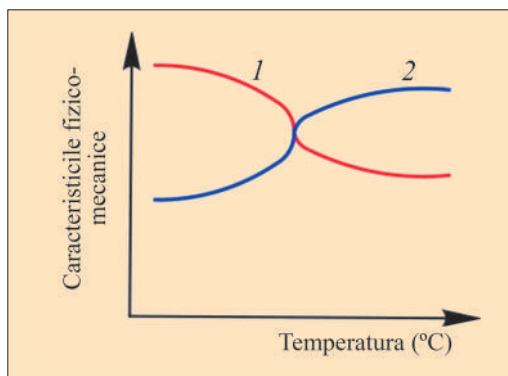


**Fig. 4.2.** Variația proprietăților mecanice în funcție de gradul de deformare.

numărul grăunților cristalini cuprinși de procesul de deformare plastică cu atât mai mult se deformează metalul, deci, rezistența pe care o opune deformării este mai ridicată [5].

Deformarea plastică determină creșterea rezistenței la o următoare deformare și la reducerea plasticității materialului prelucrat. În general, caracteristicile de rezistență mecanică (1, fig. 4.2) (limita de elasticitate, de curgere, duritatea, rezistența la rupere) cresc, iar cele de plasticitate (2, fig. 4.2) (alungirea, gătuirea) se reduc.

Această stare a materialului plastic cu proprietățile modificate datorită deformării plastice anterioare este numită ecruisare. Ecruisarea este determinată de frânarea mișcării dislocațiilor de barierele care apar chiar în timpul procesului de deformare plastică. Pentru continuarea procesului trebuie învinsă rezistența obstacolelor prin creșterea stării de tensiune. Procesul de modificare a structurii (alungirea, turtirea sau fragmentarea grăunților, orientarea preferențială a lor după direcția în care s-a produs alunecarea) depinde esențial de temperatură. Astfel, la creșterea temperaturii caracteristicile de rezistență (1, fig. 4.3) se micșorează, iar cele de plasticitate (2, fig. 4.3) cresc.



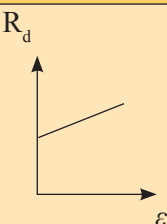
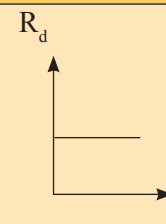
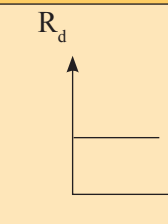
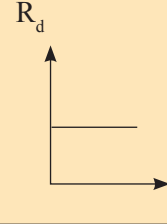
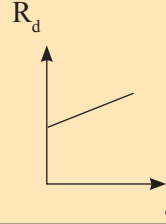
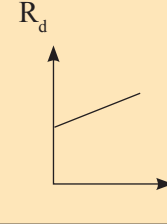
**Fig. 4.3.** Variația caracteristicilor fizico - mecanice ale materialelor prelucrate prin deformare plastică în funcție de temperatură.

Un material plastic ideal se caracterizează prin capacitatea de a suferi deformații remanente mari, care produc schimbări structurale în masa acestuia, fără ca viteza și gradul de deformare să influențeze rezistența la deformare. La

aceste materiale, cunoscute și sub denumirea de *rigido-plactice*, deformațiile elastice sunt mult mai mici decât deformațiile plastice care apar sub acțiunea unor forțe deformatoare și, deci, sunt neglijabile.

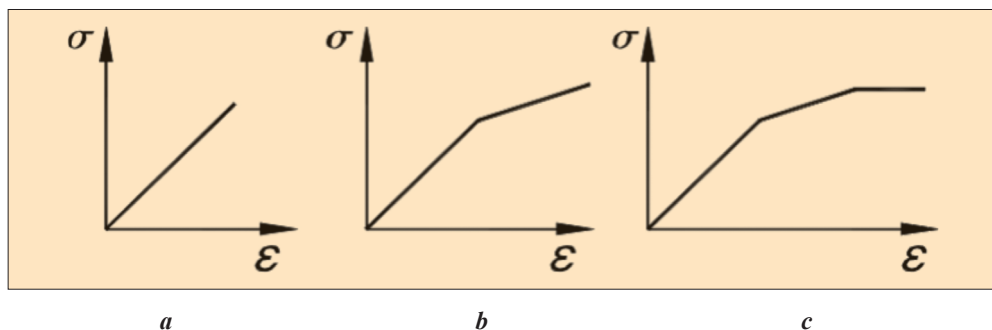
Un material vâscos ideal poate suferi numai deformații remanente, fără ca deformarea să conducă la modificări structurale în masa sa. La astfel de materiale creșterea vitezei și a presiunii de deformare duc, în general, la mărirea rezistenței la deformare. Materialele metalice, în funcție de comportarea lor la deformare, se clasifică în: elastice, plastice, vâscoase, deosebindu-se între ele prin modul în care factorii tehnologici (gradul, viteza de deformare, presiunea la deformare) influențează asupra rezistenței la deformare a acestora. În tabelul 4.1. este prezentată dependența rezistenței la deformare  $R_d$  de gradul de deformare  $\epsilon$  și presiunea la deformare  $P$ .

**Tabelul 4.1**

Tipul materialului	Gradul de deformare	Viteza de deformare	Presiunea la deformare
Materiale cu comportare rigid-plastică			
Materiale cu comportare rigid-vâscoasă			

Materialele reale au proprietăți care diferă mult de ale celor ideale, având o comportare complexă sub acțiunea forțelor deformatoare, ele manifestându-se ca materiale elasto fragile, elasto plastice sau elasto plasto vâscoase (fig. 4.4 a, b, c). Factorii tehnologici au o deosebită influență asupra comportării la deformare a materialelor metalice. Prin încălzire, deformarea se va produce la presiuni mai mici, materialele tinzând a se comporta ca materiale vâscoase. Starea vâscoasă este și mai evidentă dacă temperatura de lucru depășește temperatura de recrystalizare a metalului sau a aliajului. În cazul în care temperatura de deformare este inferioară temperaturii de recrystalizare, metalele sau aliajele se comportă ca materiale cu o bună plasticitate.

Tendința de comportare vâscoasă a materialelor se amplifică de asemenea, o dată cu creșterea gradului de deformare, a tensiunilor unitare la presare și cu a vitezei de deformare.



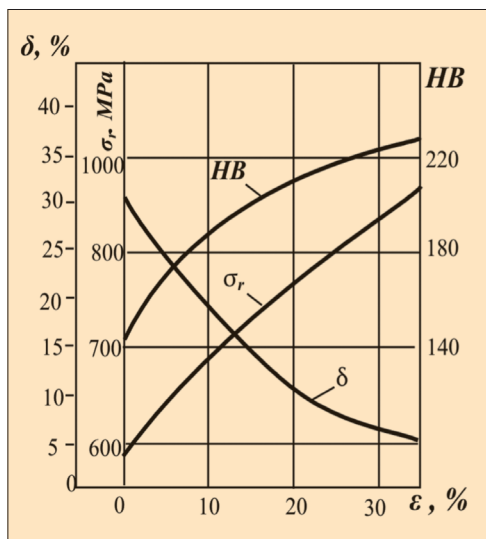
**Fig. 4.4.** Variația rezistenței cu gradul de deformare  $\epsilon$ : materiale elasto-fragile (a); materiale elasto-plactice (b); materiale elasto-plasto-vâscoase (c).

Conform criteriului de plasticitate *Huber-Misses-Hencky* sau teoriei energetice a plasticității, deformarea plastică începe atunci când în material se acumulează o cantitate determinată de energie potențială pentru schimbarea formei corpului, energie care nu depinde de mărimea tensiunilor de deformare. Conform criteriului de plasticitate *Tresca-Saint Venant* sau teoriei tensiunilor tangențiale maxime, deformarea plastică a unui corp metalic aflat sub acțiunea unei stări de tensiune va începe atunci când tensiunea tangențială maximă, generată de tensiunile principale, va fi mai mare decât tensiunea tangențială maximă, care ia naștere în momentul începerii curgerii sub acțiunea stării de tensiune liniară.

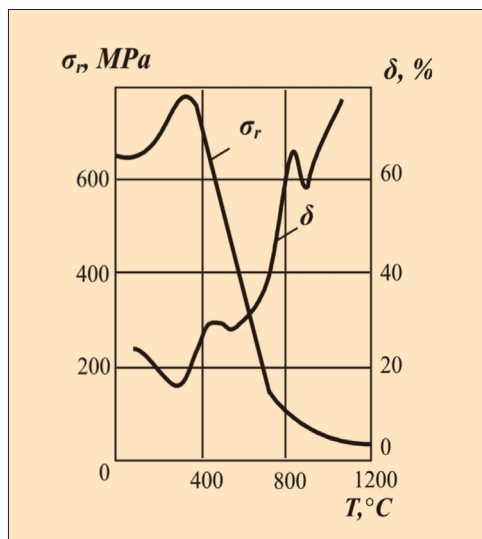
Materialele care se prelucerează prin presare la rece sau la cald trebuie să se caracterizeze prin următoarele: să asigure rezistență, duritate, rigiditate adecvată la o greutate minimă și un cost cât mai scăzut; să posede capacitatea de a fi prelucrat prin matrițare, să aibă grosimea cât mai aproape de cea standardizată. La deformarea plastică la rece sau la cald costul manoperei este destul de scăzut - 60...80% din costul produsului, în esență format de costul materialului. Prin această metodă pot fi prelucrate materiale metalice (oțeluri, cuprul și aliajele lui, aluminiul și aliajele lui, magneziul, titanul, zincul, plumbul, aurul, argintul) și nemetalice (textolit, celoid, sticlă organică). În fig. 4.5 sunt prezentate graficele influenței deformării plastice la rece asupra plasticității  $\delta$ , limita de rezistență la rupere  $\sigma$ , durezza  $HB$  a unui oțel cu conținut redus de carbon. Din grafice se observă că la deformația, de 20% are loc micșorarea plasticității metalului de 3 ori, mărirea durezza și rezistenței la rupere de cca 1,3...1,4 ori. E evident că prin deformarea plastică la rece nu putem obține piese cu o configurație complicată, deoarece metalul plastic deformat va forma fisuri datorate plasticității reduse.

Pentru mărirea prelucrabilității prin deformare plastică, metalele sunt încălzite. Odată cu creșterea temperaturii de încălzire se mărește plasticitatea și scade rezistența la deformare. În calitate de exemplu vom analiza influența temperaturii asupra plasticității  $\delta$  și a limitei de rezistență la rupere  $\sigma$  a oțelului cu conținutul de carbon de 0,42% (fig. 4.6). La ridicarea temperaturii de deformare plastică pînă la 300°C





**Fig. 4.5.** Influența deformării plastice la rece asupra plasticității  $\delta$ , rezistenței la rupere  $\sigma_r$  și durtității  $HB$ .



**Fig. 4.6.** Influența temperaturii asupra plasticității  $\delta$  și rezistenței la rupere  $\sigma_r$  pentru oțelul cu conținutul de carbon 0,42%.

rezistența la deformare crește neesențial, apoi scade de la  $760MN/m^2$  la  $10MN/m^2$  la temperatura de  $1200^\circ C$ . Plasticitatea acestui oțel la majorarea temperaturii până la  $300^\circ C$  scade, apoi până la temperatura de  $\approx 800^\circ C$  crește brusc, după aceasta scade din nou, iar la creșterea ulterioară a temperaturii se mărește din nou. Fenomenul de micșorare a plasticității la  $300^\circ C$  poartă denumirea de *fragilitate la albastru*, iar la temperatura de  $800^\circ C$  – de *fragilitate la roșu*. Diferite metale și aliaje se prelucurează prin deformare plastică într-un interval de temperatură stabilit [14, 15].

Aceste particularități de comportament ale metalelor supuse deformării plastice trebuie luate în calcul la elaborarea tehnologiei de generare a danturilor angrenajelor precesionale prin deformare plastică, mai ales din cauza transmiterii sarcinilor mari în gabarite mici, caracteristici definite prin capacitatea portantă înaltă a TPP.

## 4.2. Sistem tehnologic de generare a danturilor roților angrenajelor precesionale prin moletare cu sculă precesională

### 4.2.1. Cinematica procesului de moletare a danturii cu sculă precesională

La elaborarea tehnologiei de fabricare a danturilor roților centrale ale transmisiilor precesionale prin moletare s-au luat în considerație particularitățile constructiv-cinematice ale angrenajului precesional, printre care:

1. Profilul dinților roților centrale este convex-concav și variabil, dependent univoc de coraportul valoric al parametrilor geometrici ai angrenajului ( $\delta$ ,  $\Theta$ ,  $\beta$ ,  $Z$ ).
2. Prelungirile generatoarelor dinților roților angrenate (și ale axelor rotelor în cazul angrenajelor *dinte-rolă*) se intersectează într-un punct (centru de precesie).
3. Diferența numerelor de dinți ai roților angrenate nu poate fi decât  $\pm 1$ .
4. Angrenarea dinților coroanelor satelitului cu dinții roților centrale este multiplă ( $\varepsilon=100\%$  perechi de dinți).

Pentru asigurarea multiplicității angrenării și continuității funcției de transformare a mișcării și sarcinii în transmisia precesională reală, procedeul tehnologic de generare a danturii prin moletare trebuie să întrunească următoarele condiții:

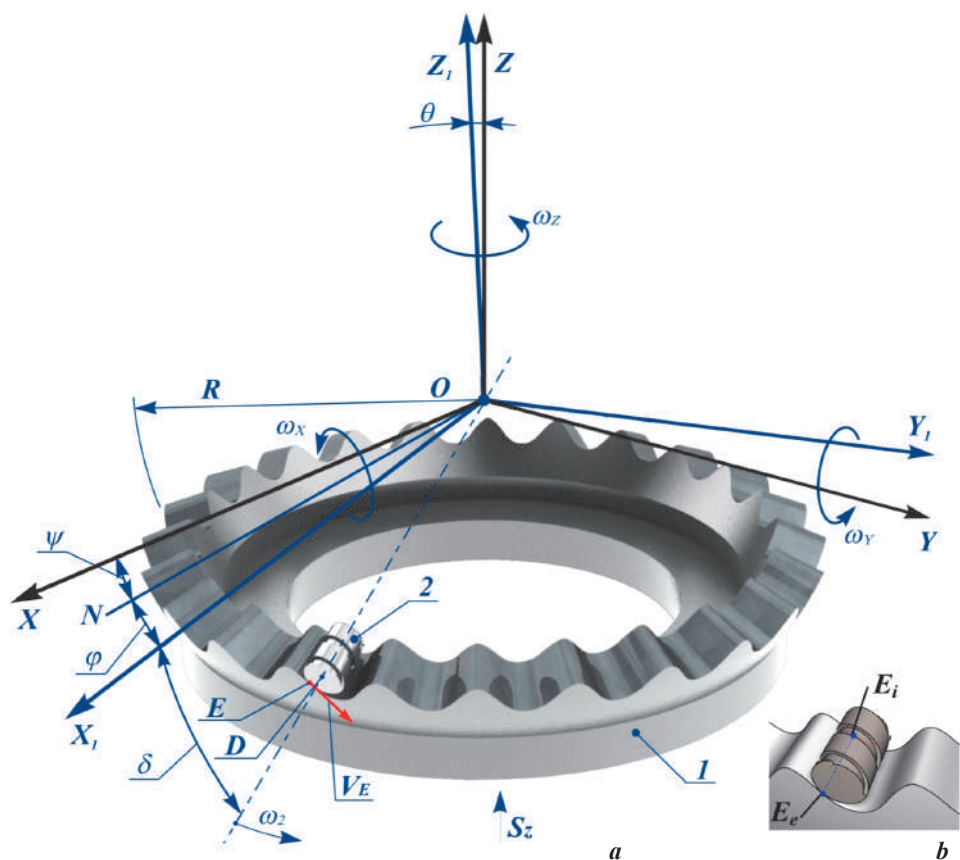
- respectarea în ansamblu a particularităților constructiv-cinematice ale angrenajului precesional, descrise în p. 1 - 4;
- respectarea similarității interacțiunii rotelor generatoare de profil cu semifabricatul cu interacțiunea dinților în angrenajul precesional real;
- rotele generatoare de profil au formă geometrică și dimensiuni similare cu forma activă a flancurilor dinților din coroanele satelitului precesional.

În fig. 4.7 *a* este prezentată schema principială a procesului de generare a profilului dinților roților centrale prin moletare cu scula generatoare de profil, care reproduce mișcarea sfero-spațială din transmisia precesională reală.

Deci, scula generatoare 2 reprezintă o coroană din role în formă de trunchi de con cu numărul de dinți  $Z_2=Z_1+1$  la moletarea danturilor cu regim de reducere și  $Z_2=Z_1-1$ , – cu regim de multiplicare. Dimensiunile rotelor deformatoare 2 trebuie să corespundă cu dimensiunile rotelor din transmisia reală în cazul angrenajului *dinte-rolă*, iar în cazul angrenajului *dinte-dinte* trebuie să corespundă cu raza medie a profilului în arc de cerc al dinților satelitului [1, 3, 4]. Axele rotelor 2 trebuie să fie plasate pe suprafața axoidei conice cu unghiul de vârf ( $\pi/2 - \delta$ ), iar prelungirile generatoarelor acestora – să se intersecteze în centrul  $O$ .

Sculei 2 (coroanei cu role) i se comunică mișcare sfero-spațială cu un punct fix suprapus cu centrul  $O$  (*centrul de precesie*) și, concomitent, mișcare de rotație cu viteza unghiulară  $\omega_2$ . Aceste mișcări ale sculei trebuie să fie coordonate între ele astfel încât să se respecte următoarele două condiții:

- traiectoria mișcării liniei de contact  $E_e E_i$  (fig. 4.7 *b*) a sculei (rolei) 2 cu roata-semifabricat 1 să reproducă traiectoria mișcării liniei de contact dintre dinții angrenajului precesional real;
- forma profilului generat al dinților să asigure continuitatea funcției de transformare a mișcării în transmisia precesională reală.



**Fig. 4.7.** Schema principală de generare a danturii roților angrenajului precesional prin moletare (a) și traiectoria mișcării liniei de contact  $E_e E_i$  (b).

Pentru respectarea acestor condiții este necesar ca traiectoria mișcării sfero-spațiale a unui punct de contact al sculei cu profilul dintelui în proces de generare să coincidă cu traiectoria mișcării punctului similar de contact al dinților din transmisia reală. Pentru descrierea traiectoriei unui punct de contact al sculei cu semifabricatul plasat pe suprafața sferică cu raza  $R$ , în schema din fig. 4.7 a admitem sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$  (de referință), legat cu semifabricatul, și sistemul mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$ , legat cu scula generatoare de profil. Originile sistemelor de coordonate coincid în punctul  $O$ . Semifabricatul este instalat astfel încât axa lui să coincidă cu axa  $OZ$ , iar axa coroanei cu role (sculei) – cu axa  $OX_1$ . Axele roților formează cu planul  $OX_1Y_1$  unghiul  $\delta$ , egal cu unghiul axoidei conice din transmisia reală, și se intersectează în centrul de precesie  $O$ . Deoarece roata-semifabricat 1 este legată fix cu sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$ , coroana cu role 2 (scula) cinematic este legată cu acesta astfel încât viteza unghiulară  $\omega_2$  a sculei 2, să corespundă cu valoarea vitezei unghiulare proprii a satelitului din transmisia reală. Deci, sistemul

mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$ , cu care este legată fix scula 2 efectuează în raport cu sistemul imobil de coordonate  $OXYZ$  mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$ , descrisă cu unghiurile Euler  $\varphi$ ,  $\psi$  și  $\Theta$ , unde:

$\varphi$  este unghiul dintre linia nodurilor  $ON$  (de intersecție a planurilor  $OXY$  și  $OX_1Y_1$ ) și axa mobilă  $OX_1$ , definit ca unghi de rotire proprie a sculei (în transmisia reală – a satelitelui în jurul axei sale);

$\psi$  – unghiul dintre linia nodurilor  $ON$  și axa imobilă  $OX$ , definit ca unghiul de precesie a sculei (în transmisia reală – a arborelui-manivelă);

$\Theta$  – unghiul de nutație, egal cu unghiul de înclinare a arborelui-manivelă, care comunică sculei 2 mișcare sfero-spațială cu un punct fix (în transmisia reală a arborelui-manivelă). În mișcarea sfero-spațială a sculei, unghiurile  $\varphi$ ,  $\psi$  și  $\Theta$  le considerăm cu sens de rotire împotriva acelor de ceasornic în raport cu linia nodurilor  $ON$  și axele  $OX$  și  $OZ$ .

Conform schemei principale din fig. 4.7 *a, b*, la fiecare ciclu de precesie a sculei semifabricatului i se comunică o deplasare în direcția axei  $OZ$  cu avansul  $S_z$  dependent de rezistența materialelor la deformare. Factorii ce determină rezistența de deformare plastică sunt proprietățile fizico-mecanice ale materialului, presiunea în contact *sculă-semifabricat*, temperatura, inclusiv viteza interacțiunii sculei cu semifabricatul în punctul de contact  $V_E$ . Viteza  $V_E$  a punctului de contact  $E$  plasat pe sfera cu raza  $R$  este variabilă ca valoare și ca direcție.

#### 4.2.2. Comomentele vitezelor unghiulare ale sculei cu mișcare sfero-spațială

Conform schemei principale ale procedurii prezentat în fig. 4.7 *a*, scula prezintă o coroană cu role în formă de trunchi de con și efectuează mișcare sfero-spațială în jurul unui punct fix  $O$ . Coordonatele generalizate ale sculei cu mișcare sfero-spațială se stabilesc conform procedurilor aplicate pentru aprecierea poziției satelitelui din transmisia reală [1].

Poziția oricărui punct de pe corpul sculei și centrului sistemului de coordonate imobil  $O$  (fig. 4.7 *a*) este definită prin vectorii de poziție:

$$r = [x \ y \ z]^T; \quad r' = [x' \ y' \ z']^T; \quad r_o = [x_o \ y_o \ z_o]^T. \quad (4.1)$$

Între vectorii ce caracterizează poziția sculei există relația:

$$r' = r_o + \alpha r; \quad (4.2)$$

unde:

$$\alpha = \Pi \alpha_{ij} \Pi_{ij=1,2,3}. \quad (4.3)$$

Deoarece cosinusurile directoare satisfac condițiile de ortogonare:

$$\alpha_{ij} = \delta_{kj}; \quad i \neq k = 1, 2, 3, \quad (4.4)$$

unde:  $\delta_{kj} = \begin{cases} 1 & \text{pentru } j = k \\ 0 & \text{pentru } j \neq k \end{cases}$ , rezultă că numai 3 din cei 9 cosinusi directe sunt independente, iar mișcarea unui punct arbitrar poate fi determinată doar prin coordonatele punctului  $O$  și trei parametri independenți.

Pentru studiul mișcării sfero-spațiale a sculei utilizăm 6 coordonate generalizate ce formează vectorul:

$$q = [q_1 \ q_2 \ \dots \ q_6]^T = [q'^T \ q''^T]^T, \quad (4.5)$$

unde:

$$q' = r_o = [q_1 \ q_2 \ q_3]^T = [x_o \ y_o \ z_o]^T, \quad (4.6)$$

$$q'' = [q_4 \ q_5 \ q_6]^T = [\varphi \ \psi \ \theta]^T.$$

Scula precesională în formă de coroană cu role în formă de trunchi de con o prezentăm prin punctul  $D$ , care coincide cu centrul rolei plasat pe suprafața sferică cu raza  $R$ . Derivând expresia (4.2), obținem viteza punctului  $D$ :

$$V' = \dot{r}_o + \dot{\alpha}r, \quad (4.7)$$

adică

$$V' = \dot{r}_o + \sum \frac{\partial \alpha}{\partial q_i} \dot{q}_i r, \quad i = 4, 5, 6, \quad (4.8)$$

sau exprimat în proiecțiile:

$$\begin{aligned} \dot{x} = V_x &= \dot{x}_o + \frac{\partial \alpha_{1j}}{\partial q_i} \dot{q}_i r_j; \\ \dot{y} = V_y &= \dot{y}_o + \frac{\partial \alpha_{2j}}{\partial q_i} \dot{q}_i r_j; \\ \dot{z} = V_z &= \dot{z}_o + \frac{\partial \alpha_{3j}}{\partial q_i} \dot{q}_i r_j \cdot \begin{pmatrix} i = 4, 5, 6 \\ j = 1, 2, 3 \end{pmatrix}, \end{aligned} \quad (4.9)$$

unde:  $r_1 = x_1$ ,  $r_2 = y_2$ ,  $r_3 = z_3$ .

Înmulțind relația (4.7) cu  $\alpha^T = \alpha^{-1}$ , obținem viteza centrului sculei  $D$  în raport cu sistemul mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$ :

$$V' = V_o + \alpha^T \dot{\alpha}r, \quad (4.10)$$

unde:

$$V = \alpha^T V' = [V_x \ V_y \ V_z]^T;$$

$$V_o = \alpha^T \dot{r}' = [V_{ox} \ V_{oy} \ V_{oz}]^T. \quad (4.11)$$

Forma matricei  $\alpha^T \dot{\alpha}$  poate fi exprimată prin:

$$\alpha^T \dot{\alpha} = \sum \begin{vmatrix} \alpha_{i1} \dot{\alpha}_{i1} & \alpha_{i1} \dot{\alpha}_{i2} & \alpha_{i1} \dot{\alpha}_{i3} \\ \alpha_{i2} \dot{\alpha}_{i1} & \alpha_{i2} \dot{\alpha}_{i2} & \alpha_{i2} \dot{\alpha}_{i3} \\ \alpha_{i3} \dot{\alpha}_{i1} & \alpha_{i3} \dot{\alpha}_{i2} & \alpha_{i3} \dot{\alpha}_{i3} \end{vmatrix} \quad (i = 1, 2, 3) \quad (4.12)$$

și considerând relațiile:

$$\begin{aligned} \sum \alpha_{ik} \dot{\alpha}_{ik} &= 0 \quad (k = 1, 2, 3); \\ \sum \alpha_{i1} \dot{\alpha}_{i2} &= -\sum \alpha_{i2} \dot{\alpha}_{i1}; \\ \sum \alpha_{i2} \dot{\alpha}_{i3} &= -\sum \alpha_{i3} \dot{\alpha}_{i2}; \\ \sum \alpha_{i3} \dot{\alpha}_{i1} &= -\sum \alpha_{i1} \dot{\alpha}_{i3} \quad (i = 1, 2, 3), \end{aligned} \quad (4.13)$$

deduse prin derivarea condițiilor (4.4), rezultă că cele 9 componente ale matricei (4.12) pot fi exprimate cu ajutorul a trei matrice scalare sub formă vectorială:

$$\omega = [\omega_{x_1} \ \omega_{y_1} \ \omega_{z_1}]^T,$$

unde:

$$\begin{aligned} \omega_{x_1} &= \sum_1^3 \alpha_{i2} \dot{\alpha}_{i1} = \alpha_{i2} \frac{\partial \alpha_{i1}}{\partial q_j} \cdot \dot{q}_j; \\ \omega_{y_1} &= \sum_1^3 \alpha_{i3} \dot{\alpha}_{i2} = \alpha_{i3} \frac{\partial \alpha_{i2}}{\partial q_j} \cdot \dot{q}_j; \\ \omega_{z_1} &= \sum_1^3 \alpha_{i1} \dot{\alpha}_{i3} = \alpha_{i1} \frac{\partial \alpha_{i3}}{\partial q_j} \cdot \dot{q}_j \quad \begin{matrix} (i = 1, 2, 3) \\ (j = 4, 5, 6) \end{matrix}. \end{aligned} \quad (4.14)$$

Relațiile (4.14) exprimă proiecțiile vectorului vitezei unghiulare pe axele sistemului de referință mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$ , iar vectorul  $\omega$  poate fi determinat prin expresia:

$$\text{unde:} \quad \omega = \gamma \dot{q}''', \quad (4.15)$$

$$\gamma = \sum_{i=1}^3 \begin{vmatrix} \alpha_{i2} \frac{\partial \alpha_{i1}}{\partial q_4} & \alpha_{i2} \frac{\partial \alpha_{i1}}{\partial q_5} & \alpha_{i2} \frac{\partial \alpha_{i1}}{\partial q_6} \\ \alpha_{i3} \frac{\partial \alpha_{i2}}{\partial q_4} & \alpha_{i3} \frac{\partial \alpha_{i2}}{\partial q_5} & \alpha_{i3} \frac{\partial \alpha_{i2}}{\partial q_6} \\ \alpha_{i1} \frac{\partial \alpha_{i3}}{\partial q_4} & \alpha_{i1} \frac{\partial \alpha_{i3}}{\partial q_5} & \alpha_{i1} \frac{\partial \alpha_{i3}}{\partial q_6} \end{vmatrix}. \quad (4.16)$$

În baza relațiilor (4.14), matricea (4.12) o rescriem în următoarea formă:

$$\tilde{\omega} = -\tilde{\omega}^T = \alpha^T \dot{\alpha} = -\dot{\alpha} \alpha^T = \begin{vmatrix} 0 & -\omega_x & \omega_z \\ \omega_x & 0 & \omega_y \\ -\omega_z & \omega_y & 0 \end{vmatrix}. \quad (4.17)$$

Matricea (4.17) reprezintă o matrice pătratică asimetrică, asociată vectorului  $\bar{\omega}$ . Viteza liniară a centrului sculei 2, notată prin punctul  $D$ , poate fi exprimată astfel:

$$V = V_O + \tilde{\omega}r. \quad (4.18)$$

Substituind  $\alpha_{ij}$  din (4.17) în (4.14), obținem:

$$\begin{aligned} \omega_{x_i} &= \dot{\psi} \sin \theta \sin \varphi + \dot{\theta} \cos \varphi; \\ \omega_{y_i} &= \dot{\psi} \sin \theta \cos \varphi - \dot{\theta} \sin \varphi; \\ \omega_{z_i} &= \dot{\psi} \cos \theta + \dot{\phi}, \end{aligned} \quad (4.19)$$

unde  $\dot{\psi}$ ,  $\dot{\phi}$  și  $\dot{\theta}$  reprezintă valorile în modul ale vectorilor vitezei unghiulare, care satisfac relația:

$$\omega = \sqrt{\dot{\psi}^2 + \dot{\theta}^2 + \dot{\phi}^2 + 2\dot{\psi}\dot{\phi} \cos \theta}. \quad (4.20)$$

Proiecțiile vectorului vitezei unghiulare  $\bar{\omega}$  pe axele sistemului imobil de coordonate  $OXYZ$  le determinăm prin expresiile:

$$\begin{aligned} \omega_{x_i} &= \dot{\phi} \sin \psi \sin \theta + \dot{\theta} \cos \psi; \\ \omega_{y_i} &= -\dot{\phi} \cos \psi \sin \theta + \dot{\theta} \sin \psi; \\ \omega_{z_i} &= \dot{\phi} \cos \theta + \dot{\psi}, \end{aligned} \quad (4.21)$$

Proiecțiile vectorului vitezei unghiulare  $\omega_x$  ale centrului rolei pe axele sistemului mobil de coordonate  $OX_1Y_1Z_1$ , precum și viteza unghiulară  $\omega$  a acestuia caracterizează mișcarea sfero-spațială a sculei generatoare de profil.

### 4.2.3. Vitezele liniare ale sculei și ale punctului de contact cu semifabricatul

Viteza deformării plastice are o influență majoră asupra modificării structurii și proprietăților fizico-mecanice ale metalului deformat. Pornind de la specificul mișcării sfero-spațiale a sculei, viteza liniară a acesteia o determinăm prin punctul  $D$  (fig. 4.7 a), care corespunde cu centrul rolei.

Din relațiile proiecțiilor vitezelor unghiulare pe axele  $X, Y, Z$  (4.24) obținem viteza liniară a centrului rolei, notat prin  $D$ , după următoarele:

$$\begin{aligned}
 V_{x_D} &= R_D \cdot \dot{\psi} \cdot \cos \delta \left[ \sin \psi \cdot \sin \left( \frac{Z_1}{Z_2} \psi \right) - \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \cos \psi \cdot \cos \left( \frac{Z_1}{Z_2} \psi \right) + \cos \psi \times \right. \\
 &\times \cos \left( \frac{Z_1}{Z_2} \psi \right) \cdot \cos \theta - \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \sin \psi \cdot \sin \left( \frac{Z_1}{Z_2} \psi \right) \cdot \cos \theta \left. \right] - R_D \cdot \dot{\psi} \cdot \cos \delta \cdot \cos \psi \cdot \sin \theta; \\
 V_{y_D} &= R_D \cdot \dot{\psi} \cdot \cos \delta \left[ \cos \psi \cdot \sin \left( \frac{Z_1}{Z_2} \psi \right) + \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \sin \psi \cdot \cos \left( \frac{Z_1}{Z_2} \psi \right) - \sin \psi \times \right. \\
 &\times \cos \left( \frac{Z_1}{Z_2} \psi \right) \cdot \cos \theta - \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \cos \psi \cdot \sin \left( \frac{Z_1}{Z_2} \psi \right) \cdot \cos \theta \left. \right] - R_D \cdot \dot{\psi} \cdot \sin \delta \cdot \sin \psi \cdot \sin \theta; \\
 V_{z_D} &= R_D \cdot \dot{\psi} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \cos \delta \cdot \sin \left( \frac{Z_1}{Z_2} \psi \right) \cdot \sin \theta, \tag{4.22}
 \end{aligned}$$

unde  $R_D$  este raza din centrul  $O$ , în jurul căruia rola efectuează mișcare sfero-spațială până la punctul  $D$ ;

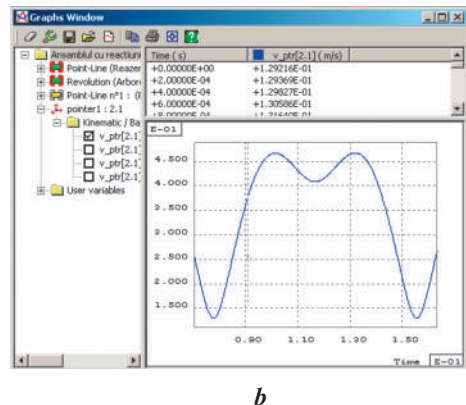
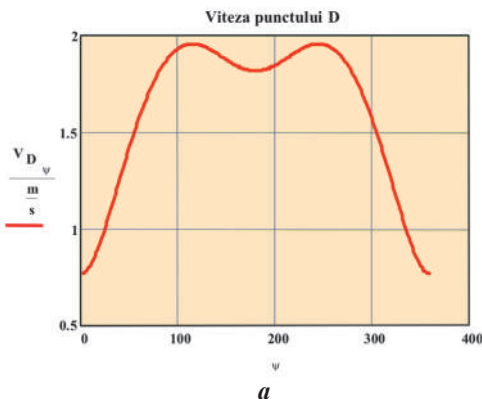
$Z_1$  – numărul de dinți ai roții centrale imobile;

$Z_2$  – numărul de dinți (role) ai coroanei  $\delta$  a satelitului (fig. 4.14).

Utilizând expresiile (4.22), viteza liniară a centrului sculei notat prin  $D$  va fi:

$$V_D = \sqrt{V_{x_D}^2 + V_{y_D}^2 + V_{z_D}^2}. \tag{4.23}$$

În pachetul de modelare matematică *MathCAD* a fost obținută variația vitezei liniare a punctului  $D$  la o rotație a arborelui-manivelă 5, pentru unghiul axoidei conice  $\delta=22^\circ 30'$ , unghiul de nutație  $\Theta=2^\circ 30'$ ,  $Z_1 = 27$ ,  $Z_2 = 28$ ,  $\beta = 4^\circ$ ,  $R_e=100 \text{ mm}$ , prezentată în fig. 4.8 a. Pentru comparație în fig. 4.8,b se prezintă un fragment al rezultatelor obținute prin metoda de calcul numeric pe baza platformei Autodesk



**Fig. 4.8.** Viteza liniară a satelitului (p.  $D$ ) în sistemul de coordonate  $X, Y, Z$  pentru parametrii geometrice constanți:  $Z_1 = 27$ ;  $Z_2 = 28$ ;  $\theta = 2,5^\circ$ ;  $\beta = 4^\circ$ ;  $\delta = 22,5^\circ$ ;  $R_e = 100 \text{ mm}$ ;  $n = 800 \text{ rot/min}$ .



Motion Inventor efectuată în timp real. Pentru studiul proceselor care au loc nemijlocit în contactul sculei cu suprafața dinților, este necesar să determinăm variația vitezei liniare a punctului de contact  $E$  al acestora (fig. 4.9) la un ciclu precesional al sculei (la o rotație a arborelui-manivelă 5). Viteza liniară relativă  $V_E$  sculă-dinte se determină la fel ca și viteza liniară relativă a punctului  $D$  după următoarea relație:

$$V_E = \dot{\psi} \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2}, \quad (4.24)$$

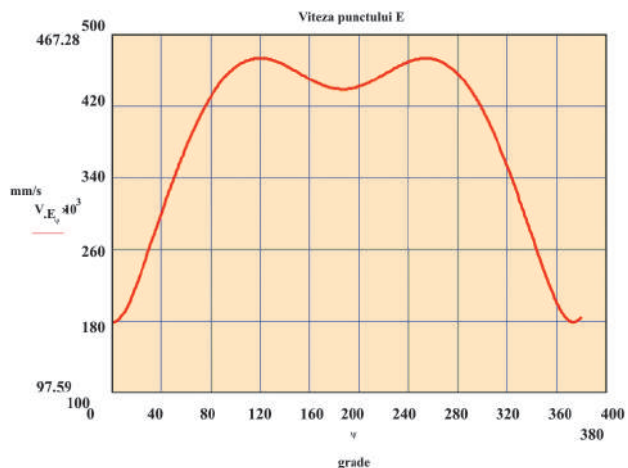
unde:

$$A_1 = \frac{Z_1}{Z_2} \sin \theta \cos \psi Z_E - \left( 1 - \frac{Z_1}{Z_2} \cos \theta \right) Y_E;$$

$$A_2 = \frac{Z_1}{Z_2} \sin \theta \sin \psi Z_E + \left( 1 - \frac{Z_1}{Z_2} \cos \theta \right) X_E;$$

$$A_3 = \frac{Z_1}{Z_2} \sin \theta \sin \psi Y_E + \cos \psi X_E.$$

În fig. 4.9 este prezentată variația vitezei liniare relative  $V_E$  a punctului de contact sculă-semifabricat pentru  $Z_1 = 27$ ,  $Z_2 = 28$ ,  $\beta = 4^\circ$ ,  $R_e = 100$  mm. Conform fig. 4.9, viteza liniară relativă  $V_E$  (în punctul de contact sculă-semifabricat) maximală este de 0,46 m/s. Conform [17], se recomandă de executat deformarea plastică la viteza de 0,1...0,5 m/s. Acest regim de viteză de deformare plastică asigură obținerea unui strat ecruisat de material ce posedă rezistență la uzură abrazivă, oboseală, coroziune și este puțin plastic. Gradul și viteza de deformare plastică au o influență majoră asupra plasticității și rezistenței la deformare. La mărirea gradului de deformare se mărește ecruisarea și, respectiv, rezistența lui la deformarea plastică. La mărirea vitezei de deformare se micșorează durata de timp necesară recristalizării, fapt ce conduce la durificarea stratului și, totodată, la majorarea cantității de căldură care nu reușește să se disperseze în mediul înconjurător, provocând o încălzire suplimentară a semifabricatului supus deformării plastice.



**Fig. 4.9.** Viteza liniară a satelitului (p. E) în sistemul de coordonate  $X, Y, Z$  pentru parametrii geometrici constanți:  $Z_1 = 27$ ;  $Z_2 = 28$ ;  $\theta = 2,5^\circ$ ;  $\beta = 4^\circ$ ;  $\delta = 22,5^\circ$ ;  $R_e = 100$  mm;  $n = 800$  rot/min.

În baza cercetărilor teoretice [1] a fost construită diagrama varierii vitezei liniare pe lungimea profilului activ al dintelui (pe înălțimea lui). În fig. 4.9 este prezentată diagrama pentru numerele de dinți angrenați  $Z_1=27$ ;  $Z_2=28$ . Analiza varierii vitezei liniare în contactul dinților a fost efectuată pentru viteza unghiulară a arborelui conducător  $\omega=104,72 \text{ s}^{-1}$ . Analiza diagramelor prezentate în fig. 4.9 ne demonstrează că:

- viteza liniară în contactul dinților crește linear în intervalul de variație a unghiului de precesie  $15^\circ < \psi < 100^\circ$ ;
- în intervalul de variație a unghiului de precesie  $100^\circ < \psi < 130^\circ$  viteza relativă de alunecare practic este constantă. Se observă că viteza liniară atinge valoarea maximă pentru  $100^\circ < \psi < 260^\circ$  și scade până la viteza minimă care corespunde unghiului  $\psi = 180^\circ$  (punctul de vârf al dintelui), apoi crește până la valoarea maximă de  $130,5 \text{ mm/s}$ , atinsă la valoarea unghiului  $\psi = 260^\circ$ . Caracterul menționat al varierii vitezei relative de alunecare în angrenaj pentru  $100^\circ < \psi < 260^\circ$  este caracteristic pentru angrenajul precesional și devine mai pronunțat odată cu creșterea numărului de dinți.

### 4.3. Aspecte tehnologice ale generării prin moletare a danturilor angrenajelor precesionale

Alegerea corectă a dimensiunilor semifabricatului este una dintre problemele principale, de rezolvarea căreia depinde reducerea consumului de materiale și de energie, precum și calitatea roților obținute prin deformare plastică.

Referindu-ne la fabricarea roților conice cu profil convex-concav al dinților prin moletare, înălțimea danturii semifabricatului se determină reieșind din condiția egalității volumului de metal care se deplasează din golurile dintre dinți spre vârful acestora  $V_1 = V_2$  în timpul moletării prin rulare (fig. 4.10).

$$B_s = \frac{B_e + B_i}{2} + (0,1 \dots 0,15)d_{rm}, \quad (4.25)$$

unde  $B_s$  este înălțimea semifabricatului în secțiunea medie a lungimii dintelui,  $mm$ ;

$B_e$  – înălțimea pe vârf a dinților în secțiunea medie,  $mm$ ;

$B_i$  – înălțimea pe fund a dinților în secțiunea medie,  $mm$ ;

$d_{rm}$  – diametrul rolei de rulare a dinților în secțiunea medie,  $mm$ .

Pentru a evita deformarea corpului semifabricatului în timpul rulării danturii, este

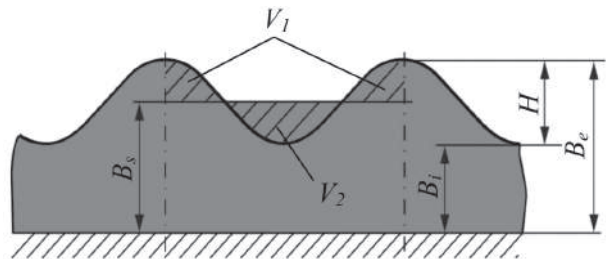


Fig. 4.10. Schema de determinare a înălțimii semifabricatului.

necesar să se încălzească doar stratul superficial supus deformării plastice, spre exemplu, prin inducție electromagnetică. Grosimea stratului încălzit depinde de frecvența curentului, de permeabilitatea magnetică a materialului semifabricatului și de rezistența lui electrică. Această grosime se poate determina prin relația:

$$h = 5030 \sqrt{\frac{\rho}{v\mu}}, \quad (4.26)$$

unde  $h$  este grosimea stratului încălzit,  $mm$ ;

$\rho$  – rezistența electrică a semifabricatului,  $\Omega$ ;

$v$  – frecvența curentului electric,  $Hz$ ;

$\mu$  – permeabilitatea magnetică,  $H \cdot m^{-1}$ .

La alegerea surselor de încălzire se ia în considerație dependența permeabilității magnetice de temperatură.

### Determinarea forțelor în procesul de deformare plastică a danturii

Dimensionarea subansamblurilor mașinilor-unelte utilizate la moletarea prin rulare la cald a danturilor roților dințate se efectuează după următorii parametri de forță: presiunea specifică; forța de deformare; momentul de torsiune necesar procesului rulării.

Forțele de deformare care acționează asupra semifabricatului  $I$ , în procesul de deformare deja stabilizat, sunt prezentate în fig. 4.11.

Asupra roletelor  $2$  acționează forța normală  $F_n$ , care de fapt reprezintă însumarea forțelor elementare raportate la unitatea de suprafață a zonei de deformare, exprimată prin relația:

$$F_n = AP_m, \quad (4.27)$$

unde  $A$  este suprafața de contact în zona de deformare;

$P_m$  – presiunea specifică medie în zona de deformare.

Din figură rezultă relația:

$$R_m = \frac{F_n}{\cos(\beta_f + \varphi_f)} \quad (4.28)$$

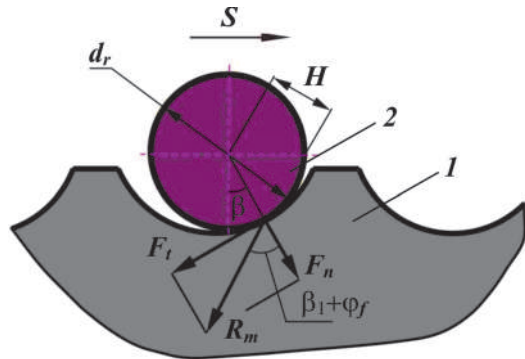


Fig. 4.11. Forțele care acționează asupra semifabricatului.

Înlocuind 4.27 în 4.28 pentru unghiurile  $\varphi_f$  și  $\beta_1$  considerate mici obținem:

$$R_m = F_n,$$

rezultând relația:  $R_m = AP_m$ . (4.29)

Presiunea specifică medie  $P_m$  în cazul deformării plastice la cald, raportată la rezistența de deformare  $\tau_r$  conform [17], variază în limitele:

$$P_m = (0,5 \dots 9)\tau_r, \quad (4.30)$$

Momentul de torsiune  $T$  necesar deformării materialului pentru schema principială a dispozitivului de realizare a procesului de moletare prezentat în fig. 4.14 se determină din relația:

$$T = R_m H = AP_m \frac{d_{rm}}{2} \sin(\beta_1 + \varphi_f). \quad (4.31)$$

Momentul de torsiune aplicat la arborele-manivelă 5 se determină din relația:

$$T_h = F_{rh} e, \quad (4.32)$$

unde:  $F_{rh} = \frac{R \cos(\beta_1 + \varphi_f) L_2}{L_1}$ . (4.33)

Considerând  $L_2 = R_{m3}$ ,  $L_1 = e / \operatorname{tg} \theta$  obținem relația:

$$T_h = R \cos(\beta_1 + \varphi_f) R_{m3} \operatorname{tg} \theta \approx AP_m R_{m3} \operatorname{tg} \theta. \quad (4.34)$$

unde  $R_{m3}$  este raza medie a coroanei cu role;

$e$  – excentricitatea arborelui manivelă 5,  $mm$ ;

$d_{rm}$  – dimetrul mediu a rolei de deformare plastică,  $mm$ .

Calitatea danturilor rulate la cald depinde de gradul deformării în stratul superficial a fibrajului structural orientat în lungul profilului dinților. Acest fibraj depinde de modul de desfășurare a procesului deformării plastice a materialului dinților.

Productivitatea înaltă a procedului de moletare a danturilor la cald se datorează duratei scurte a procesului tehnologic, favorizate de încălzirea inductivă a materialului. Timpul de încălzire a semifabricatului variază între 15 și 120 s (în funcție de dimensiunile semifabricatului). Productivitatea procedului de moletare este de cel puțin 10-15 ori mai mare decât a celui tradițional (prin așchiere), iar reducerea consumului de material în raport cu procedeele clasice este de până la 40%. Această reducere a consumului de material în cazul executării roților angrenajului precesional din oțeluri aliate reduce substanțial prețul de cost al acestora. Rularea la cald cu mai multe scule (role) simultan asigură execuția profilurilor dinților cu precizia corespunzătoare cerințelor impuse roților angrenajelor precesionale cu angrenare

multiplă. Pentru obținerea unei precizii mai înalte, roata dințată moletată se supune prelucrării mecanice de finisare (rectificare) pe mașini-unelte completate cu dispozitive speciale de rectificare sau pe mașini-unelte cu comandă numerică cu 5 grade de mobilitate.

### Parametrii regimurilor la moletarea danturilor

Moletarea dinților fără defecte în stratul superficial depinde în mare măsură de regimurile de moletare, caracterizate de gradul și viteza de deformare [7, 12, 13]. Determinarea acestor parametri este aproximativă, deoarece deformarea plastică a dinților nu are loc monoton. În practică se utilizează indicele simplificat al regimurilor, exprimat prin valoarea presării unitare a golului dintre doi dinți  $\delta$  :

$$\delta = \frac{S}{Nn} \text{ mm/rot}, \quad (4.35)$$

unde  $S$  este avansul radial spre suprafața de moletare,  $\text{mm/min.}$ ;

$N$  – numărul de role care participă simultan la moletare;

$n$  – viteza de rotire în relația *semifabricat-sculă*,  $\text{rot/min.}$

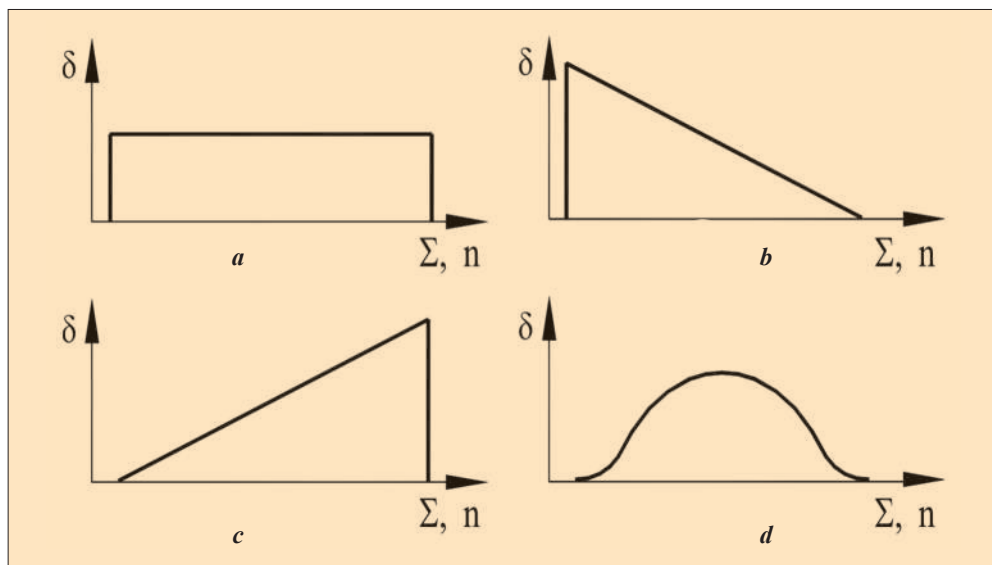
La moletarea danturilor roților dințate ale angrenajului precesional valoarea presării unitare a golului dintre doi dinți are valoarea aproximativă de  $5\delta$  (%), iar viteza de deformare  $\delta$  ( $\text{sec}^{-1}$ ). Valoarea presării unitare influențează considerabil asupra forțelor din zona moletării asupra preciziei și calității suprafețelor. În fig. 4.12 sunt prezentate diferite scheme de variere a presării unitare. Din fig. 4.13 se observă că la micșorarea presării unitare  $\delta$  de la 3,6 până la 0,05 momentul de torsiune  $M$  se micșorează cu 80%, forța de moletare –  $F$  cu 40 %. Precizia roților dințate se schimbă în funcție de varierea presării unitare obținute.

Schemele de variere se amplasează în următoarea ordine descrescândă a preciziei: sinusoidală, ascendentă, continuă și descendentă.

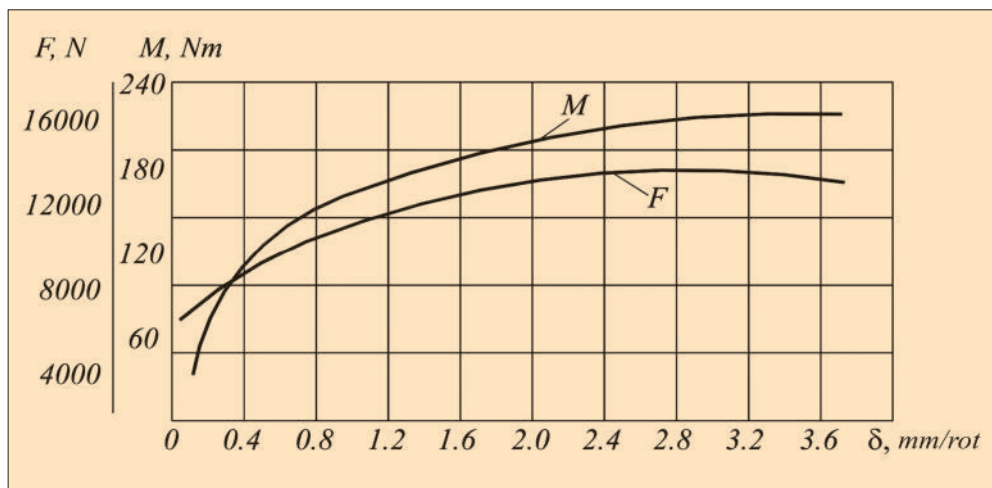
O macrostructură omogenă cu amplasarea fibrelor metalului de-a lungul dinților se atinge la reversibilitatea direcției de moletare a profilurilor dințate.

În cazul deformării plastice la rece, straturile superficiale ale materialului prezintă o textură sub formă de fibre, care este mai pronunțată pe măsură ce crește gradul de deformare. Această textură duce la creșterea anizotropiei proprietăților mecanice, în special a rezilienței, la solicitări ciclice la uzură.

Procedeu de deformare plastică din punct de vedere al calității materialului suprafețelor moletate este mai avantajos, deoarece nu distruge fibrajul superficial, așa cum se întâmplă în cazul așchierii, ci dimpotrivă, îl păstrează, îmbunătățind atât structura metalului, cât și calitatea suprafeței prelucrate. Prelucrarea prin deformare plastică la rece asigură o creștere a durtății suprafețelor; în multe cazuri se poate renunța chiar și la unele tratamente termice.



**Fig. 4.12.** Scheme de variere a presării unitare: continuă (a); descendentă (b); ascendentă (c); sinusoidală (d).



**Fig. 4.13.** Influența varierii  $\delta$  asupra indicatorilor la moletare.

La elaborarea procedurii tehnologice pentru o tipodimensiune concretă a roții dințate este necesar:

- de a calcula dimensiunile roții-semifabricat;
- de a evalua forțele de deformare în funcție de dimensiunile și materialul semifabricatului;
- de a stabili condițiile de prevenire a defectelor în straturile de suprafață ale materialului semifabricatului.

#### 4.4. Sistem tehnologic de generare a danturilor prin moletare cu mișcare sfero-spațială a sculei

Dispozitivul de prelucrare prin deformare plastică cu mișcare sfero-spațială a coroanei cu role în formă de trunchi de con (sculei) (fig. 4.14) [9] este constituit din carcasa 6, în care este fixată roata centrală 4, dinții căreia angrenează cu rolele 3 ai coroanei 7, instalate pe arborele-manivelă 5, cuplat la mecanismul de acționare. Prelungirile generatoarelor dinților de pe dantură roții centrale imobile 4, ale rolor 3 și 2, precum și axa porțiunii înclinată a arborelui-manivelă 5 se intersectează în centrul  $O$  (centru de precesie).

La rotirea arborelui-manivelă 5 cuplat la mecanismul de acționare, satelitul format din coroanele 7 și 8 efectuează mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$ . În cazul în care roata centrală fixă 4 are numărul de dinți  $Z_4$ , iar coroana 7 conține rolele 3 cu  $Z_3 = Z_4 + 1$ , satelitul se va roti în jurul propriei axe cu raportul de reducere  $i = -\frac{Z_3}{Z_3 - Z_4}$  în sens opus rotirii arborelui-manivelă 5, iar în cazul în care  $Z_3 = Z_4 - 1$  se va roti în sens unic.

Rolele de deformare plastică 2 fiind instalate în coroana 8 sunt antrenate în mișcarea sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$  și în mișcare de rotație în jurul propriei axe cu aceeași reducere  $i = \pm \frac{Z_3}{Z_3 - Z_4}$ .

În cazul în care prelungirile generatoarelor rolor de deformare plastică 2 se intersectează în același centru de precesie  $O$  ca și prelungirile generatoarelor dinților angrenajului format din roata centrală 4 și coroana 7 cu rolele 3, interacțiunea rolor de deformare plastică 2 cu semifabricatul 1 este similară cu cea din transmisia precesională reală.

Pentru ca rolele de deformare plastică 2 în mișcarea lor sfero-spațială să genereze corect profilul dinților în semifabricatul 1, este necesar ca angrenarea acestora să se reproducă similar angrenării din transmisia reală. Aceasta se realizează prin coordonarea mișcărilor de precesie  $\psi$ , de unghiul de rotire a satelitelui portrole de deformare plastică în jurul axei proprii  $\varphi$  și de unghiul de nutație  $\theta$ .

Reieșind din analiza cinematicii TPP [1], se propun două variante de interacțiune a sculei formate din role de deformare plastică 2 cu semifabricatul 1.

În prima variantă (fig. 4.14) admitem că semifabricatul 1 nu se rotește, deci  $\omega_1 = 0$ . În acest caz raportul de transmitere  $i$  a mișcării de rotație de la arborele-manivelă 5 către semifabricatul 1 trebuie să fie infinit:  $i = \infty$ . Acest raport poate fi realizat prin selectarea coraportului numărului de dinți, și anume: numărul dinților roții centrale  $Z_4$  trebuie să fie egal cu numărul dinților roții fabricate (semifabricatului)  $Z_1$ ; numărul rolor 3 ale coroanei 7  $Z_3$  trebuie să fie egal cu numărul rolor de deformare plastică 2  $Z_2$ , iar coraportul  $-Z_4 = Z_3 - 1$  și  $Z_1 = Z_2 - 1$ .

Deci, în cazul în care  $Z_3 = Z_2$ ,  $Z_4 = Z_1$ ,  $Z_4 = Z_3 - 1$  și  $Z_1 = Z_2 - 1$ ,

$$i = -\frac{Z_3 \cdot Z_1}{Z_4 Z_2 - Z_3 Z_1} = \infty.$$

În această variantă coroana 8 cu rolele de deformare plastică 2 vor efectua mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie  $O$  și, totodată, mișcare de rotație în același sens cu arborele-manivelă 5 în jurul propriei axe cu viteza unghiulară:

$$\omega_{sat} = \omega_5 \frac{(Z_4 - Z_3)}{Z_3}.$$

Coroana 8 în mișcarea sa sfero-spațială angrenează rolele de deformare plastică 2 cu semifabricatul 1 (roata imaginară) cu diferența de dinți  $Z_1 = Z_2 - 1$ . În acest caz semifabricatul 1 în raport cu coroana cu role de deformare plastică 2 se va roti cu viteza unghiulară  $\omega_{sf}$  în sens opus arborelui-manivelă 5.

Arborele-manivelă 5 este montat în perechea de rulmenți 15 și 22. Nodul de deformare plastică se instalează pe traversele 12 și 13, iar ghidajul 14 servește pentru transmiterea momentului reactiv la batiu. Blocul-satelit format din coroanele 7 și 8 sunt asamblate prin intermediul șlițurilor dreptunghiulare 16. Centrarea are loc pe părțile frontale ale șlițurilor, prin care se transmite momentul de torsiune. Capacul 11 pe care este fixat semifabricatul are posibilitatea de a se deplasa în direcția avansului de deformare plastică sub acțiunea tijelor 17. Capacul 11, de asemenea se deplasează pe șlițurile dreptunghiulare 18 cu centrarea pe părțile laterale ale acestora. Prin intermediul tijelor 21, acționate de flanșa 20, roata dințată prelucrată este extrasă din cavitatea profilurilor dințate 9 și 10. Prezența inelelor de reglare 19 ne dă posibilitatea să obținem diferite înălțimi ale dinților.

În a doua variantă (fig. 4.15) admitem că raportul de transmitere de la arborele-manivelă 5 către semifabricatul 1  $i \neq \infty$ , deci  $\omega_1 \neq 0$ . În cazul în care  $Z_3 = Z_4 + 1$ ,  $Z_2 = Z_1 + 1$ ,  $Z_3 < Z_2$ , semifabricatul 2 se va roti în sens opus arborelui-manivelă 4 cu raportul de reducere:

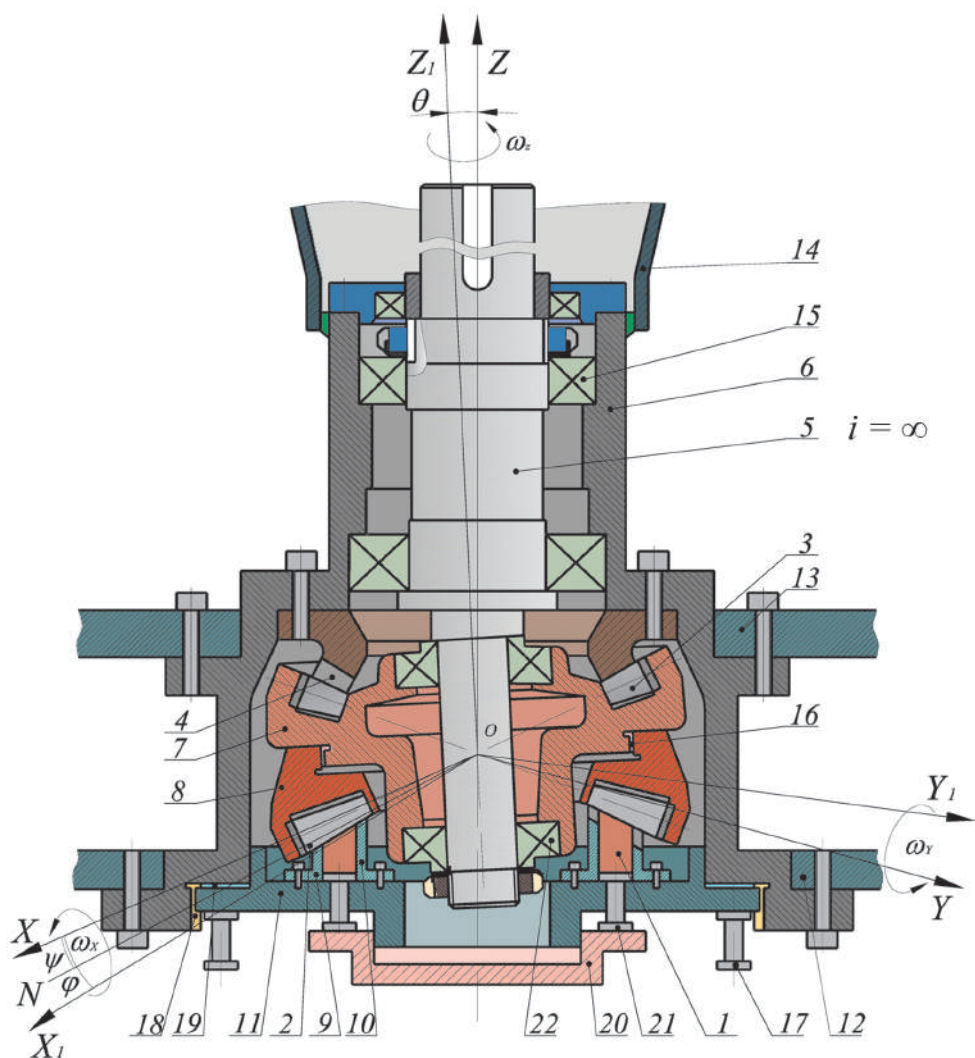
$$i = -\frac{Z_3 \cdot Z_1}{Z_4 Z_2 - Z_3 Z_1}.$$

Atunci când  $Z_3 > Z_2$ , semifabricatul 1 se va roti în același sens cu arborele-manivelă 5 cu raportul de reducere determinat după aceeași relație.

În varianta a doua semifabricatului 1 i se comunică mișcare de rotație în jurul propriei axe prin intermediul unui servomotor, care va roti mecanismul de prindere 8 cu viteza unghiulară  $\omega_1 = \omega_5/i$ , cu sens opus arborelui-manivelă 5 dacă  $Z_3 < Z_2$ , și în același sens, dacă  $Z_3 > Z_2$ .

În procesul de prelucrare a semifabricatului 1 (roții centrale conice) prin deformare plastică cu rolele de deformare 2 prin mișcare sfero-spațială în jurul unui



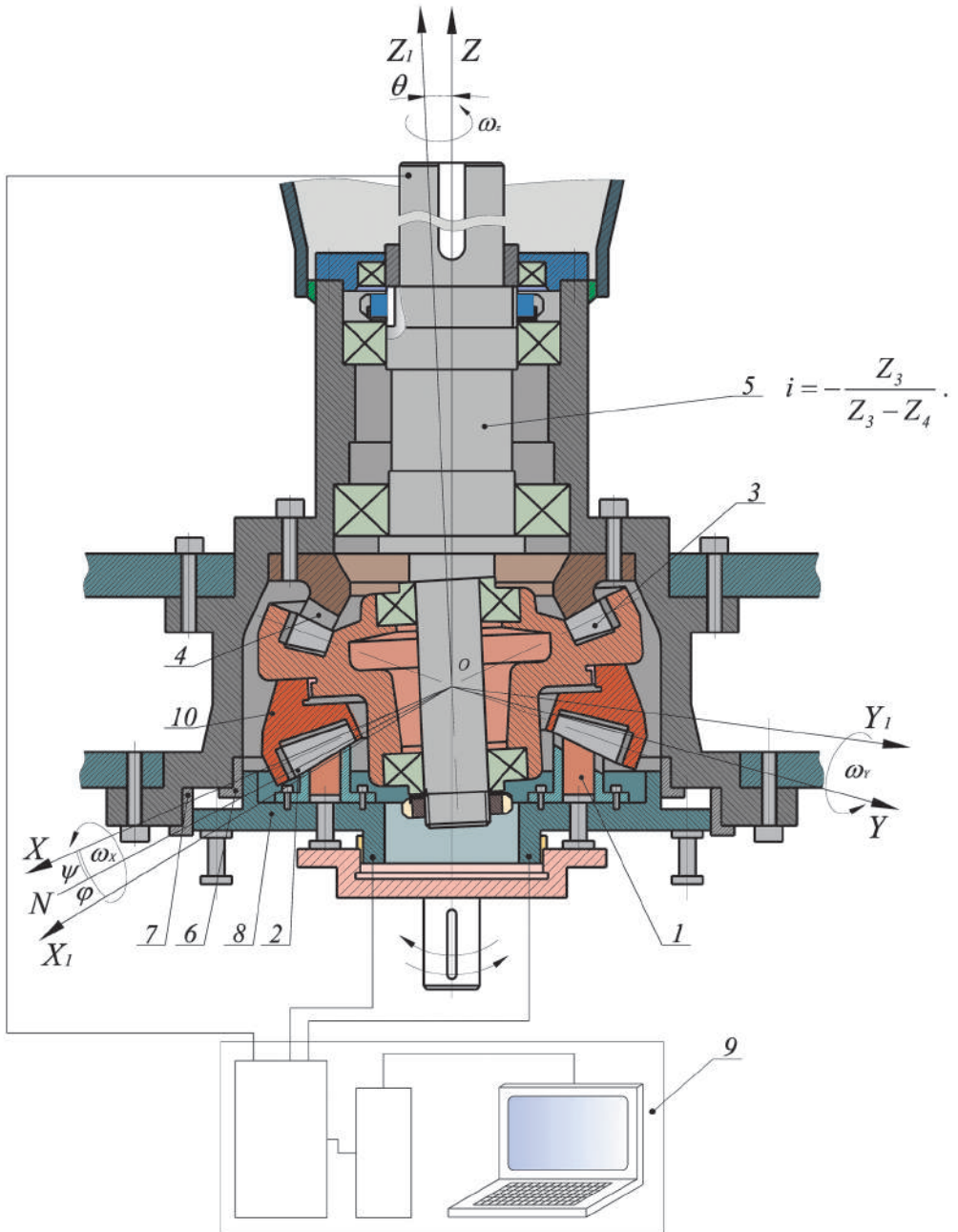


**Fig. 4.14.** Dispozitivul de prelucrare a danturilor prin deformare plastică cu mișcare sfero-spațială a sculei cu raport de transmitere a lanțului cinematic  $i = \infty$ .

punct fix  $O$ , semifabricatului  $1$  totodată i se comunică un avans axial, valoarea căruia se corelează cu parametrii de regim și mișcarea sfero-spațială a coroanei  $10$  cu roțile de deformare plastică  $2$ .

Servomotoarele se dirijează prin sistemul de comandă  $9$ . Mișcări suplimentare coordonate în funcție de parametrii TPP vor primi:

- arborele-manivelă  $5$  va efectua o mișcare de rotație;



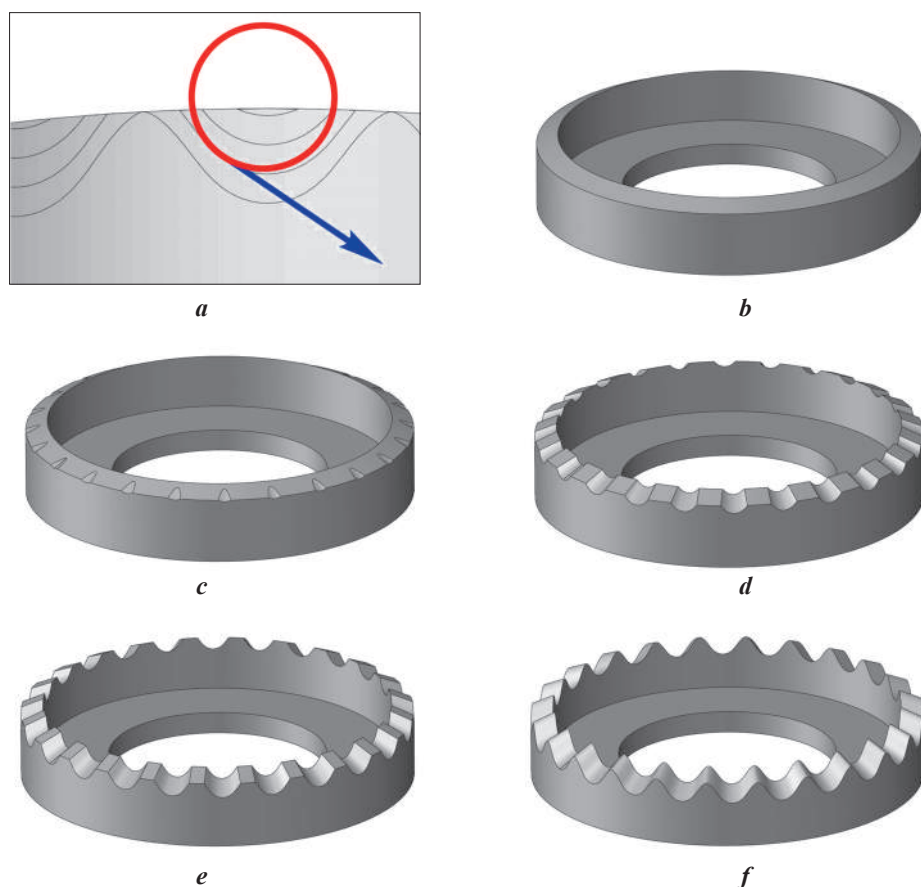
**Fig. 4.15.** Dispozitivul de prelucrare a danturilor prin deformare plastică cu mișcare sfero-spațială a sculei cu dirijare prin intermediul servomotoarelor.

- mecanismul de prindere  $\delta$  va efectua o mișcare de rotație, fiind instalat în cuzineții 6 și 7, și o deplasare liniară, asigurându-se astfel avansul la deformarea plastică.

Dispozitivul de prelucrare prin deformare plastică cu mișcare sfero-spațială a rotelor de deformare plastică asigură următoarele avantaje:

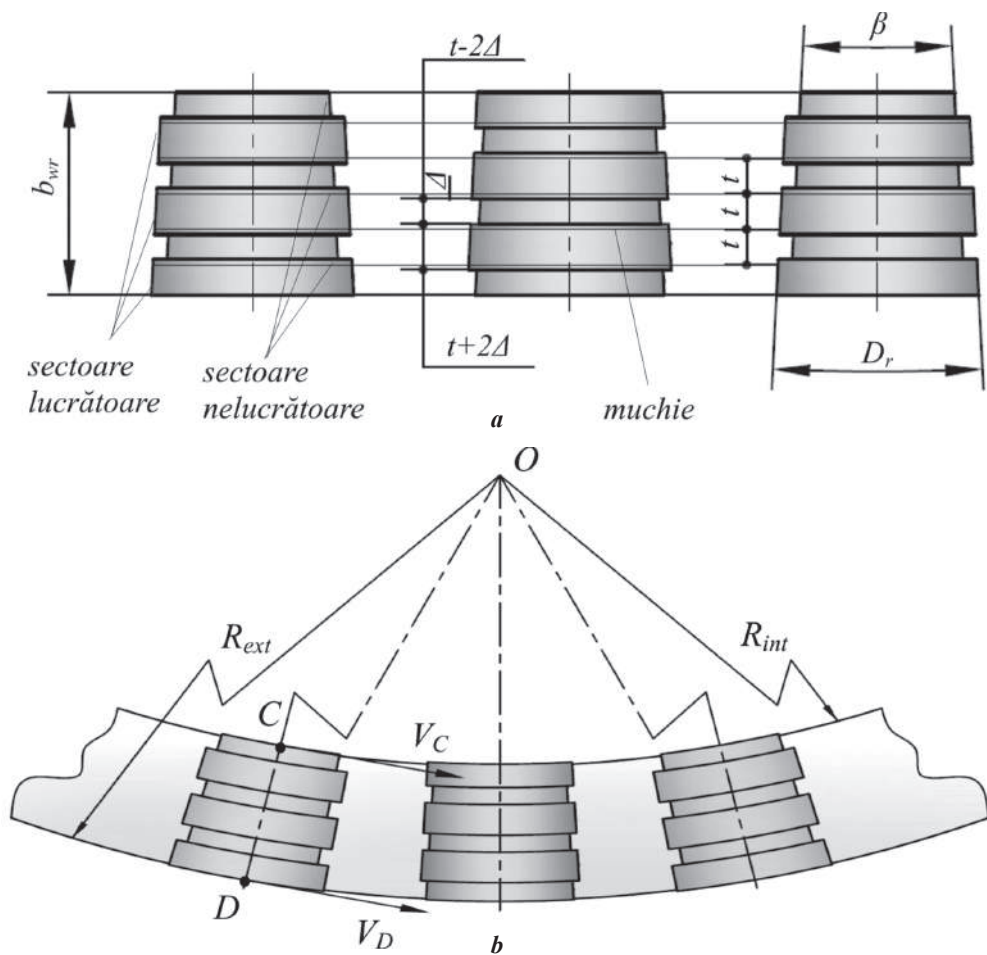
- conform *primei variante*, mișcarea sfero-spațială (precesională) și cea de rotație sunt executate de rolele de deformare plastică, roata dințată prelucrată având mișcare axială de avans;
- conform *variantei doi*, roata dințată prelucrată efectuează mișcare axială de avans și mișcare de rotație, lărgind posibilitățile tehnologice ale dispozitivului de deformare plastică.

În fig. 4.16 *a-f* sunt prezentate evoluția deformării plastice a danturilor roților centrale ale angrenajului precesional cu profil convex-concav al dinților.



**Fig. 4.16.** Evoluția deformării plastice a roților dințate din angrenajul precesional.

Deformarea plastică progresivă are ca obiectiv diminuarea presiunii de deformare prin divizarea lății de deformare în câteva sectoare. În acest scop, rolele de deformare (fig. 4.17 *a*) sunt executate cu caneluri circulare care divizează suprafața de lucru a roților în sectoare lucrătoare și nelucrătoare. Lățimea sectoarelor lucrătoare se determină după relația  $l_{sl}=t+2\Delta$ , iar a celor nelucrătoare  $l_{nl}=t-2\Delta$ . Dimensiunea  $\Delta$  în (mm) depinde de caracteristicile fizico-mecanice ale materialului prelucrat prin deformare plastică. Rolele sunt executate din oțel *IIIХ15* (*GOST 801-78*) cu duritatea *HRC (56÷60)*. În funcție de lungimea dinților  $b_{wr}$  se identifică numărul de sectoare lucrătoare, pe suprafața activă a cărora se determină presiunea de deformare. În fig. 4.17 *b* este prezentată schema de amplasare a roților în coroană cu pasul între ele egal cu cel din angrenajul precesional real. Rolele de deformare plastică sunt instalate pe osii axele cărora se intersectează în centrul de precesie *O*.



**Fig. 4.17.** Role de deformare plastică cu caneluri de deformare progresivă (*a*); segment de coroană cu role pentru deformarea plastică (*b*).

Din nomogramele prezentate în [1, 2] se alege valoarea unghiului de conicitate a roților  $\beta$  în funcție de numărul dinților roții centrale  $Z$ ; unghiul de nutație  $\Theta$ , multiplicitatea angrenajului  $\varepsilon$  și unghiul axoidei conice  $\delta$  pe suprafața căreia sunt amplasate rolele. Diametrul rolei în secțiune frontală se determină după relația:

$$d_{fr} = d_{mr} + b_{wr} \operatorname{tg} \beta,$$

unde:  $d_{mr}$  este diametrul rolei în secțiune medie;

$b_{wr}$  – lungimea roților.

În fig. 4.18 este reprezentată schema deformării plastice prin cărări succedate de rolele prin rulare. Dimensiunile cărărilor de deformare se determină în funcție de mai mulți parametri: materialul semifabricatului; numărul de dinți ai roții  $Z$ ; unghiul de conicitate a roților  $\beta$ ; numărul de role de deformare și unghiul de nutație  $\Theta$ .

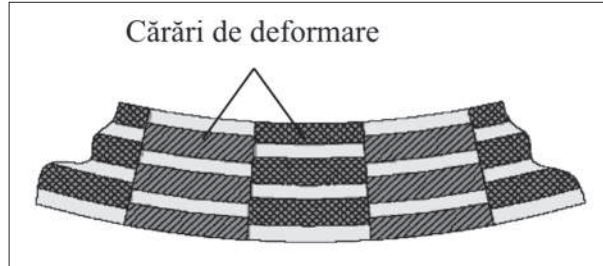


Fig. 4.18. Schema amplasării sectoarelor la deformarea progresivă.

O altă variantă constructivă a roților pentru deformarea plastică de finisare a danturilor este dată în fig. 4.19 *a, b*. Rolele au executate pe suprafața lor caneluri elicoidale unice sau duble. Viteza liniară a punctului de contact  $D$  este mai mare decât în punctul  $C$ . De aceea, în punctul  $D$  viteza de deformare plastică a danturii angrenajului precesional va fi mai mare decât în punctul  $C$ .

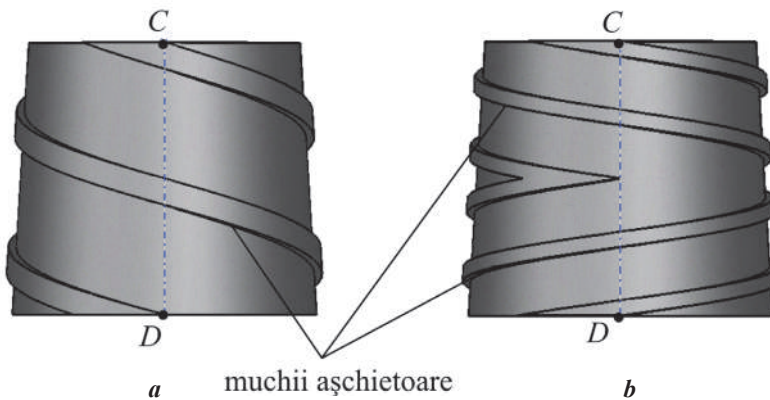


Fig. 4.19. Role de deformare plastică cu caneluri elicoidale: cu o canelură (*a*); cu două caneluri (*b*).

$$V_C = \frac{V_D R_{int}}{R_{ext}},$$

unde  $R_{ext}$  este raza exterioară a semifabricatului;

$R_{int}$  – raza interioară a semifabricatului.

Prin frânarea rostogolirii roților, muchiile elicoidale formate de caneluri capătă funcția de muchii așchietoare care în mișcarea lor relativă cu semifabricatul șeveruiește suprafața de lucru a flancurilor dinților.

### Procedeu și dispozitiv de moletare cu durificarea flancurilor dinților prin unde ultrasonore

Danturile roților centrale din angrenajele precesionale cu profil convex-concav al dinților pot fi fabricate prin aplicarea simultană a procedeelelor de durificare a suprafețelor, spre exemplu, prin unde ultrasonore.

Dispozitivul pentru realizarea procedeeului de moletare cu durificarea a suprafeței de lucru a dinților cu unde ultrasonore, conform [10], include batiul imobil 1 (fig. 4.20), în care este instalat arborele-manivelă 2 și consola 3 cu coroana de role 4. Semifabricatul 5 este legat rigid, prin intermediul bridelor 6, cu masa 7 amplasată coaxial cu corpul 8, cu posibilitatea de a se roti în jurul axei sale. În masa 7 este instalat rulmentul axial 9, pentru a transmite oscilațiile de la concentratorul de unde 10. Traductorul 11 este antrenat într-o mișcare vibratorie cu frecvență ultrasonică de la generatorul 12. Sistemul de acționare 13 pune în contact concentratorul de unde 10 cu rulmentul 9.

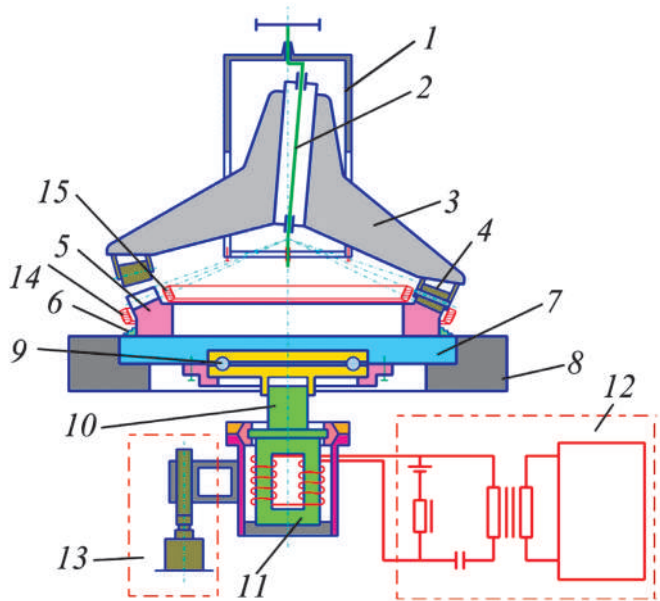


Fig. 4.20. Schema principală a procedeeului de rulare cu durificarea simultană a flancurilor dinților.

Dispozitivul include suplimentar inductorii de curent electric de intensitate înaltă 14 și 15, amplasați în zona de deformare plastică a dinților în exteriorul roții și, respectiv, în interiorul ei.

Dispozitivul pentru moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor cu unde ultrasonore funcționează în modul următor. Mișcarea de rotație de la electromotor se transmite prin lanțul cinematic al mașinii-unelte către arborele-manivelă 2, prin intermediul căruia se transformă în mișcare sfero-spațială a coroanei 4 cu role conice de moletare. La fiecare turație a arborelui manivelă 2 semifabricatul 5 se rotește la un dinte, deci mișcările de rotație ale arborelui-manivelă 2 și ale mesei 7 sunt coordonate între ele prin raportul de transmitere

$$i = -\frac{Z_4}{Z_5 - Z_4}.$$

După finisarea procesului de deformare plastică, generatorul ultrasonic 12 se conectează și sistemul de acționare 13 pune în contact concentratorul de unde 10 prin intermediul rulmentului 9.

Formarea dinților roții conice poate fi efectuată prin deformare plastică sub acțiunea concomitentă a oscilațiilor ultrasonore, generate de generatorul ultrasonic 12, și a curenților de intensitate înaltă, generați de inductorii 14 și 15. Procedeu propus asigură creșterea preciziei de prelucrare, realizarea durificării suprafeței dinților și reducerea presiunii necesare pentru deformarea dinților.

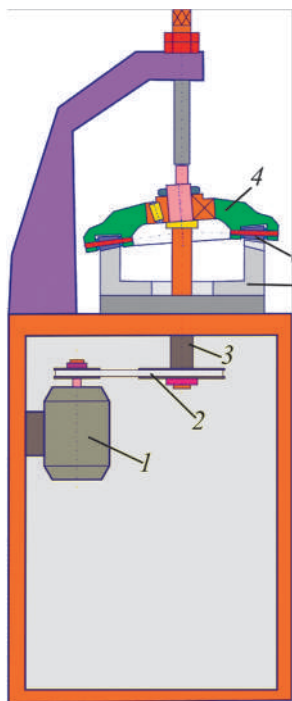


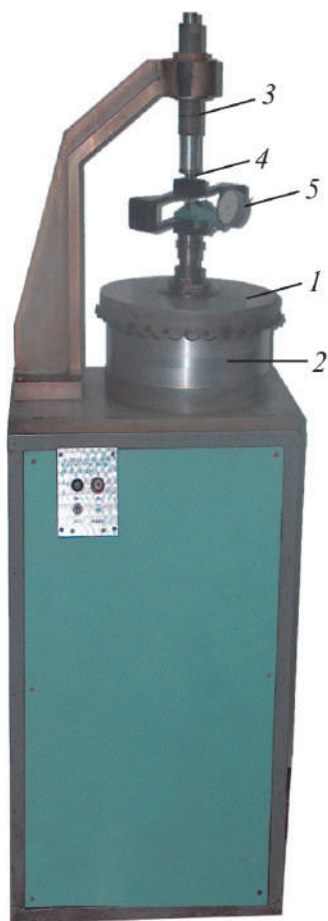
Fig. 4.21. Dispozitiv de deformare plastică a roților dințate.

### Dispozitiv experimental de deformare plastică a roților dințate

Schema cinematică a dispozitivului experimental de deformare plastică a roților dințate este reprezentată în fig. 4.21, iar în fig. 4.22 este reprezentată vederea generală [11]. Dispozitivul conține motorul electric 1, transmisia prin curea 2 care acționează arborele-manivelă 3. Pe arborele-manivelă 3 în rulmenți este montat nodul de deformare plastică 4 cu role de moletare 6. Pe masa dispozitivului se instalează semifabricatul 5. Numărul roților de moletare este:

$$Z_6 = Z_5 \pm 1 \quad (4.36)$$

(semnul “+” pentru moletarea danturilor roților pentru TPP cu funcționare în regim de reductor, semnul “-” în regim de multiplicator). La rotirea arborelui-manivelă 3 coroana cu role 6 (scula) pentru deformare plastică a danturii semifabricatului efectuează mișcare sfero-spațială cu un punct fix, plasat în centrul de precisie a transmisiei reale. Conform legăturii cinematice scu-



**Fig. 4.22.** Dispozitiv de deformare plastică a roților dințate.

la-semifabricat descrisă în p. 4.2.1, coroana cu role (scula) trebuie să se rotească în jurul propriei axe cu unghiul:

$$\psi = \frac{2\pi}{Z_6}(Z_5 - Z_6) \quad (4.37)$$

la fiecare ciclu de precesie. Pentru a respecta expresia (4.37), dantura semifabricatului în prealabil a fost executată cu  $Z_5 = Z_6 - 1$  dinți cu profilul rectiliniu (fig. 4.23 a) la mașina-unealtă de rabotat roți dințate. Avansul axial al nodului de deformare plastică 1 (fig. 4.22) în direcția semifabricatului 2 se efectuează prin intermediul tijei filetate 3, corpului de rulare 4 și dinamometrului 5 (DOSM-3). Semifabricatul a fost fabricat din aliaj de aluminiu marca Al 4 (GOST 2685-75). În cadrul cercetărilor a fost apreciată precizia formării profilului dinților prin moletare, în comparație cu profilul teoretic descris prin ecuațiile parametrice [1], utilizând metoda suprapunerii acestora, prezentată în [3]. Măsurările în coordonate ale profilului dinților moletați și compararea acestora cu coordonatele modelului matematic au demonstrat că erorile poartă un caracter aleatoriu (dependent de deformabilitatea nodurilor dispozitivului) și nu depășesc 2–3% (pe coordonatele axiale). Utilizând metoda măsurărilor jocurilor în contact prin intermediul calibrelor de interstiții, a fost identificată existența multiplicității absolute a angrenării ( $\varepsilon=100\%$ ) roletelor sculei cu profilul dinților roții moletate. Indicatorii de calitate a suprafeței flancurilor dinților moletați au constituit: rugozitatea

$Ra\ 2,5\mu m$ , măsurată la profilometrul-profilograf *FormTalysurf 50*, iar adâncimea stratului ecrusat ( $1,2-1,8\ mm$ ).

În figura 4.23 sunt prezentate semifabricatul cu profilul prealabil rectiliniu (a), roata cu dantură fabricată prin moletare (b), scula cu role pentru deformarea plastică (c) și nodul de deformare plastică a dispozitivului (d).





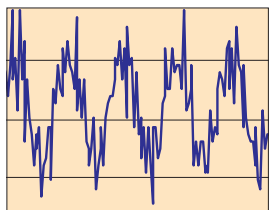
**Fig. 4.23.** Semifabricatul cu profil rectiliniu (a); roata cu dantură fabricată prin moletare (b); scula (c); nodul de deformare plastică a dispozitivului (d).

## Bibliografie

1. BOSTAN, I. *Precessionny'e peredachi s mnogoparny'm zacepleniem*: [monogr.]. Ch.: Știința, 1991. 355 p. ISBN 5-376-01005-8.
2. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Antologia invențiilor*. V. 1. Transmisii planetare precesionale. Ed. Ch.: S.n., 2011 (Combinatul Poligr.). 594 p. – ISBN 78-9975-4179-0-7.
3. BOSTAN, I. *Sozdanie planetarno-precessionny'x peredach s mnogoparny'm zacepleniem*: dis. dr. tehn. nauk. Moskva, 1989. 511 p.

4. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Antologia invențiilor*. V. 2. Transmisii planetare precesionale. Chișinău, Ed. Bonce Offices, 2011, 537p. – ISBN 978-9975-4100-9-0.
5. CHELU, GH.; BENDIC, V. *Tehnologii neconvenționale de matrițare și forjare*. Ed. Tehnică, București: 1996, 160 p. ISBN 973-31-0741-7.
6. KELOGLU, YU.; ZAHARIEVICH, K. *Metally' i splavy'. Spravochnik*. Izdatel'stvo "Cartea moldovenească", Chișinău: 1977, 244 s.
7. GRĂMESCU, TR.; SLĂTINEANU, L.; MARIN, ALEX. *Tehnologii de danturare a roților dințate. Manual de proiectare*. Ed. Universitas, Ch.: 1993, 406 p. ISBN 5-362-01009-3.
8. NAGÎȚ, GH.; BRAHA, V.; RUSU, B. *Bazele prelucrării prin deformare plastică*. Ed. Tehnica-Info, Ch.: 2002, 398 p. ISBN 9975-63-106-1.
9. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; TRIFAN, N. NB 2704 (MD), CIB B 21H 5/00, 1/06. *Dispozitiv de moletare a profilurilor dințate pe semifabricate inelare / UTM - Nr. 2002 0269 Decl. 05.11.2002; Publ. BOPI, 2005, Nr. 2.*
10. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. NB 3561 (MD), CIB B 21 D 43/00; B 30 B 15/30. *Procedeu de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor și dispozitiv pentru realizarea lui (variante) / UTM - Nr. 2005 0064 Decl. 04.03.2005; Publ. BOPI, 2008, Nr. 4.*
11. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. NB 2791 (MD), CIB B 21 H 5/ 04, 1/ 06; B 21 D 53/ 28. *Dispozitiv de deformare plastică a roților dințate / UTM - Nr. 2003 0213; Decl. 10.09.2003; Publ. BOPI, 2005, Nr. 6.*
12. BARBARICH, M.; ZHIRIKOV, L. *Optimal'nye rezhimy goryachego nakaty'vaniya zubchaty'x kolyos*. Trudy' VNIIMETMASHA. Nr. 9. 1967, p.73 -75.
13. GOTLIB, B. i dr. *Osnovy' statisticheskoy teorii obrabotki metallov davleniem*. Moskva, Metalurgiya, 1980. 168 p.
14. CĂLUGĂRĂU, GH.; ANDREI, E.; SOLOMON, V.; HOPULELE, I. *Aliaje cu memoria formei din pulberi metalice*. Editura Tehnică, Ch.:1998, 230 p. ISBN 9975-910-36-x.
15. YUSIPOV, Z.; LYAPUNOV, N. *Ruchnaya kovka*. Moskva. Vy'ssh. shk. 1990, 304 p. ISBN 5-06-001100-3.
16. RĂDULESCU M. *Studiul metalelor*. Ed. Știința, Ch.: 1993, 346 p. ISBN 5-376-01548-3.
17. LUPESCU O. *Netezirea suprafețelor prin deformare plastică*. Ed. Tehnica-Info Ch.: 1999, 222 p. ISBN 9975-910-67-X.

## Capitolul 5



# ANALIZA PIERDERILOR ENERGETICE ÎN TRANSMISIILE PLANETARE PRECESIONALE CINEMATICE

### 5.1. Factori constructivi de influență asupra vitezei relative de alunecare în angrenajul precesional

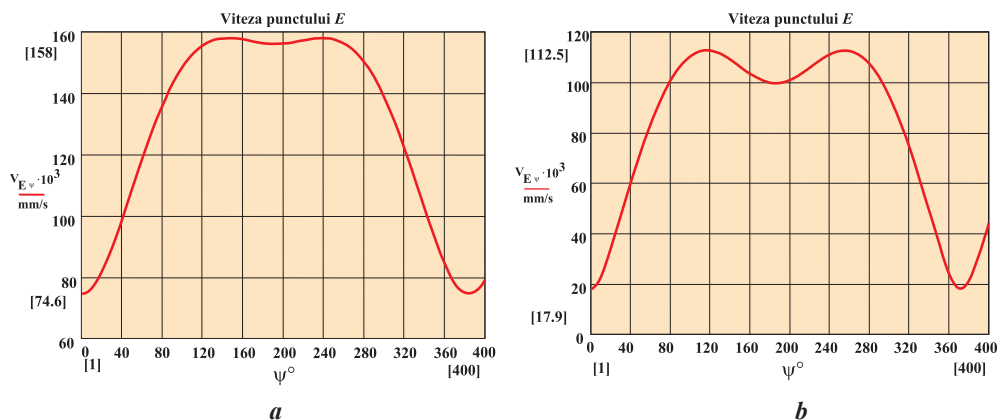
Particularitățile constructive ale elementelor de angrenare în transmisiile planetare precesionale cinematice impun transmiterea mișcării prin alunecare cu rostogolire relativă a dinților coroanelor satelitului pe dinții roților centrale. Gradul de alunecare în aceste angrenaje, conform cercetărilor preliminare, constituie circa 90-95% din viteza relativă sumară. Din acest motiv, a apărut necesitatea efectuării unui studiu suplimentar, teoretic și experimental, privind influența diferiților factori constructivi asupra vitezei relative de alunecare în angrenaj.

A fost supusă studiului influența factorilor constructivi principali ai angrenajului:

1. numărul de dinți ai roții centrale și ai satelitului –  $Z_p, Z_2$ ;
2. unghiul axoidei conice –  $\delta$ ;
3. unghiul de conicitate al dinților satelitului –  $\beta$ ;
4. unghiul de nutație de mișcare sfero-spațială a satelitului –  $\theta$ .

Studiul a fost efectuat conform prevederilor metodologice [1], pentru următorul diapazon de variație a parametrilor:  $z_p, z_2 = 10 \div 50$ ;  $\delta = 0 \div 30^\circ$ ;  $\beta = 2 \div 5^\circ$ ;  $\theta = 1,5 \div 3,5^\circ$  și  $Z_2 = Z_p \pm 1$ .

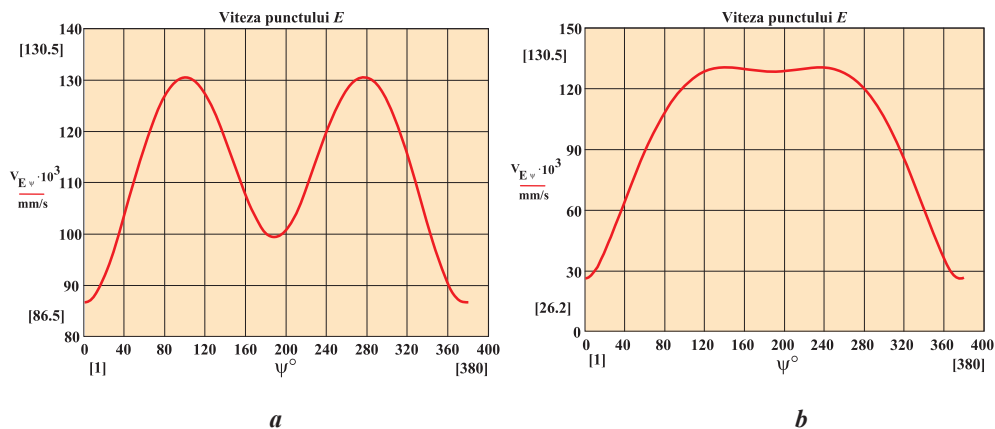
Rezultatele cercetărilor teoretice ale influenței numărului de dinți angrenați asupra modului de distribuție a vitezei relative de alunecare pe profilul activ al dintelui, în limitele ciclului de precesie, sunt prezentate în fig. 5.1. Calculele au fost făcute pentru viteza unghiulară a arborelui conducător  $\omega = 104,72 \text{ s}^{-1}$ . Aici se atestă regiuni cu viteze variabile pe faza de ridicare (pe unghiul de precesie  $15^\circ < \psi < 100^\circ$ ) și pe faza de coborâre (pentru unghiul  $\psi > 260^\circ$ ). Pe segmentul unghiului de precesie  $130^\circ < \psi < 250^\circ$ , viteza de alunecare are o distribuție aproximativ constantă cu valoare maximală și este influențată neesențial de variația numărului de dinți.



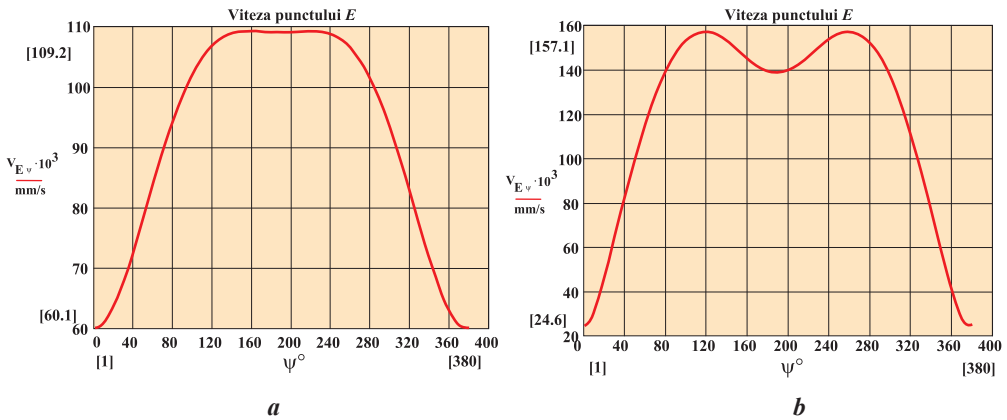
**Fig. 5.1.** Diagrama varierii vitezei relative de alunecare în contactul dinților pentru parametrii  $z_1=z_2-1$ :  $\delta=22.5^\circ$ ;  $\beta=4^\circ$ ;  $\theta=2.5^\circ$ ;  $R_e=20\text{mm}$ ; a)  $z_1=15$ ;  $z_2=16$ ; b)  $z_1=30$ ;  $z_2=31$ .

O influență mai accentuată asupra vitezei relative de alunecare o are unghiul axoidei conice  $\delta$ . De menționat că valorile unghiului  $\delta$  în transmisia reală variază în intervalul  $0^\circ < \delta < 30^\circ$ . În fig. 5.2 sunt prezentate rezultatele distribuției vitezei relative de alunecare pe ciclul de precesie calculate pentru valori-limită ale unghiului axoidei conice  $\delta = 0^\circ$  (a) și  $\delta = 30^\circ$  (b). La valoarea minimală a unghiului axoidei conice ( $\delta = 0^\circ$ ), fig. 5.2 a, pe segmentul interior al unghiului de precesie  $\psi$  se atestă o variație pronunțată a vitezei de alunecare în angrenaj, atingând valori minime pentru  $\psi = 180^\circ$ . La mărirea unghiului  $\delta$ , fig. 5.2 b, viteza de alunecare pe acest segment se uniformizează și tinde spre valoare maximală.

Un parametru geometric important al angrenajelor precesionale cinematice, care influențează simțitor viteza relativă de alunecare în angrenaj, este unghiul de nutație  $\theta$ .



**Fig. 5.2.** Diagrama varierii vitezei relative de alunecare în contactul dinților pentru parametrii  $z_1=z_2-1$ :  $z_1=21$ ,  $z_2=22$ ,  $\beta=4^\circ$ ,  $\theta=2.5^\circ$ ,  $R_e=20\text{mm}$ ; a)  $\delta=0^\circ$ ; b)  $\delta=30^\circ$ .

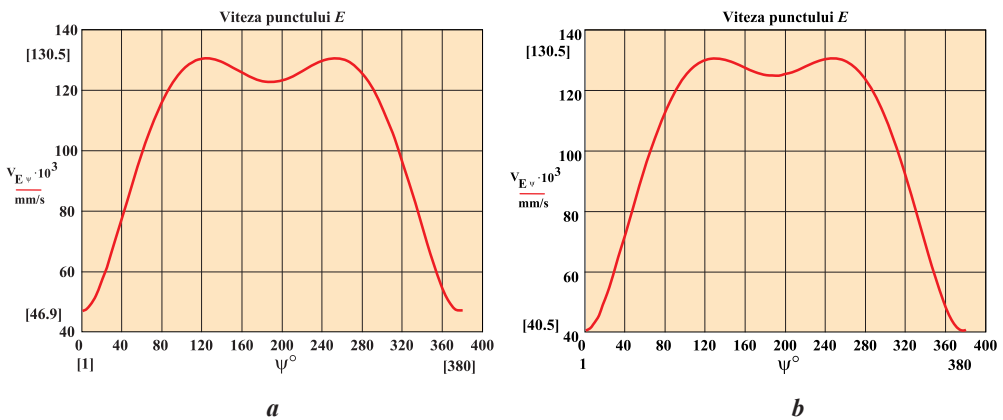


**Fig. 5.3.** Diagrama varierii vitezei relative de alunecare în contactul dinților pentru parametrii  $z_1 = z_2 - 1$ :  $z_1 = 21, z_2 = 22, \delta = 22,5^\circ, \beta = 4^\circ, R_e = 20$  mm; a)  $\theta = 1,5^\circ$ ; b)  $\theta = 3,5^\circ$ .

Din punct de vedere constructiv, rezonabile sunt valorile acestui unghi cuprinse în limitele  $\theta = 1,5 \div 3,5^\circ$ .

În fig. 5.3 sunt prezentate diagramele distribuției vitezei relative de alunecare pe ciclul de precesie, pentru valorile extreme ale unghiului de nutație,  $\theta = 1,5^\circ$  (fig. 5.3 a) și  $\theta = 3,5^\circ$  (fig. 5.3 b). Unghiul de nutație  $\theta$  influențează esențial segmentul cu viteză maximală, extinzând limitele pe ciclul de precesie de la  $150^\circ < \psi < 230^\circ$  (pentru  $\theta = 1,5^\circ$ ) până la  $110^\circ < \psi < 270^\circ$  (pentru  $\theta = 3,5^\circ$ ). În limitele date, valoarea maximală a vitezei relative de alunecare suferă modificări nesemnificative.

Pentru a stabili influența unghiului  $\beta$  asupra varierii vitezei relative de alunecare în angrenaj, de asemenea, au fost luate valorile extreme ale diapazonului rațional, deci, pentru  $\beta = 2^\circ$  și  $\beta = 5^\circ$ . În fig. 5.4 a este prezentată diagrama distribuției



**Fig. 5.4.** Diagrama varierii vitezei relative de alunecare în contactul dinților pentru parametrii  $z_1 = z_2 - 1$ :  $z_1 = 21, z_2 = 22, \delta = 22,5^\circ, \theta = 2,5^\circ, R_e = 20$  mm, a)  $\beta = 2^\circ$ , b)  $\beta = 5^\circ$ .

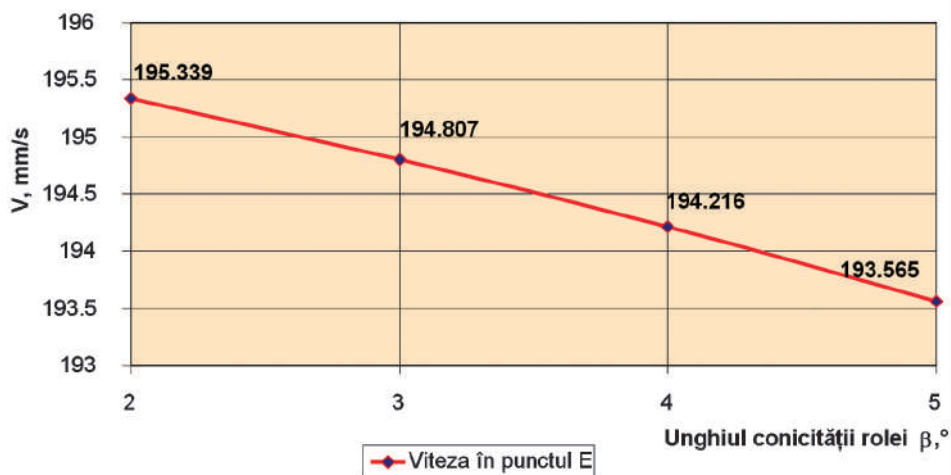


Fig. 5.5. Influența unghiului  $\beta$  asupra vitezei relative maxime de alunecare în contactul dinților.

vitezei de alunecare pe ciclul de precesie pentru  $\beta = 2^\circ$ , iar în fig. 5.4 b, pentru  $\beta = 5^\circ$ . Rezultatele calculului atestă o influență nesemnificativă a unghiului conicității dintelui  $\beta$  asupra vitezei de alunecare.

Analiza influenței turației (pentru valori  $n=1000...3000 \text{ min}^{-1}$ ) indică o dependență liniară asupra vitezei relative de alunecare.

În fig. 5.5 este prezentată dependența vitezei relative maxime de alunecare de unghiul  $\beta$   $v_{max} = f(\beta^\circ)$ , obținută în rezultatul prelucrării informației din diagramele respective de distribuție a vitezei la viteza unghiulară a arborelui de intrare  $\omega = 104,72 \text{ s}^{-1}$ . Analiza dependenței corespunzătoare indică o influență de aproximativ 1%.

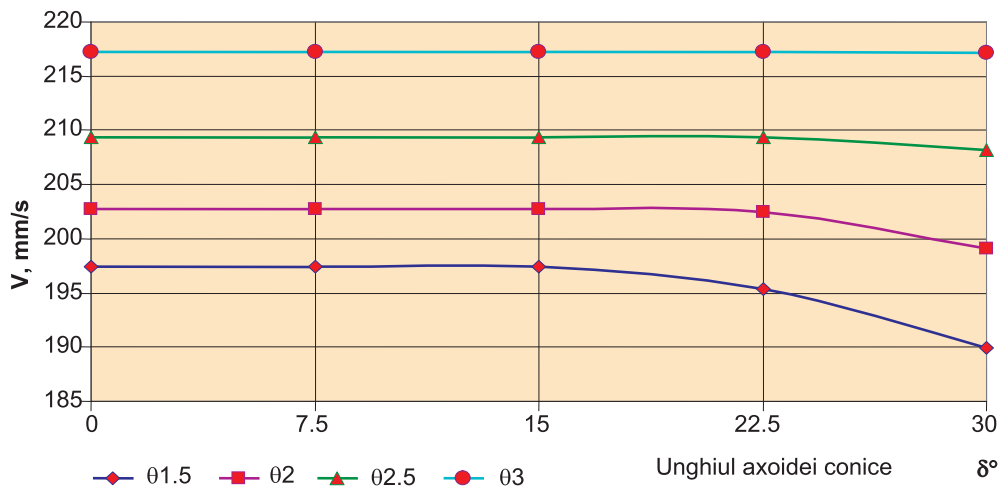


Fig. 5.6. Influența unghiului axoidei conice  $\delta$  asupra vitezei relative maxime de alunecare în contactul dinților pentru diferite valori ale unghiului de nutație  $\theta$ .

Din rezultatele analizei (fig. 5.6) a fost constatat faptul că la toate valorile unghiului de nutație  $\theta$ , unghiul axoidei conice  $\delta$  are o influență mică asupra vitezei relative de alunecare. Viteza maximală de alunecare crește în limite mici la mărirea unghiului de nutație  $\theta$ .

Din analiza dependenței (fig. 5.7) se observă că numărul de dinți are o influență majoră asupra vitezei de alunecare doar la valori reduse  $z < 30$ .

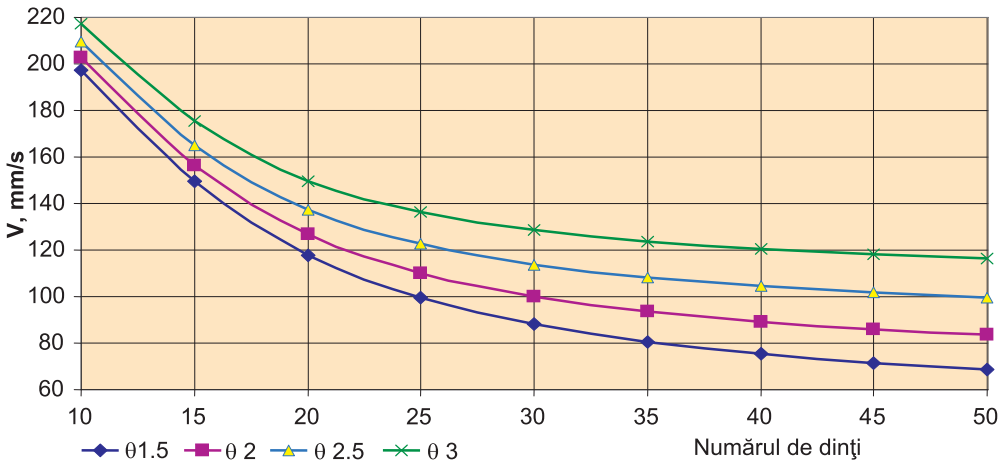


Fig. 5.7. Influența numărului de dinți asupra vitezei relative maxime de alunecare în contactul dinților pentru diferite valori ale unghiului de nutație  $\theta$ .

Raza medie a angrenajului manifestă o relație direct proporțională (fig. 5.8) și are o influență semnificativă asupra valorilor vitezei maxime relative de alunecare.

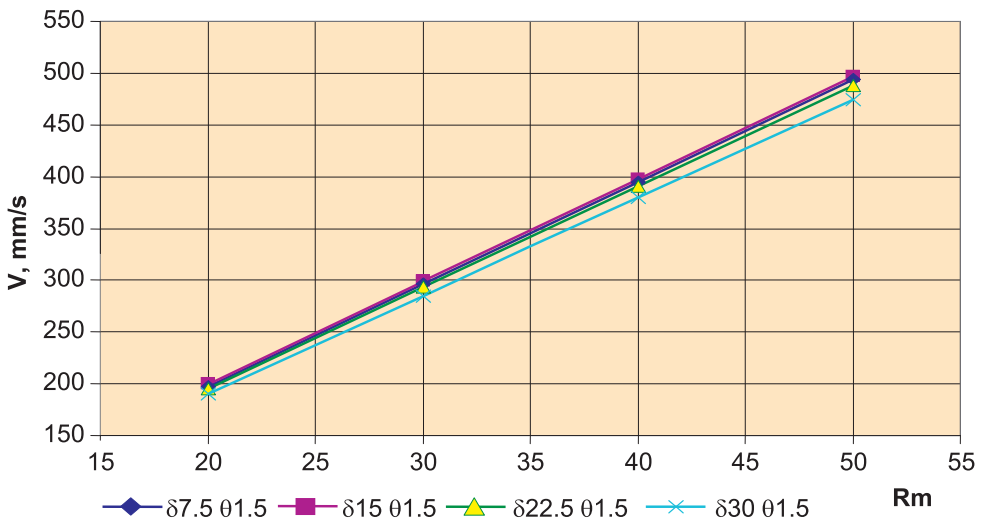


Fig. 5.8. Influența razei medii a angrenajului (a plasării punctului de contact al dinților în raport cu axa satelitelui) asupra vitezei relative maxime de alunecare pentru diferite valori ale unghiului  $\delta$ .

Astfel, a fost constatat faptul că principalii factori constructivi care influențează asupra valorilor vitezei maxime de alunecare sunt numărul de dinți și raza medie a angrenajului. Ceilalți factori au o influență nesemnificativă.

## 5.2. Determinarea experimentală a randamentului mecanic al transmisiei planetare precesionale cinematice

În fig. 5.9 sunt prezentate fluxurile principale ale pierderilor de putere care, în linii mari, determină randamentul mecanic în reductoarele precesionale cinematice. Din analiza vitezelor din contact a fost stabilit că în angrenajul precesional predomină mișcări relative cu alunecare. În acest caz, angrenajul precesional reprezintă un tribosistem de alunecare cu rostogolire [2, 3], care se caracterizează prin pierderi energetice relativ mai ridicate la învingerea forțelor de frecare în contact. Din acest motiv, pierderile principale de energie în reductor se produc în zonele de contact dintre dinții conjugați ai roților centrale și cei ai satelitelui.

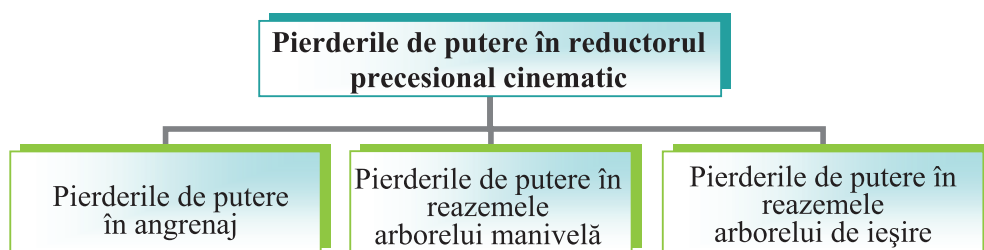


Fig. 5.9. Schema pierderilor de putere în reductorul precesional cinematic 2K-H.

Cercetările experimentale ale randamentului mecanic au fost efectuate pentru o serie de prototipuri de reductoare precesionale de aceleași dimensiuni de gabarit, echipate cu roți centrale și satelit cu diferite forme ale contactului dintre dinți și cu valori diferite ale caracteristicilor angrenajului.

În ansamblul reductorului, divizarea pierderilor energetice pe fluxurile de bază practic este imposibilă. Cercetările pe fiecare flux component al pierderilor, au fost efectuate pe modele experimentale și teoretice, separat pentru fiecare tip de tribosistem: a) angrenaj; b) lagărele cu alunecare a arborelui de intrare pe tronsoanele centrale și manivelă; c) lagărele arborelui de ieșire.

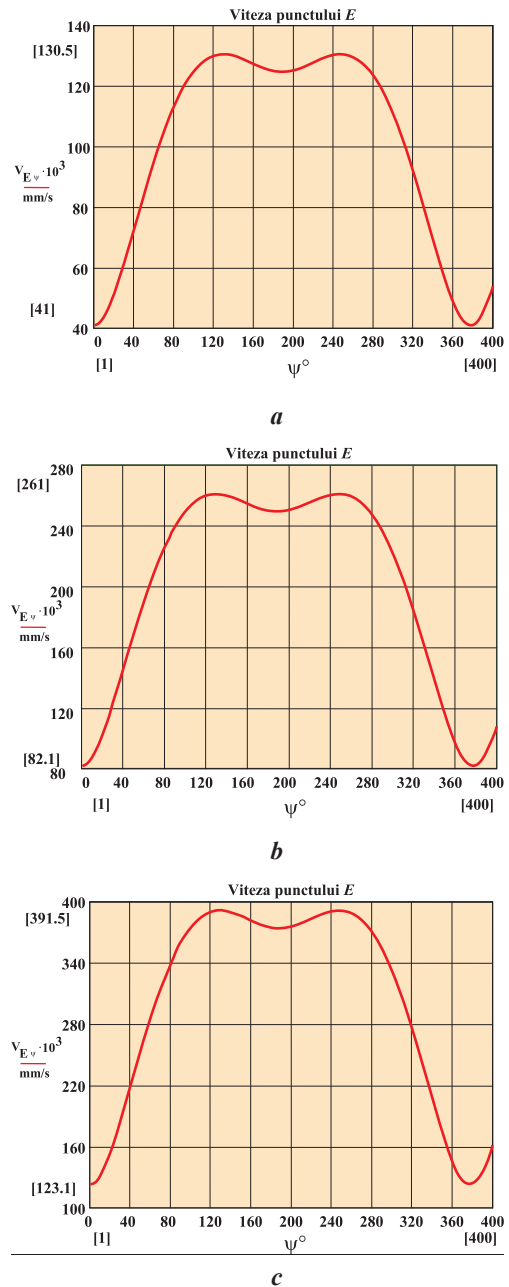
### 5.2.1. Coeficientul de frecare în tribosistemul angrenajului roată centrală-satelit precesional

Componenta vitezei relative de alunecare în contact a fost determinată prin metode analitice, în baza modelului cinematic al angrenajului precesional [1]. Utilizând aplicații în *MathCAD*, au fost efectuate calcule ale vitezei de alunecare în



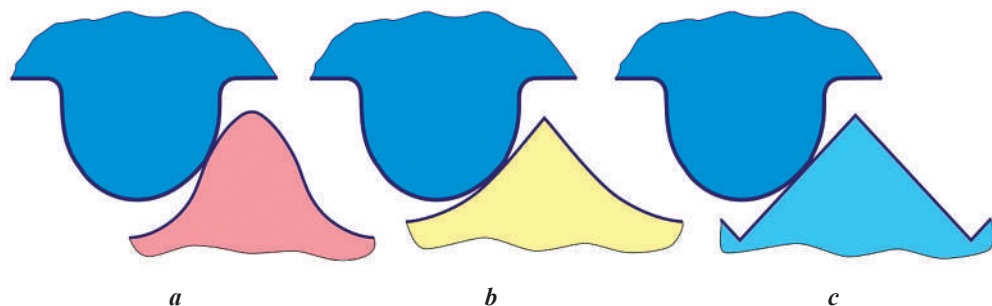
angrenajul precesional pentru diferite valori ale parametrilor angrenajului:  $z_1, z_2 = 10 \div 50$ ;  $\delta = 0 \div 30^\circ$ ;  $\beta = 2 \div 5^\circ$ ;  $\theta = 1,5 \div 3,5^\circ$ . În fig. 5.10 sunt prezentate diagramele variației vitezei relative de alunecare pentru 3 valori ale turațiilor arborelui conducător (1000, 2000, 3000  $\text{min}^{-1}$ ). Rezultatele analizei a scos în evidență o influență nesemnificativă a vitezei de rotație a arborelui conducător asupra caracterului de variație a vitezei relative de alunecare în contact în limitele unui ciclu de precesie. În concluzie, la elaborarea tribomodelului și la stabilirea condițiilor de încercare pentru aprecierea coeficientului de frecare, în contact s-a acceptat ipotetic mișcare cu alunecare la viteză constantă. Această ipoteză simplifică condițiile metodei de încercare, păstrând veridicitatea experimentului.

Forma contactului a fost modelată conform formelor reale ale profilurilor suprafețelor dinților conjugați ai angrenajului: a) convex-convexă; b) convex-concavă; c) convex-plană (fig. 5.11). Pentru comparația rezultatelor experimentale s-a impus condiția păstrării valorii constante a razei reduse în punctul de contact al epruvetelor pentru toate variantele de forme ale cuplurilor de profiluri. Suprafața de contact a epruvetei-dinte al satelitului (cu profil în arc de cerc) în toate variantele a fost executată sub formă de *rolă* cu raza echivalentă razei profilului real. Epruveta-dinte al roții a fost executată sub formă de *sabot* cu profil corespunzător al suprafeței de contact: concav, convex, plan. Variante constructive ale epruvetelor-*sabot* sunt prezentate în fig. 5.14. În calitate de ma-



**Fig. 5.10.** Diagramele vitezelor de alunecare cu parametrii:  $z_1 = 21$ ;  $z_2 = 22$ ;  $\delta = 22.5^\circ$ ;  $\beta = 4.75^\circ$ ;

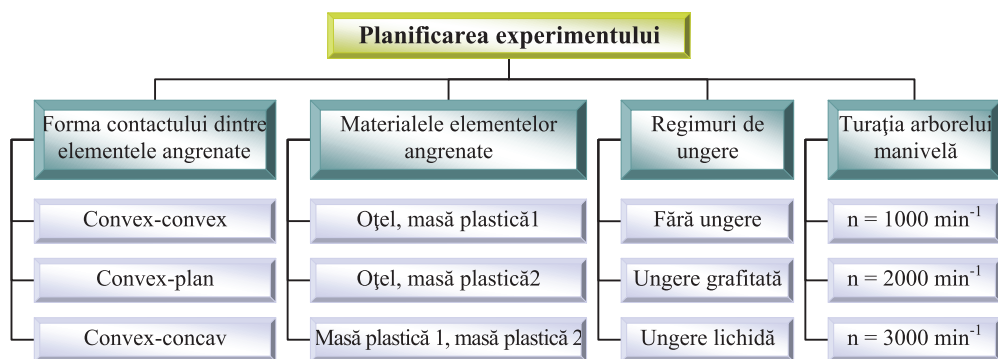
- $\theta = 2.5^\circ$ ;  $R_e = 23 \text{ mm}$ ;
- a)  $n_{\text{arborele conducător}} = 1000 \text{ rot/min}$ ;
- b)  $n_{\text{arborele conducător}} = 2000 \text{ rot/min}$ ;
- c)  $n_{\text{arborele conducător}} = 3000 \text{ rot/min}$ .



**Fig. 5.11.** Forme ale geometriei contactului dinților angrenați: a) convex-convexă; b) convex-concavă; c) convex-plană.

teriale au fost utilizate mase plastice *Hostaform C9021* [4] și oțel *40X GOST 4543-88, STAS 880-80*.

Cuplurile de epruvete *rolă-sabot* cu forma corespunzătoare a contactului, combinația de materiale în cuplu și condițiile acceptate pentru încercări sunt prezentate în fig. 5.12, iar proprietățile fizico-mecanice ale materialelor – în tabelul 5.1. Stratul superficial al epruvetelor executate din oțel *40X* a fost prelucrat termic până la duritatea de *40...45 HRC* și cu rugozitatea *Ra 0,8*.



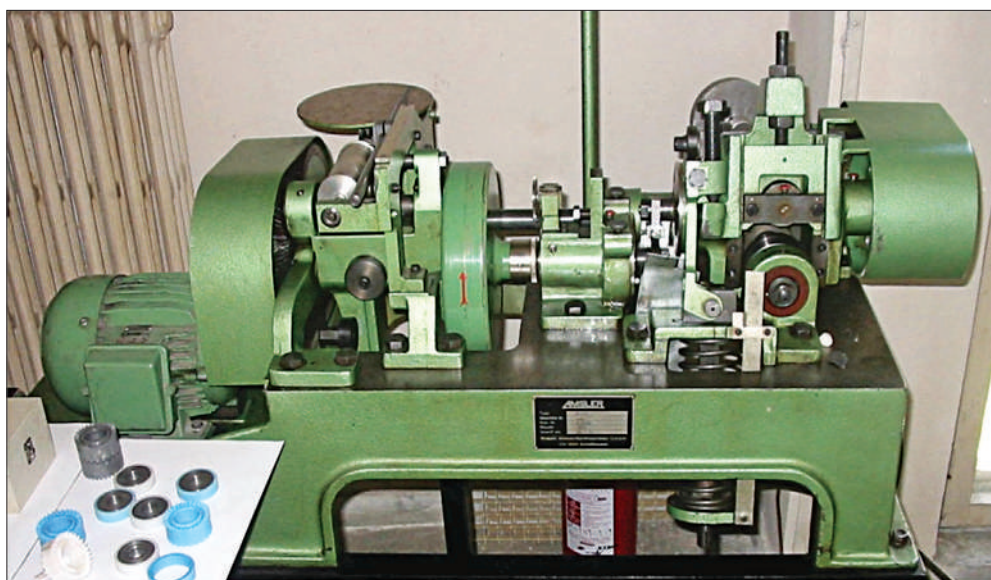
**Fig. 5.12.** Organigrama planificării experimentului.

În cercetările tribologice a fost urmărită evaluarea influenței vitezei de alunecare în angrenaj, a forțelor de încărcare și a regimului de ungere asupra coeficientului de frecare, formei și intensității uzurii.

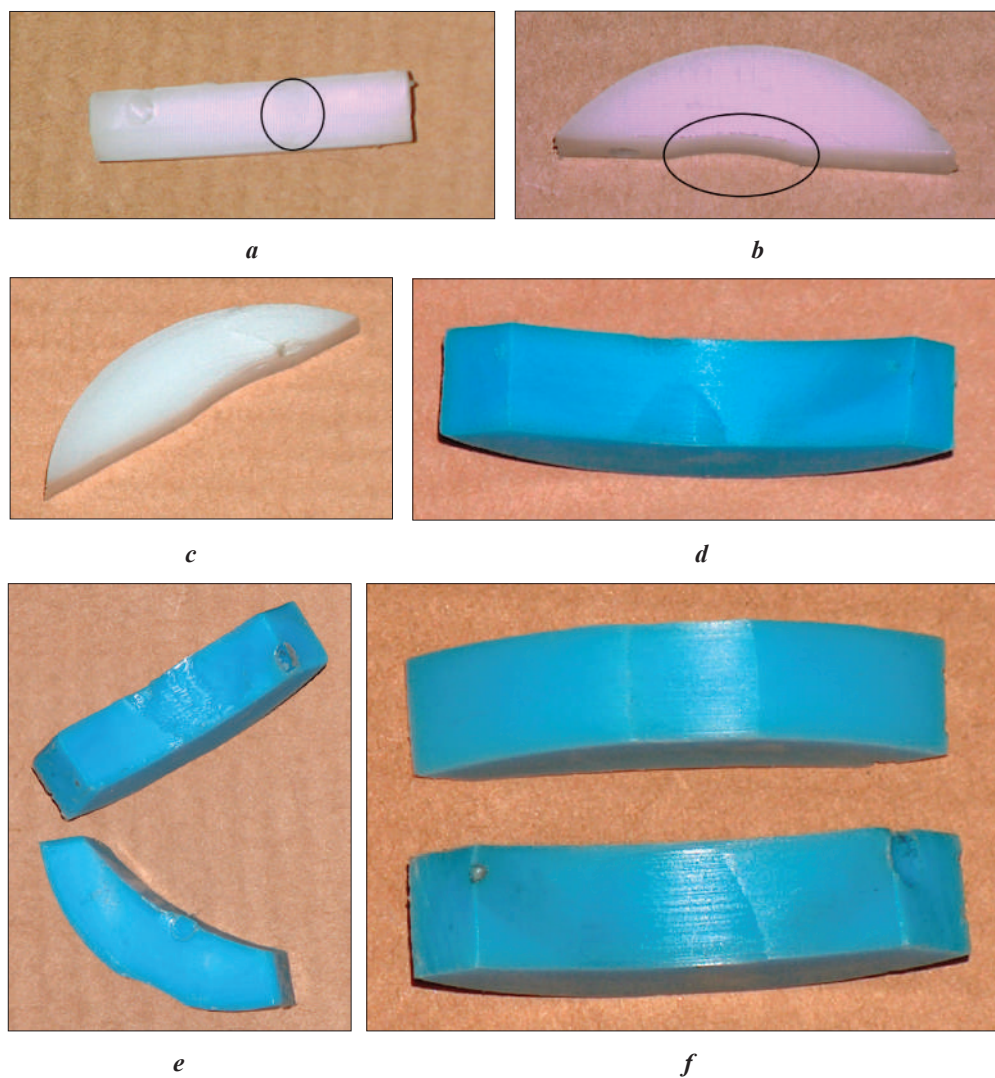
Încercările tribologice au fost efectuate la instalația de laborator de tip *Amsler A 135* (fig. 5.13), în laboratorul Catedrei *Organe de Mașini* a Universității Tehnice *Gheorghe Asachi*, Iași, România.

**Tabelul 5.1.** Proprietățile fizico-mecanice ale maselor plastice supuse încercărilor

Caracteristici	Unități de măsură	Material				
		Hostaform C 9021	Hostaform C 9021 M	Hostaform C 9021 TF		
Densitatea	$g/cm^3$	1,41	1,42	1,52		
Indicatorul de curgere	$cm^2/10min$	8	8,5	6		
Absorbția apei la 23°C	%	0,65	0,75	0,65		
Mecanice	Limita de curgere	MPa	64	65	48	
	Alungirea la întindere	%	9	9	7	
	Alungirea nominală la rupere	%	30	20	16	
	Modulul de elasticitate la întindere	MPa	2850	2800	2500	
	Modulul de alunecare la întindere	după o oră	MPa	2500	2400	2100
		după 1000 ore	MPa	1300	1200	1200
	Modulul de elasticitate la încovoiere	MPa	2700	2700	2400	
	Duritatea după Brinel	MPa	144	140	120	
	Reziliență (Șarpi)	$kJ$	180	120	60	
	Termofizice	Stabilitate la deformarea termică	°C	104	100	98
Stabilitate termică după Vik		°C	150	150	145	
Temperatura de topire		°C	166	166	166	
Coeficient de dilatare termică de la 23 la 55°C		°C <sup>-1</sup>	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	
Electrice	Rezistență la străpungere	$kW/mm$	35	35	33	
	Pătrunderea dielectrică relativă $\epsilon_r$	la 100Hz	-	4	4,2	3,7
		la 1 Mhz	-	4	4,2	3,7
	Factorul de pierderi dielectrice $\tan\delta$	la 100Hz	-	$20 \cdot 10^{-4}$	$25 \cdot 10^{-4}$	$20 \cdot 10^{-4}$
la 1 Mhz		-	$50 \cdot 10^{-4}$	$80 \cdot 10^{-4}$	$80 \cdot 10^{-4}$	



**Fig. 5.13.** Instalația de laborator Amsler A 135.



**Fig. 5.14.** Epruvete-sabot din masă plastică *Hostaform C9021* supuse testărilor experimentale: proba nr. 1 (a), proba nr. 2 (b), proba nr. 3 (c), proba nr. 4 (d), proba nr. 5 (e), proba nr. 6 (f).

În procesul de încercare au fost supuse măsurărilor momentul de frecare la arborele rolei pentru diferite viteze de alunecare și sarcini de încărcare. Totodată, în timpul experimentelor s-au făcut observații asupra comportamentului tribosistemului la modificarea condițiilor de încercare. În rezultatul încercărilor variantelor de probe prezentate în tab. 5.2 s-a constatat:

1. Pentru cuplul *convex-concav*, materialele *oțel – masă plastică*, pete extinse de uzură au apărut pe suprafața concavă la sarcini mari de încărcare în re-

- gim de frecare uscată. La sarcina normală  $Q = 420\text{ N}$  și viteza de alunecare  $v = 943\text{ mm/s}$  materialul plastic trece în faza de topire locală.
2. Pentru cuplul *convex-convex*, materialele *masă plastică – masă plastică*, la sarcină normală  $Q = 100\text{ N}$  și viteza de alunecare  $v = 391,5\text{ mm/s}$  în regim de frecare uscată, pe suprafața convexă s-a observat uzură cu intensitate ridicată.
  3. Pentru cuplul *convex-concav*, materialele *masă plastică – masă plastică*, uzura pe suprafața concavă s-a intensificat la sarcini de încărcare:  $1 - Q = 200\text{ N}$  pentru regim de frecare cu ungere lichidă;  $2 - Q = 160\text{ N}$  pentru regim de frecare cu ungere grafitată;  $3 - Q = 100\text{ N}$  în regim de frecare uscată.
  4. Pentru cuplul *convex-convex*, materialele *masă plastică – masă plastică*, uzura pe suprafața convexă s-a intensificat la sarcini de încărcare:  $1 - Q = 130\text{ N}$  pentru regim de frecare cu ungere lichidă;  $2 - Q = 110\text{ N}$  pentru regim de frecare cu ungere grafitată;  $3 - Q = 90\text{ N}$  în regim de frecare uscată.

**Tabelul 5.2** Descrierea probelor

Numărul probei	Forma geometrică a cuplei	Material	Caracterul ungerii	Regimurile de încărcare $Q, N$	Caracteristica uzurii
Proba 1	convex-plană	m. plast. – m. plast.	Cu ungere lichidă	70 - 290	--
Proba 2	convex-plană	m. plast. – m. plast.	Cu ungere grafitată	70 - 290	--
Proba 3	convex-plană	m. plast. – m. plast.	Fără ungere	70 - 290	Intensivă
Proba 4	convex-concavă	oțel – m. plast.	Cu ungere lichidă	120 - 420	--
Proba 4	convex-concavă	oțel – m. plast.	Cu ungere grafitată	120 - 420	--
Proba 4	convex-concavă	oțel – m. plast.	Fără ungere	120 - 420	--
Proba 4	convex-convexă	oțel – m. plast.	Cu ungere lichidă	70 - 130	--
Proba 4	convex-convexă	oțel – m. plast.	Cu ungere grafitată	70 - 130	--
Proba 4	convex-convexă	oțel – m. plast.	Fără ungere	70 - 130	--
Proba 5	convex-concavă	oțel – m. plast.	Fără ungere	420	Topire locală
Proba 5	convex-convexă	m. plast. – m. plast.	Fără ungere	100	Intensivă
Proba 6	convex-concavă	m. plast. – m. plast.	Cu ungere lichidă	200	--
Proba 6	convex-concavă	m. plast. – m. plast.	Cu ungere grafitată	160	--
Proba 6	convex-concavă	m. plast. – m. plast.	Fără ungere	100	--
Proba 6	convex-convexă	m. plast. – m. plast.	Cu ungere lichidă	130	--
Proba 6	convex-convexă	m. plast. – m. plast.	Cu ungere grafitată	110	--
Proba 6	convex-convexă	m. plast. – m. plast.	Fără ungere	90	--

Rezultatele măsurărilor au fost prelucrate în programul *MathCAD*

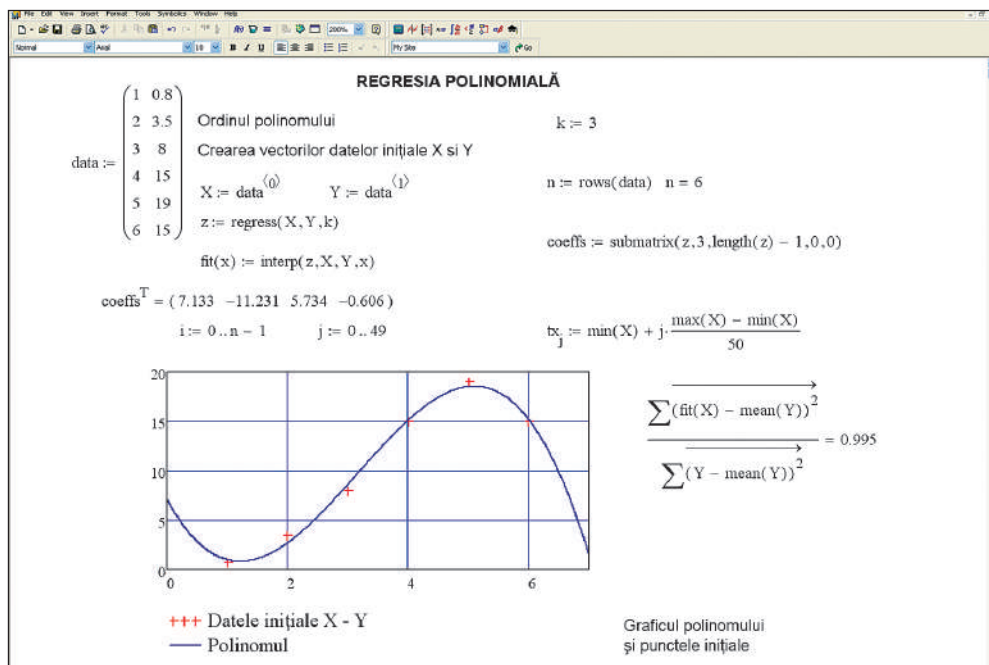


Fig. 5.15. Exemplu de aproximare a rezultatelor obținute experimental cu ajutorul regresiei polinomiale.

Pentru funcția tabelară considerată, a fost folosită regresia polinomială, prezentată de o funcție de aproximare în forma unui polinom de grad  $p$ , în general diferit de  $n$ :

$$F(x) = \sum_{j=1}^{p+1} a_j \cdot x^{j-1} = a_1 + a_2 \cdot x + a_3 \cdot x^2 + \dots + a_{p+1} \cdot x^p, \quad (5.1)$$

pentru care abaterea  $I$  are forma:

$$I = \frac{1}{n+1} \sum_{k=1}^{n+1} [f(x_k) - F(x_k)]^2 = \frac{1}{n+1} \sum_{k=1}^{n+1} [f_k - F(x_k)]^2, \quad (5.2)$$

respectiv:

$$I = \frac{1}{n+1} \sum_{k=1}^{n+1} \left[ f_k - \sum_{j=1}^{p+1} a_j \cdot x_k^{j-1} \right]^2. \quad (5.3)$$

Determinarea funcției  $F(x)$  presupune calculul celor  $p+1$  coeficienți  $a_1, a_2, \dots, a_{(p+1)}$  folosind cele  $n+1$  perechi  $(x_k, f_k)$  asociate punctelor în care este definită funcția  $f(x)$ , astfel încât să se asigure valoarea minimă a abaterii  $I$ . Prin anularea derivatelor parțiale ale lui  $I$  în raport cu cele  $p+1$  necunoscute  $a_i$ :

$$\frac{\partial I}{\partial a_i} = \frac{2}{n+1} \sum_{k=1}^{n+1} \left[ f_k - \sum_{j=1}^{p+1} a_j \cdot x_k^{j-1} \right] \cdot x_k^{j-1} = 0, \quad i = 1, \dots, p+1 \quad (5.4)$$

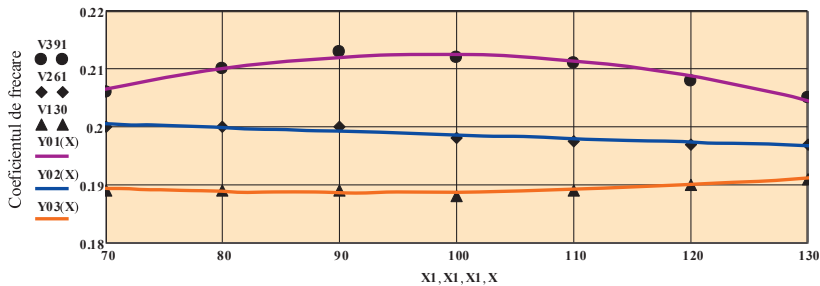
se obține un sistem de  $p+1$  ecuații liniare cu  $p+1$  necunoscute, de forma extinsă:

$$\begin{aligned} a_1 \cdot (n+1) + a_2 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k + a_3 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^2 + \dots + a_{p+1} \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^p &= \sum_{k=1}^{n+1} f_k; \\ a_1 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k + a_2 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^2 + a_3 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^3 + \dots + a_{p+1} \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^{p+1} &= \sum_{k=1}^{n+1} f_k \cdot x_k; \\ a_1 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^2 + a_2 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^3 + a_3 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^4 + \dots + a_{p+1} \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^{p+2} &= \sum_{k=1}^{n+1} f_k \cdot x_k^2; \\ a_1 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^p + a_2 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^{p+1} + a_3 \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^{p+2} + \dots + a_{p+1} \cdot \sum_{k=1}^{n+1} x_k^{2 \cdot p} &= \sum_{k=1}^{n+1} f_k \cdot x_k^p. \end{aligned} \quad (5.5)$$

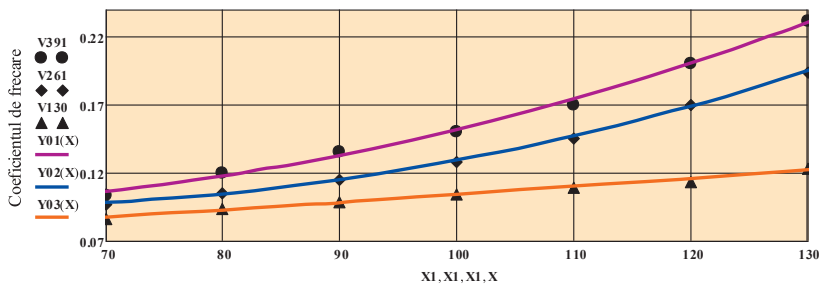
Deoarece funcțiile  $x^{(j-1)}$ ,  $j=1, \dots, p+1$  sunt liniar independente, determinantul acestui sistem va fi întotdeauna nenul, astfel încât soluția calculată va fi unică [5].

Rezultatele prelucrării datelor experimentale sunt prezentate în fig. 5.16 – 5.27.

### Coeficientul de frecare în cupla cu geometria *convex-convexă*

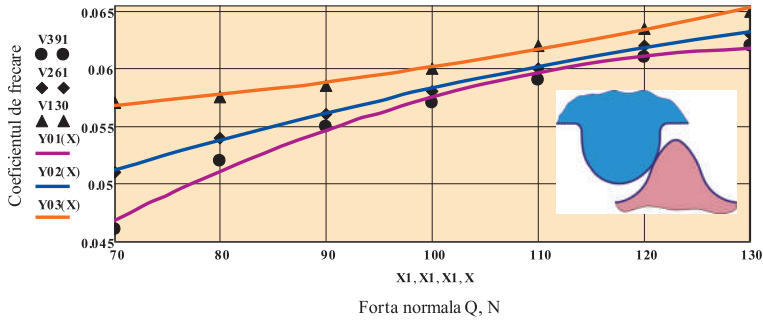


a) oțel – masă plastică

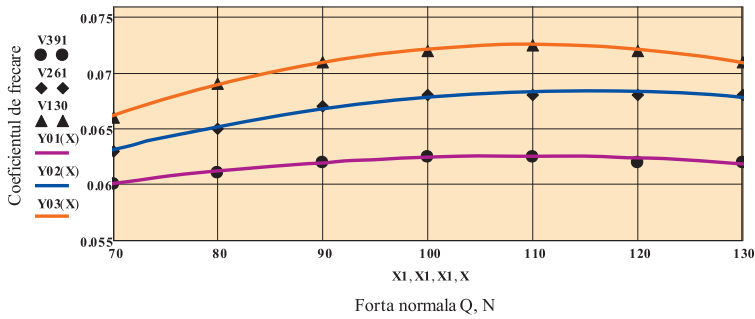


b) masă plastică – masă plastică

Fig. 5.16. Influența sarcinii în contact  $Q$  ( $N$ ) asupra coeficientului de frecare fără ungere (uscată).

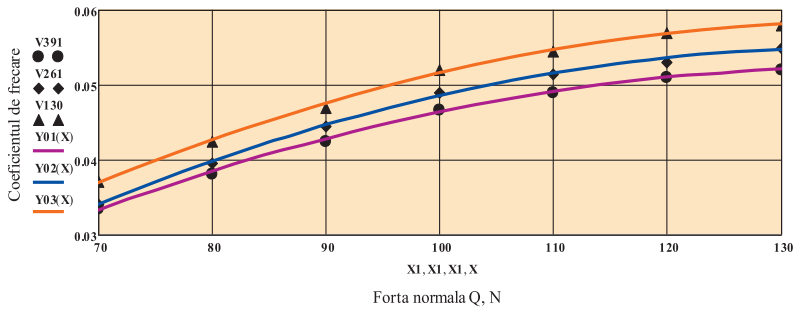


a) oțel – masă plastică

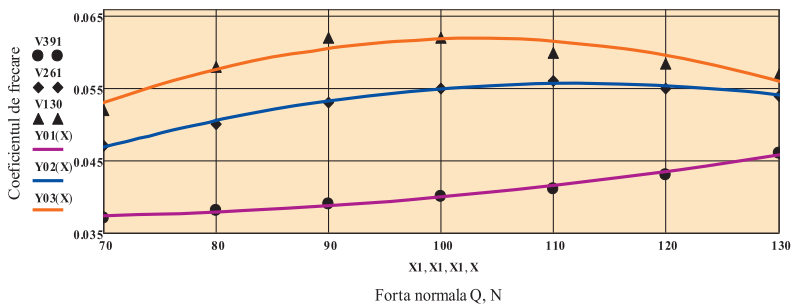


b) masă plastică – masă plastică

Fig. 5.17. Influența sarcinii în contact  $Q$  ( $N$ ) asupra coeficientului de frecare cu ungeră grafitată.



a) oțel – masă plastică

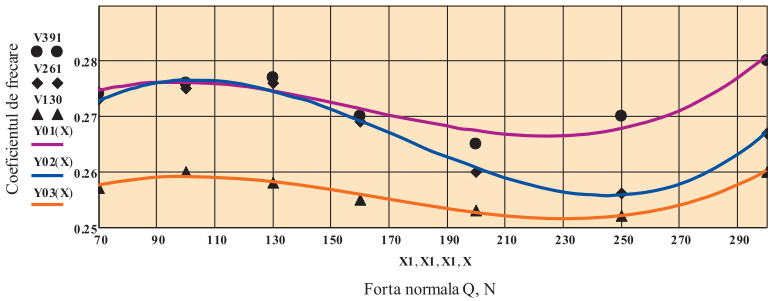


b) masă plastică – masă plastică

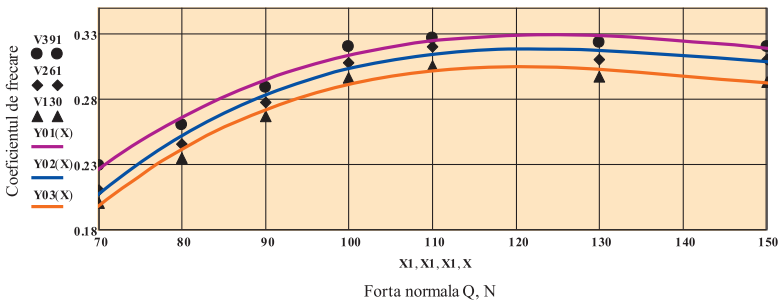
Fig. 5.18. Influența sarcinii în contact  $Q$  ( $N$ ) asupra coeficientului de frecare cu ungeră lichidă.



### Coeficientul de frecare în cupla cu geometria *convex-plană*

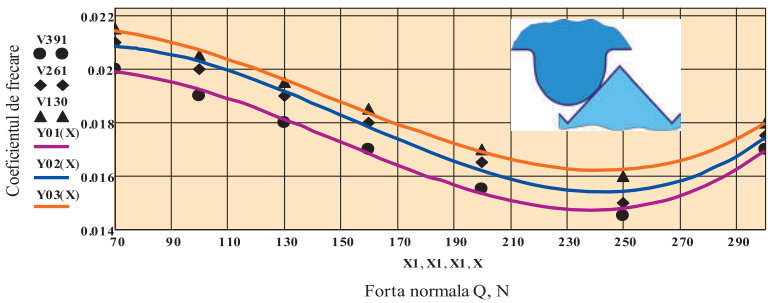


a) oțel – masă plastică

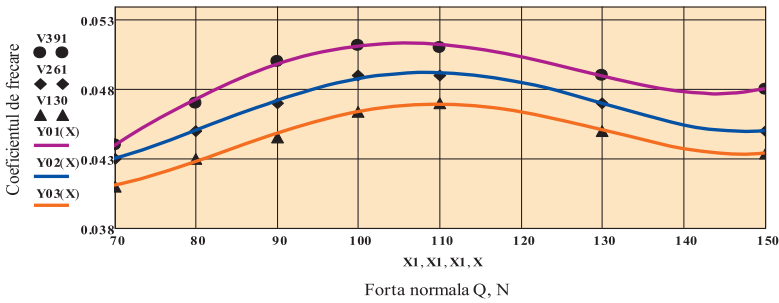


b) masă plastică – masă plastică

Fig. 5.19. Influența sarcinii în contact  $Q$  (N) asupra coeficientului de frecare fără ungere (uscată).



a) oțel – masă plastică



b) masă plastică – masă plastică

Fig. 5.20. Influența sarcinii în contact  $Q$  (N) asupra coeficientului de frecare cu ungere grafitată.

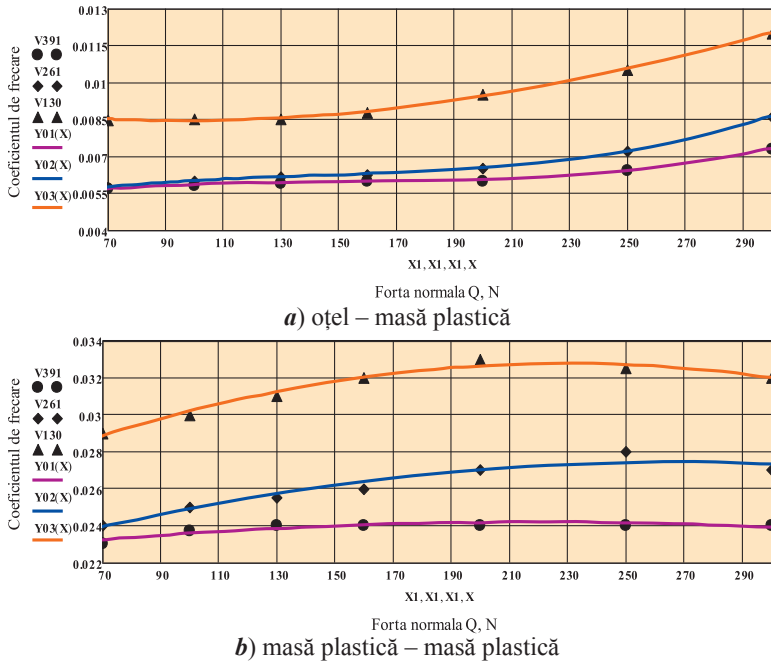


Fig. 5.21. Influența sarcinii în contact  $Q$  (N) asupra coeficientului de frecare cu ungere lichidă.

### Coeficientul de frecare în cupla cu geometria *convex-concavă*

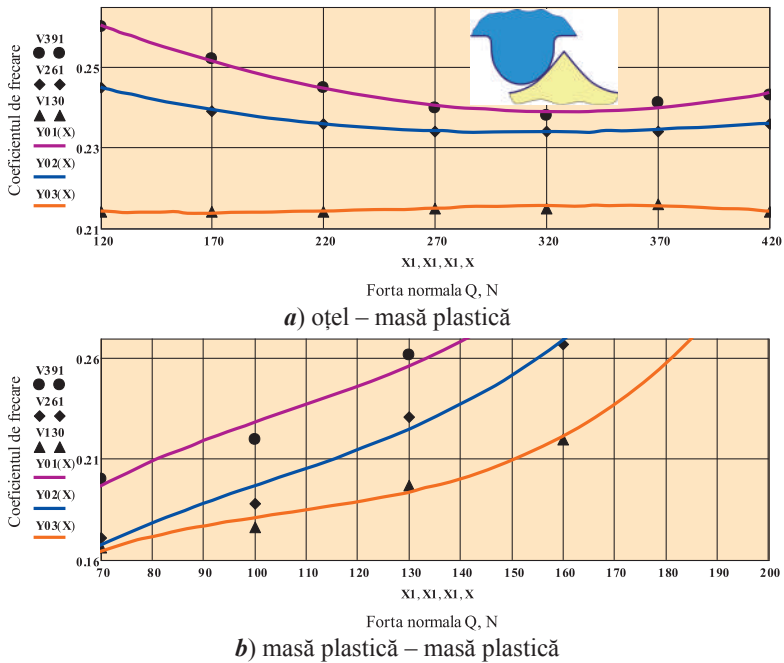


Fig. 5.22. Influența sarcinii în contact  $Q$  (N) asupra coeficientului de frecare fără ungere (uscată).

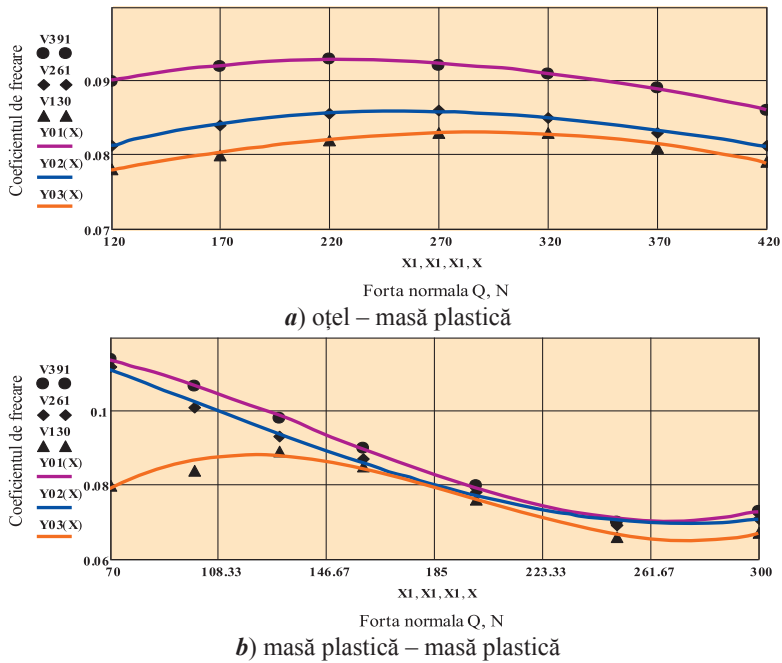


Fig. 5.23. Influența sarcinii în contact Q (N) asupra coeficientului de frecare cu ungere grafitată.

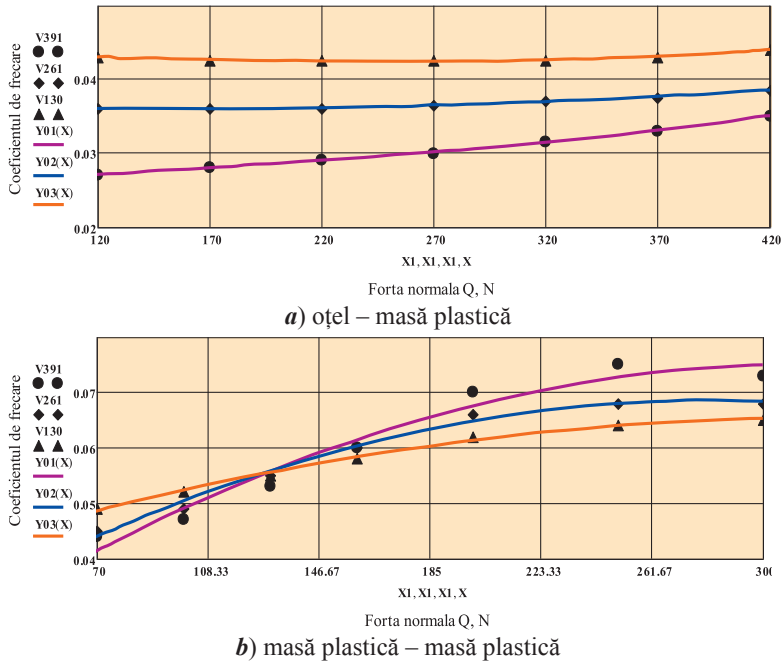


Fig. 5.24. Influența sarcinii în contact Q (N) asupra coeficientului de frecare cu ungere lichidă.

Din analiza datelor experimentale a fost stabilit faptul că în cazurile cuplului de materiale *oțel – masă plastică* în regim de frecare uscată, coeficientul de frecare crește la creșterea vitezei de alunecare și variază în limite de la 0,18 până la 0,22.

În regim cu ungere grafitată valorile coeficientului de frecare se reduc de circa 5 ori, în raport cu valorile coeficientului obținute în regim de ungere uscată. În cazul ungerii grafitate, creșterea vitezei de alunecare manifestă o influență neesențială asupra coeficientului de frecare.

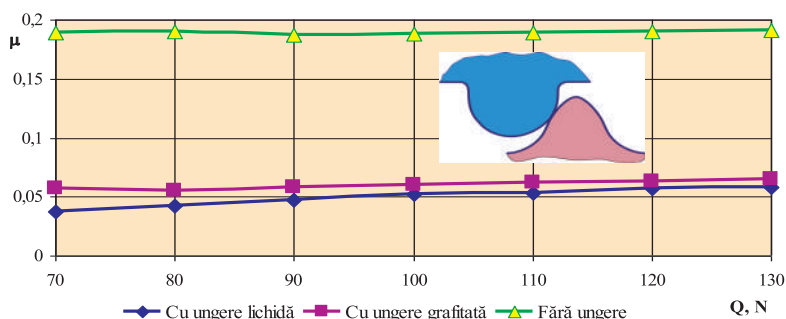
În regim cu ungere lichidă, la creșterea vitezei de alunecare coeficientul de frecare scade. Aceasta se explică prin mărirea grosimii filmului de lubrifianț dintre suprafețele în contact ale dinților.

În cazurile cuplului de materiale din masă plastică, în regim de frecare uscată viteza de alunecare are o influență semnificativă asupra coeficientului de frecare. În condițiile specificate de încercare, la ridicarea vitezei de alunecare coeficientul de frecare variază în limite de la 0,07 până la 0,22. La creșterea forței normale de încărcare a contactului, se produce creșterea în salt a coeficientului de frecare și se intensifică procesul de uzură. Procesele de frecare și de uzură sunt complinite de procesele termice la degajarea căldurii în zona contactului, care, în ansamblu conduc la trecerea materialului plastic în faza de topire locală și a distrugerii suprafețelor de contact.

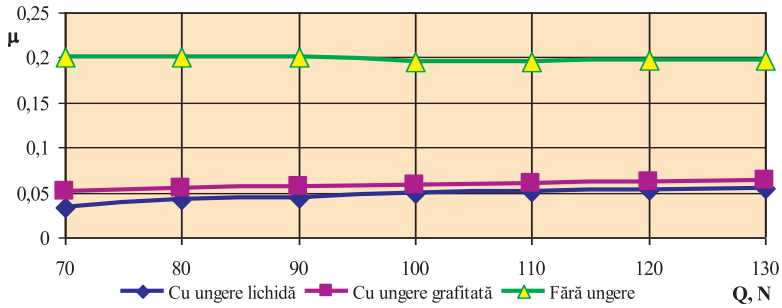
În regim cu ungere grafitată, în cuplul de materiale *masă plastică – masă plastică*, la creșterea vitezei de alunecare de trei ori, coeficientul de frecare scade cu circa 16%. În cazul regimului de ungere lichidă se observă același fenomen.

În fig. 5.25 – 5.27 sunt prezentate cercetările influenței regimului de ungere pentru diferite viteze de alunecare. În rezultatul analizei datelor experimentale, s-a constatat o influență nesemnificativă a vitezei de alunecare asupra coeficientului de frecare pentru toate regimurile de frecare – ungere. Influență semnificativă asupra coeficientului de frecare se atestă doar în cazurile schimbării regimului de frecare – ungere și a formei contactului.

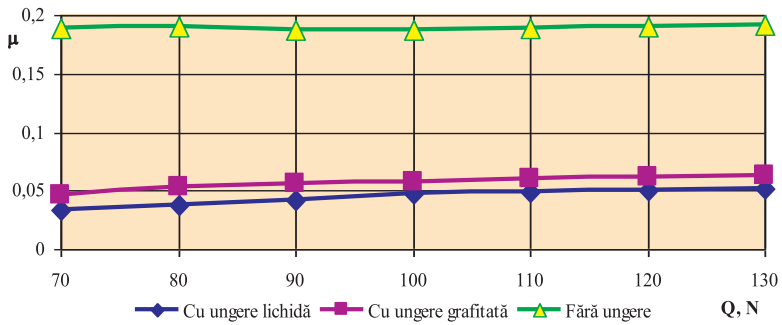
### Cupla *oțel – masă plastică* cu geometria contactului *convex-convexă*



a)  $v = 130 \text{ mm/s}$ .



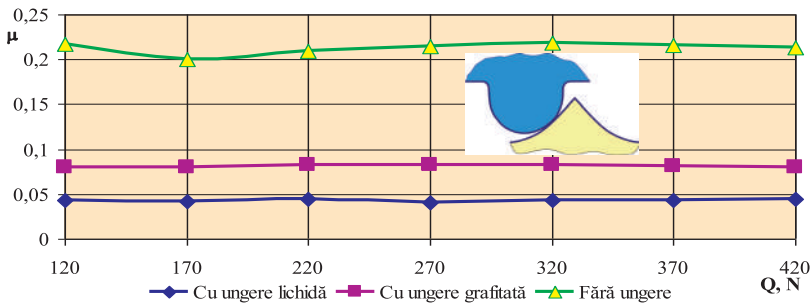
b)  $v = 261$  mm/s.



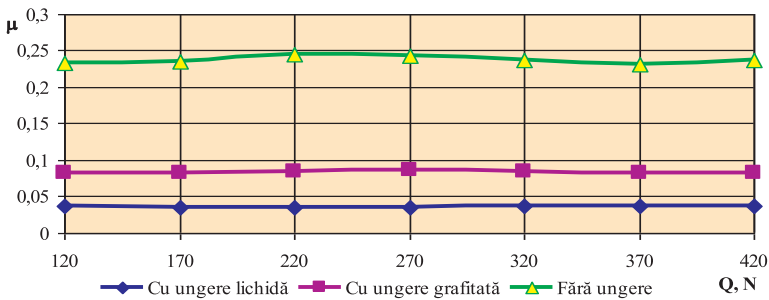
c)  $v = 391$  mm/s.

Fig. 5.25. Influența sarcinii în contact  $Q$  (N) asupra coeficientului de frecare cu diferite regimuri de ungere.

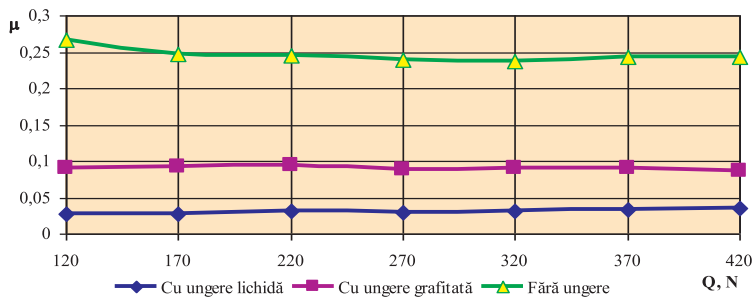
Cupla oțel – masă plastică cu geometria contactului convex-concavă



a)  $v = 130$  mm/s.



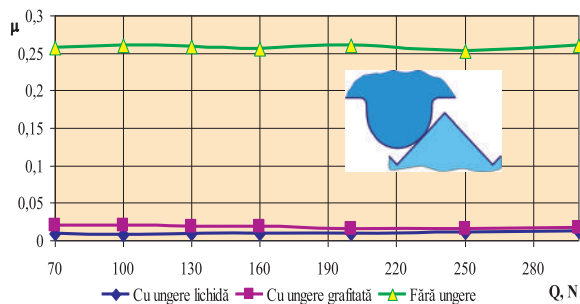
b)  $v = 261$  mm/s.



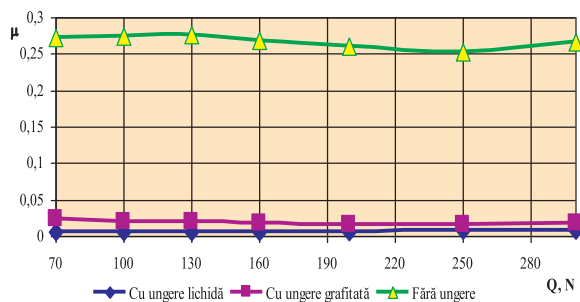
c)  $v = 391 \text{ mm/s}$ .

Fig. 5.26. Influența sarcinii în contact  $Q$  (N) asupra coeficientului de frecare cu diferite regimuri de ungere.

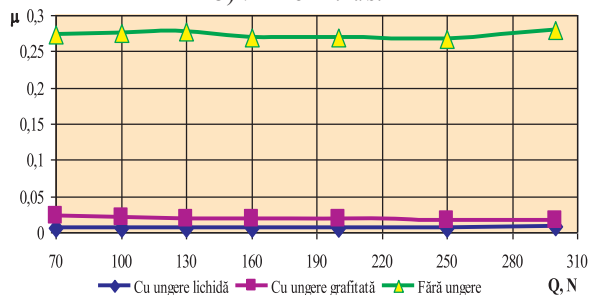
### Cupla oțel – masă plastică cu geometria contactului convex-plană



a)  $v = 130 \text{ mm/s}$ .



b)  $v = 261 \text{ mm/s}$ .



c)  $v = 391 \text{ mm/s}$ .

Fig. 5.27. Influența sarcinii în contact  $Q$  (N) asupra coeficientului de frecare cu diferite regimuri de ungere.

Calculul randamentului angrenajului precesional a fost efectuat în baza rezultatelor cercetărilor coeficientului de frecare, ținând cont de regimul de frecare – unge-re și de forma contactului angrenajului precesional, conform relației [6]:

$$\eta_{angr} = \frac{T_{ies}}{T_{ies} + T_{fr.ang}}; \quad (5.6)$$

$$T_{ies} = \frac{F_t \cdot d_{m4}}{2}; \quad (5.7)$$

$$T_{fr} = \frac{F_{fr} \cdot d_{m4}}{2} = \frac{F_n \cdot f \cdot d_{m4}}{2}, \quad (5.8)$$

unde:  $T_{fr.ang}$  – este momentul de frecare în angrenaj,  $Nm$ ;  
 $T_{ies}$  – momentul de torsiune de ieșire,  $Nm$ ;  
 $F_{fr}$  – forța de frecare în angrenaj:  $F_{fr} = F_n \cdot f$ ,  $N$ ;  
 $f$  – coeficientul de frecare  
 $F_t$  – forța tangențială în angrenaj:  $F_t = F_n / \cos \alpha_w$ ,  $N$ ;  
 $F_n$  – forța normală în angrenaj,  $N$ ;  
 $d_{m4}$  – diametrul mediu al coroanei roții dințate,  $mm$ ;  
 $\alpha_w$  – unghiul de angrenare (20-70)°.

### 5.2.2. Randamentul mecanic și emisia de zgomot în transmisiile planetare precesionale cinematice

#### Elaborarea prototipului reductorului precesional cinematic

Pentru efectuarea cercetărilor experimentale, în programul *SolidWorks* a fost proiectat și fabricat prototipul reductorului precesional cinematic prezentat în fig. 5. 28, completat cu un set de roți-satelit, executate din diferite mase plastice și cu diferiți parametri geometrice, indicați în tabelul 5.3.

Reductoarele fabricate prezentate în fig. 5.30 au fost proiectate astfel încât să permită asamblarea în aceeași carcasă a diferitelor roți centrale și sateliți după cora-portul numerelor de dinți și al unghiului axoidei conice  $\delta=10^\circ \dots 22^\circ 30'$ .

Reductorul precesional experimental include carcasa reductorului 1, capacul 2 pe care este montată roata dințată centrală imobilă 4, satelitul 5 instalat pe arborele-manivelă 3, roata centrală mobilă fixată pe arborele condus 6 montat în buca 7.

Datorită construcției butucilor roților-satelit reductorul precesional cinematic poate fi testat experimental cu rulmenți și cu lagăre de alunecare.

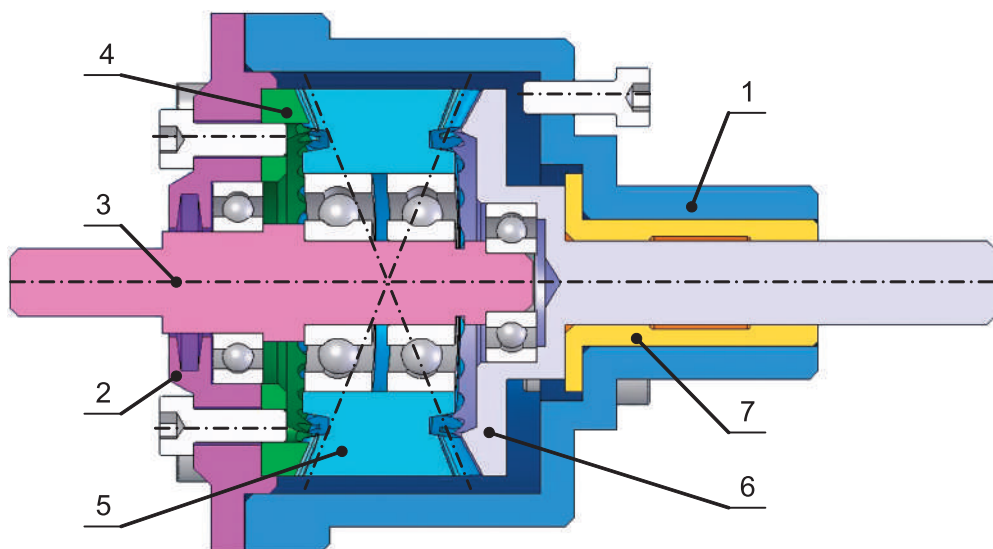
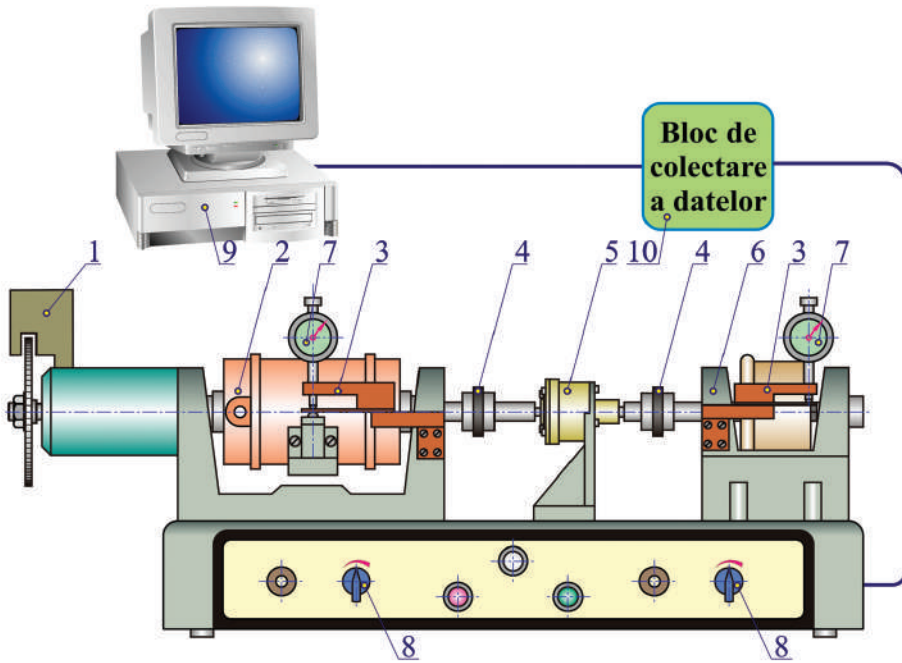


Fig. 5.28. Construcția modelului experimental al reductorului precesional cinematic.

Tabelul 5.3. Parametrii geometrici ai roților-satelit dințate

Material	Număr de dinți		Unghiul axoidei conice		Raport de transmitere $i$
	$Z_1$	$Z_2$	$\delta_1$	$\delta_2$	
<i>Hostaform C9021</i>	30	20	22,5	0	-57,0
	31	20	22,5	0	-53,5
	30	22	22,5	22,5	-78,8
	31	22	22,5	22,5	-72,3
	30	25	22,5	22,5	-144
	31	25	22,5	22,5	-124
<i>Hostaform C9021M</i>	30	20	22,5	0	-57,0
	31	20	22,5	0	-53,5
	30	22	22,5	22,5	-78,8
	31	22	22,5	22,5	-72,3
	30	25	22,5	22,5	-144
	31	25	22,5	22,5	-124
<i>Hostaform C9021TF</i>	30	20	22,5	0	-57,0
	31	20	22,5	0	-53,5
	30	22	22,5	22,5	-78,8
	31	22	22,5	22,5	-72,3
	30	25	22,5	22,5	-144
	31	25	22,5	22,5	-124





a



b

Fig. 5.29. Standul de încercări experimentale ale transmisiilor planetare precesionale cinematice: schemă structurală (a), vedere de ansamblu (b).

## Elaborarea standului de încercări

Pentru cercetarea parametrilor funcționali de bază ai reductorului precesional cinematic, a fost elaborat standul de încercări, prezentat în fig. 5.29 *a, b*.

Standul de încercări (fig. 5.29 *a*) include reductorul supus testărilor 5, cuplat cu motorul electric 2 și frâna electromagnetice 6 prin intermediul cuplajelor elastice 4. La alt capăt al arborelui motorului electric este montat traductorul de turație 1, iar pe reazemele motorului și ale frânei electromagnetice sunt montați traductorii 3 de măsurare a momentelor de rotație la intrare și la ieșire. Comanda standului de încercări și colectarea informației au fost efectuate prin intermediul blocului 10 de colectare a datelor, conectat la calculatorul 9.

Standul asigură efectuarea testărilor pentru determinarea randamentului mecanic și a nivelului de vibrații și zgomot, la diferite regimuri de încărcare (variația turațiilor la arborele de intrare în limite  $n=500-2000\text{min}^{-1}$  și a momentului de torsiune la arborele de ieșire în limite  $T=0,2-50\text{ Nm}$ ).

## Metodica de testare a reductoarelor precesionale cinematice

Testarea reductoarelor a fost efectuată în baza unei metode computerizate de măsurări și prelucrare a datelor experimentale în mediul de programare *LabView*.

La elaborarea metodicii de testare au fost stabiliți:

- parametrii necesari pentru măsurare și valorile limită ale acestora;
- relațiile de calcul pentru prelucrarea datelor experimentale;
- condițiile de testare.

*Parametrii supuși măsurării și monitorizării:*

$T_C$  – momentul de torsiune la arborele de la intrare, *Nm*;

$T_U$  – momentul de torsiune la arborele de la ieșire, *Nm*;

$n_C$  – turația arborelui de la intrare,  $\text{min}^{-1}$ ;

$t_u$  – temperatura în baia de ulei,  $t^\circ\text{C}$ ;

$t_m$  – temperatura mediului de lucru,  $t^\circ\text{C}$ ;

$p$  – presiunea zgomotului emis de transmisie, *dB*.

*Parametrii calculați:*

- turația arborelui condus,  $\text{min}^{-1}$ :

$$n_U = n_C / i; \quad (5.9)$$

- puterea consumată la arborele de intrare în reductor,  $\text{Nm sec}^{-1}$ :

$$P_C = T_C \cdot \frac{\pi \cdot n_C}{30}; \quad (5.10)$$

- puterea utilă la arborele de ieșire din reductor,  $Nm \text{ sec}^{-1}$ :

$$P_U = T_U \cdot \frac{\pi \cdot n_U}{30}; \quad (5.11)$$

- puterea pierdută,  $Nm \text{ sec}^{-1}$ :

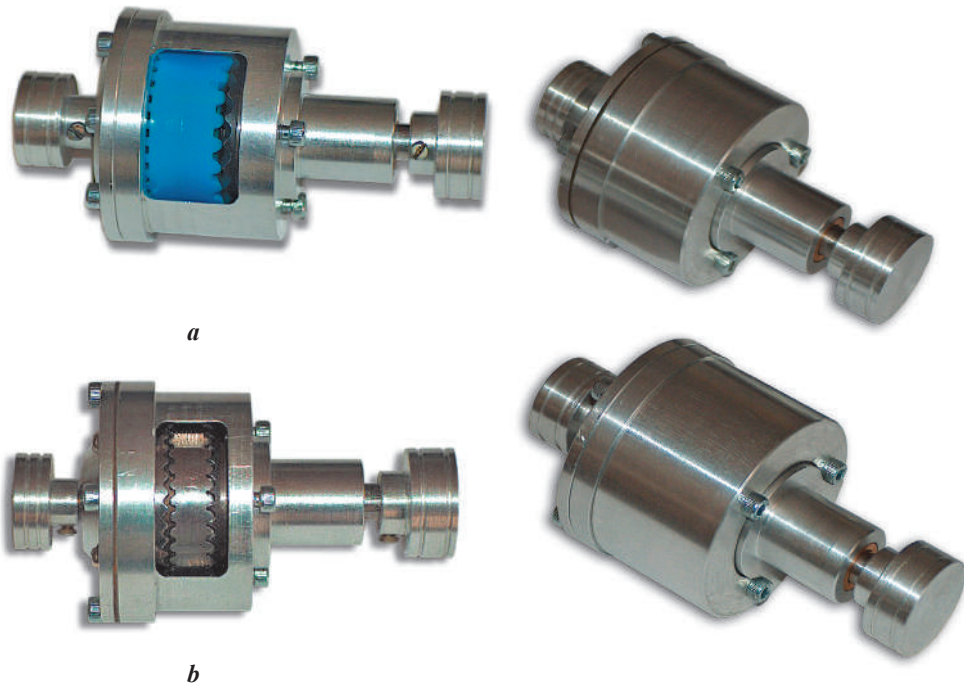
$$P_p = P_C - P_U; \quad (5.12)$$

- randamentul transmisiei:

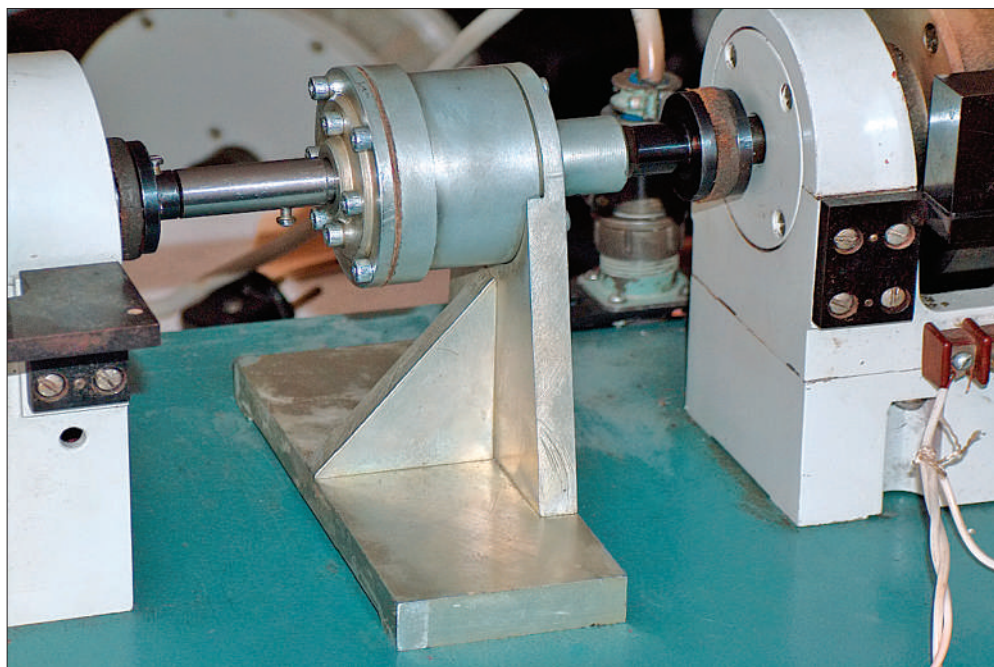
$$\eta = \frac{P_U}{P_C}; \quad (5.13)$$

- nivelul zgomotului emis,  $dB$ :

$$L = 20 \lg \frac{\bar{P}}{P_0}; \quad (5.14)$$



**Fig. 5.30.** Imaginile a patru prototipuri de reductoare precesionale cinematice 2K-H supuse testărilor experimentale: a) cu sateliți din masă plastică; b) cu sateliți din oțel.



**Fig. 5.31.** Ansamblul experimental al reductorului precesional cinematic 2K-H.

- presiunea medie a zgomotului pe timpul  $T$  de integrare:

$$\bar{p} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt. \quad (5.15)$$

### Sistemul de testare a transmisiei precesionale cinematice

Sistemul de testare este alcătuit din două subsisteme: 1 – subsistemul hardware; 2 – subsistemul software.

Canalele de monitorizare și înregistrare a parametrilor mășurați au fost dotate cu un sistem computerizat, constituit dintr-un complex de module specializate de captare și condiționare a semnalelor recepționate de traductori și o placă *NI DAQ 6024-E* de colectare și prelucrare a datelor experimentale, produse de firma *National instruments*, SUA.

*Subsistemul hardware* constă din elementele fizice ale sistemului de testare prezentat în fig. 5.32.

Elementele componente de bază ale subsistemului hardware sunt transmisia mecanică și instalația de testare, echipate cu senzori și traductori de recepționare a parametrilor mășurați.

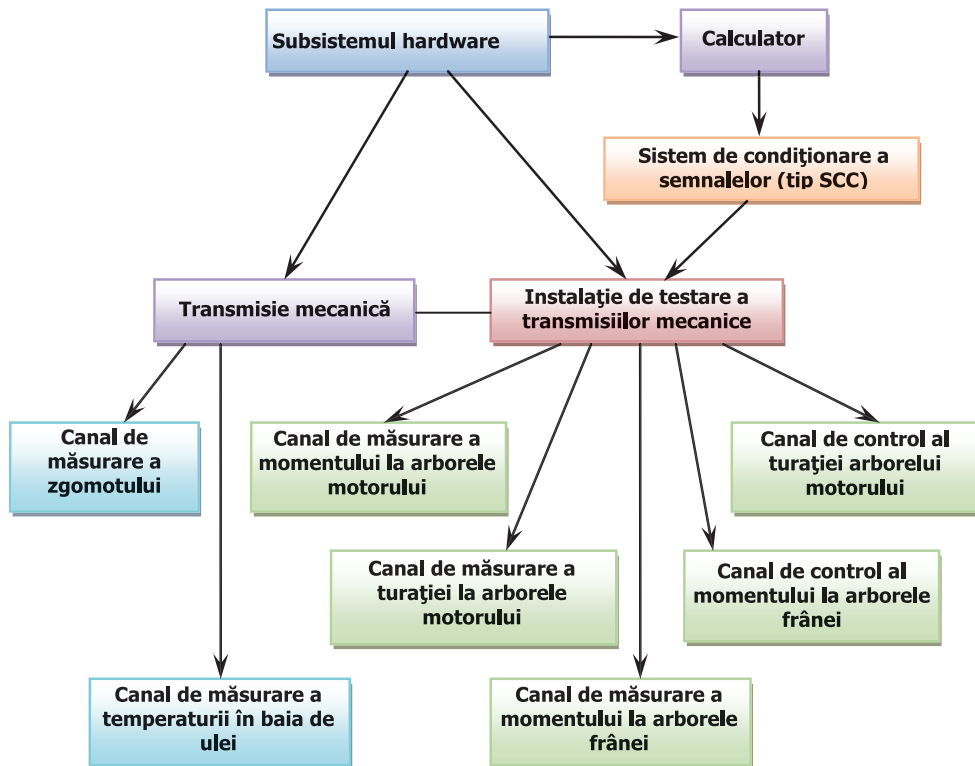


Fig. 5.32. Modelul subsistemului hardware.

*Subsistemul software.* În fig. 5.33. este prezentat organigrama funcțională a subsistemului software la nivel macro. Pentru efectuarea experimentului, au fost elaborate și fabricate reductoarele precesionale cu caracteristicile constructiv-funcționale: nr. 1  $i = -72,3$ ,  $Z_1=30$ ,  $Z_2=31$ ,  $Z_3=22$ ,  $Z_4=21$ , nr. 2  $i = -144$ ,  $Z_1=29$ ,  $Z_2=30$ ,  $Z_3=25$ ,  $Z_4=24$ , roțile centrale – oțel 40X; satelitul – masă plastică Hostaform C9021. Standul de încercări a fost asamblat cu aparatulajul electronic necesar. Pentru o veridicitate înaltă a datelor experimentale, a fost efectuată calibrarea periodică a canalelor de măsurare. Toate datele ce țin de caracteristicile transmisiei și ale instalațiilor au fost salvate într-o bază de date.

Mersul experimentului a presupus setarea numărului de trepte de turație ( $n$ ) și de moment ( $m$ ). În acest caz, transmisia trecea printr-o mulțime de regimuri. Numărul acestor regimuri a fost determinat de matricea  $n*m$ . Practic, în cazul unui nivel de turație  $n_i$  au fost parcurse pe rând toate nivelele de moment  $T_1...T_m$ . Astfel, a fost obținută câte o matrice pentru fiecare parametru calculat sau măsurat, în care fiecare rând  $i$  reprezintă comportamentul transmisiei pentru turația  $n_i$ , iar fiecare coloană  $j$  reprezintă comportamentul transmisiei pentru nivelul de moment  $T_j$ .

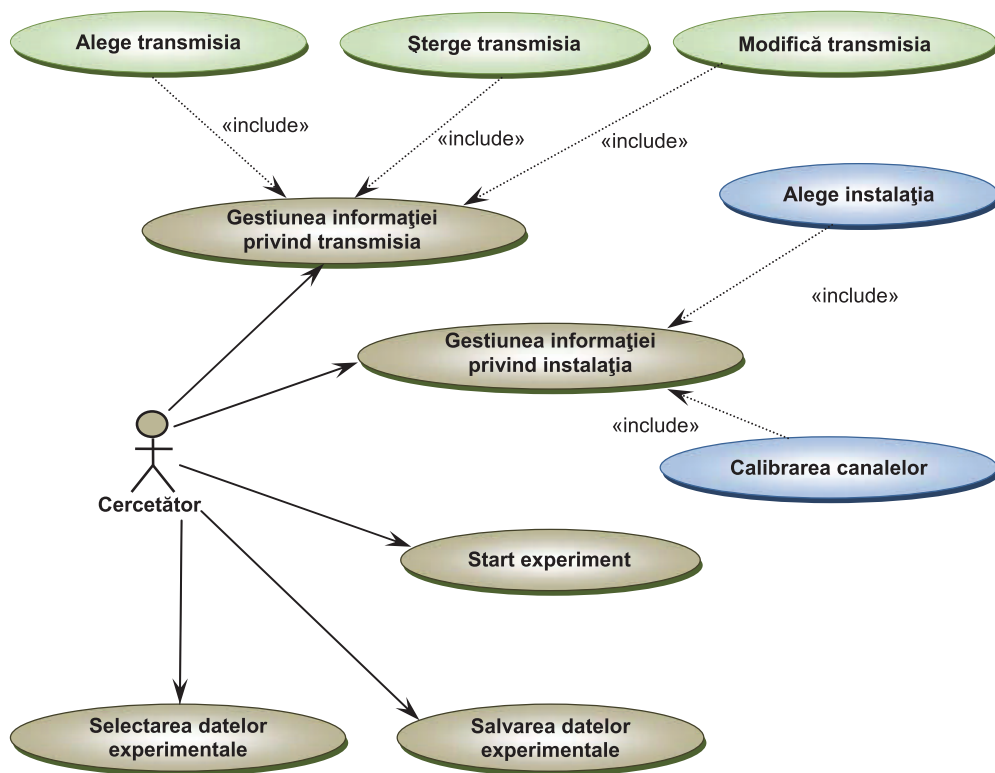


Fig. 5.33. Funcțiile subsistemului software.

Turația motorului electric a variat în limitele:  $n = 1000-2000 \text{ min}^{-1}$ . La baza divizării în trepte a momentului de încărcare a fost acceptat momentul de torsiune admisibil pentru reductorul dat. Treptele de încărcare au constituit  $0,2T_n$ ,  $0,4T_n$ ,  $0,6T_n$ ,  $0,8T_n$ ,  $T_n$ , și  $1,2T_n$ .

### Cercetarea experimentală a randamentului

În baza rezultatelor experimentale obținute pentru diferite variante ale prototipului reductorului precesional cinematic  $2K-H$  (fig. 5.34) a fost stabilit faptul că la creșterea raportului de transmitere de aproximativ 2 ori randamentul scade cu circa 25%. Majorarea în salt a randamentului mecanic pentru turația de  $2000 \text{ min}^{-1}$  a arborelui de intrare la solicitări cu sarcină de  $0,6 \text{ Nm}$  se explică prin realizarea în zonele de contact ale suprafețelor dinților, a regimului fluid de ungere. La variația turațiilor arborelui de intrare de la  $1000 \text{ min}^{-1}$  până la  $2000 \text{ min}^{-1}$  în condiții de încărcare cu sarcini nominale, randamentul reductorului crește cu aproximativ 20%. Aceste rezultate se află în deplină concordanță cu rezultatele cercetărilor coeficientului de frecare în cuplele cinematice executate din aceleași cuplu de materiale (v. fig. 5.16-5.24).

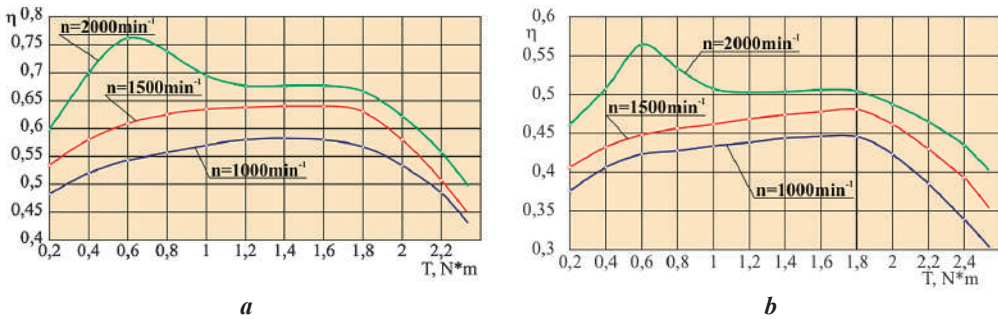


Fig. 5.34. Randamentul mecanic al transmisiei planetare precesionale cinematice: a)  $i = -72,3$ , b)  $i = -144$ .

### Cercetarea nivelului de vibrație și de zgomot

Pentru măsurarea nivelului de vibrații și de zgomot a fost utilizat sonometrul *BRUEL KJAER Type 2250 LYGHT*, prezentat în fig. 5.35, dotat cu softul *EVALUATOR 7820*. Analiza nivelului de zgomot a arătat că la diferite rapoarte de transmitere nivelul de zgomot rămâne practic în limitele de 35-40 dB. Nivelul de zgomot relativ redus se explică prin angrenarea multipară a dinților și utilizarea roților dințate din masă plastică, care au o capacitate pronunțată de atenuare a zgomotului.



Fig. 5.35. Sonometrul *BRUEL KJAER Type 2250 LYGHT*.

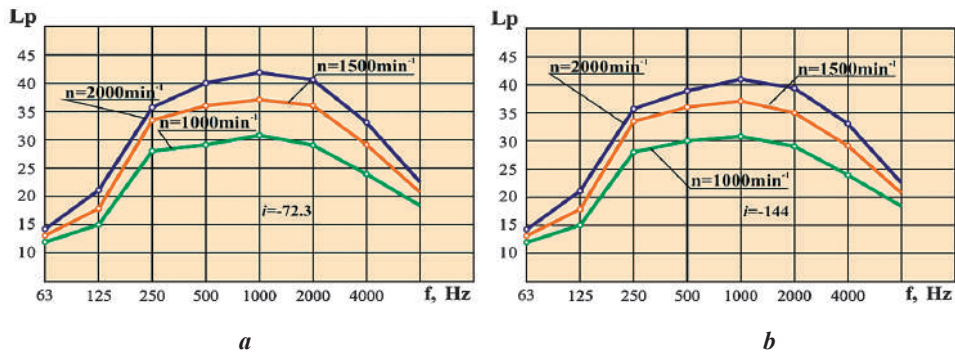


Fig. 5.36. Analiza nivelului de zgomot în transmisia planetară precesională cinematică a)  $i = -72,3$ , b)  $i = -144$ .

Rezultatele cercetării nivelului de zgomot în reductoarele precesionale cu rapoarte de transmisie  $i = -72,3$  și  $i = -144$ , pentru diferite turații ale arborelui de intrare, sunt prezentate în fig. 5.36.

### 5.2.3. Estimarea analitică a pierderilor de putere în lagărele de alunecare ale transmisiilor planetare precesionale

Cercetarea experimentală a pierderilor parțiale de putere separat pentru fiecare tribosistem component al reductorului în ansamblu este destul de anevoioasă, atât din punct de vedere al echipamentului, cât și din punct de vedere al preciziei înregistrărilor. De aceea, experimental au fost studiate pierderile însumate în transmisie, iar cota pierderilor în lagărele cu alunecare se determină prin metode analitice. În ansamblul reductorului lagărele reprezintă tribosisteme cu alunecare la mișcare de rotație.

Pentru determinarea cotelor pierderilor mecanice în aceste tribosisteme, a fost elaborat modelul structural al reductorului precesional cinematic, prezentat în fig. 5.37. La calculul pierderilor de putere au fost considerate [7]:

- $\omega_{int}$  – viteza unghiulară a arborelui conducător,  $sec^{-1}$ ;
- $\omega_{ies}$  – viteza unghiulară a arborelui condus,  $sec^{-1}$ ;
- $\omega_{satel}$  – viteza unghiulară a satelitului,  $sec^{-1}$ ;
- $z_1; z_2$  – numărul dinților roților angrenajului.

$$\omega_{satel} = -\omega_{int}/z_2 = -\omega_{ies} \cdot i/z_2 \quad (5.16)$$

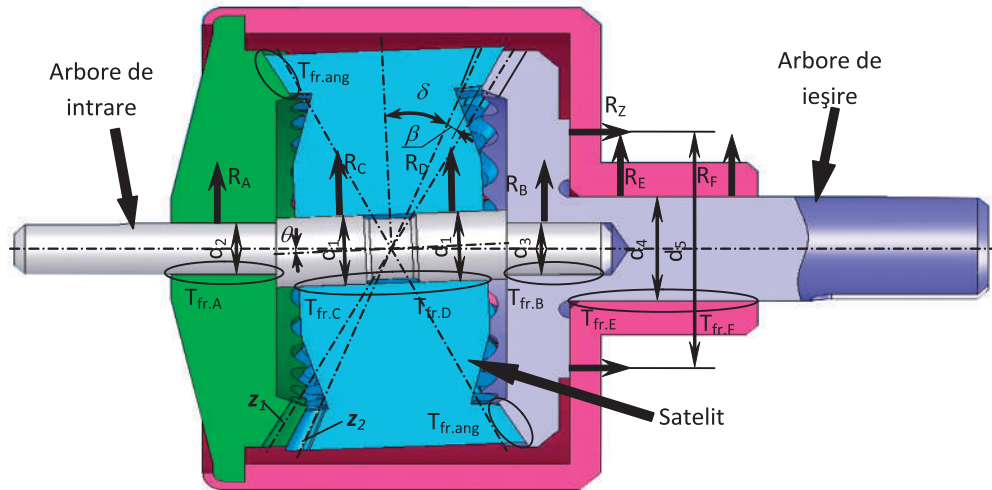


Fig. 5.37. Modelul structural al acțiunii parametrilor de forță în reductorul precesional cinematic.



Viteza unghiulară relativă în lagărul de alunecare al satelitelui este:

$$\omega_{rel} = \omega_{int} \pm \omega_{satel} = \omega_{int} \pm \omega_{int}/z_2 = \omega_{int}(1 \pm 1/z_2). \quad (5.17)$$

unde  $i$  este raportul de transmitere a reductorului.

### Calculul momentului de frecare în reazemele tronsonului-manivelă al arborelui conducător

Pentru calculul momentului de frecare în lagărele reazemelor tronsonului-manivelă al arborelui conducător a fost stabilit diametrul  $d_1$  al fusului arborelui (alezaj de ajustare a lagărului de alunecare). Atunci viteza de alunecare în cuplu *manivelă* – *butucul roții satelit* va fi:

$$V_{rel} = V_{int} \pm V_{sat} = \frac{\pi d_1 n_1}{60} \pm \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot Z_2}, m/s, \quad (5.18)$$

unde  $n_1$  este turația la arborele conducător.

Momentul de frecare în lagărele reazemelor  $C$  și  $D$  se determină din relația:

$$T_{frC} = R_C \cdot \mu \cdot \frac{d_1}{2}, N \cdot mm; \quad (5.19)$$

$$T_{frD} = R_D \cdot \mu \cdot \frac{d_1}{2}, N \cdot mm, \quad (5.20)$$

unde  $\mu$  este coeficientul de frecare de alunecare;

$R_C$  – reacțiunea în reazemul  $C$ ;

$R_D$  – reacțiunea în reazemul  $D$ .

Momentul sumar de frecare în lagărele cu alunecare ale roții-satelit se determină prin relația

$$T_{fr.sat\Sigma} = T_{frC} + T_{frD}, N \cdot mm. \quad (5.21)$$

### Calculul momentului de frecare în reazemele arborelui conducător

Pentru lagărul reazemului  $A$  cu diametrul  $d_2$  (mm) de ajustare a fusului arborelui, viteza de alunecare va fi:

$$V_{int} = \frac{\pi d_2 n_1}{60}, m/s, \quad (5.22)$$

iar momentul de frecare în lagărul reazemului va fi:

$$T_{frA} = R_A \cdot \mu \cdot \frac{d_2}{2}, N \cdot mm, \quad (5.23)$$

unde  $R_A$  este reacțiunea în reazemul  $A$ .

Pentru diametrul  $d_3$ , (mm) a fusului arborelui în reazemul  $B$  viteza de alunecare va fi:

$$V_{int} = \frac{\pi d_3 n_1}{60}, m/s, \quad (5.24)$$

iar momentul de frecare în lagăr va fi:

$$T_{frB} = R_B \cdot \mu \cdot \frac{d_3}{2}, N \cdot mm, \quad (5.25)$$

unde  $R_B$  este reacțiunea în reazemul  $B$ .

Momentul sumar de frecare în lagărele arborelui de intrare este:

$$T_{fr.int\Sigma} = T_{frA} + T_{frB}, N \cdot mm. \quad (5.26)$$

### Calculul momentului de frecare în lagărele arborelui condus

Pentru determinarea momentului de frecare în lagărele arborelui condus au fost stabiliți următorii parametri geometrici și cinematici:

- diametrul fusului arborelui condus  $d_p$ , mm.
- diametrul mediu al suprafeței de reazem a lagărului axial  $d_3$ , mm.

Viteza de alunecare în lagărul reazemului  $E$  cu diametrul  $d_4$  va fi:

$$V_{ies} = \frac{\pi d_4 n_2}{60}, m/s, \quad (5.27)$$

unde  $n_2$  este turația la arborele condus,  $min^{-1}$ .

Momentul de frecare în lagărul reazemului  $E$  este:

$$T_{frE} = R_E \cdot \mu \cdot \frac{d_4}{2}, N \cdot mm, \quad (5.28)$$

unde  $R_E$  este reacțiunea în reazemul  $E$ .

Momentul de frecare în lagărul reazemului  $F$  este:

$$T_{frF} = R_F \cdot \mu \cdot \frac{d_4}{2}, N \cdot mm. \quad (5.29)$$

unde  $R_F$  este reacțiunea în reazemul  $F$ .

Momentul de frecare în lagărul axial va fi:

$$T_{frZ} = R_Z \cdot \mu \cdot \frac{d_5}{2}, N \cdot mm, \quad (5.30)$$

unde  $R_Z$  este reacțiunea în reazemul  $Z$ .

Momentul sumar de frecare în lagărele arborelui condus:

$$T_{fr.ies\Sigma} = T_{frE} + T_{frF} + T_{frZ}, N \cdot mm. \quad (5.31)$$

### Calculul parametrilor energetici în lagărele transmisiei

Momentul de frecare sumar în lagărele transmisiei este egal cu suma componentelor:

$$T_{fr.\Sigma} = T_{fr.int\Sigma} + T_{fr.cot\Sigma} + T_{fr.ies\Sigma}, N \cdot mm. \quad (5.32)$$

Atunci randamentul lagăreelor cu alunecare se determină prin relația:

$$\eta_{l,a} = \frac{T_{ies}}{T_{ies} + T_{fr.\Sigma}}. \quad (5.33)$$

### Calculul pierderilor de putere în lagăre

În lagărul cu alunecare al arborelui manivelă:

$$P_{fr.sat} = T_{fr.sat} \cdot V_{rel} = T_{fr.sat} \cdot V_{ies} \cdot i, \quad (5.34)$$

unde  $i$  este raportul de transmitere.

În lagărele cu alunecare ale arborelui conducător:

$$P_{fr.int} = T_{fr.int} \cdot V_{int} = T_{fr.int} \cdot V_{ies} \cdot i. \quad (5.35)$$

În lagărul cu alunecare al arborelui condus:

$$P_{fr.ies} = T_{fr.ies} \cdot V_{ies}. \quad (5.36)$$

Pierderile sumare la frecare cu alunecare:

$$P_{fr.\Sigma} = P_{fr.sat} + P_{fr.int} + P_{fr.ies}. \quad (5.37)$$

Puterea la ieșire:

$$P_{ieș} = \frac{P_{ieș.o}}{E_o \cdot E_{angr.}}. \quad (5.38)$$

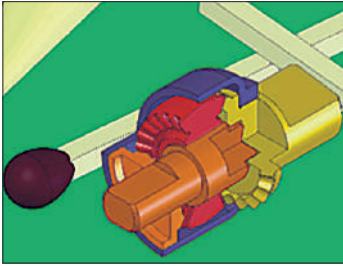
## Bibliografie

1. BOSTAN, I. *Precessionny'e peredachi s mnogoparny'm zacepleniem*: [monogr.]. Ch.: Știința, 1991. 355 p. ISBN 5-376-01005-8.
2. CRUDU, I. *Tribosistem-Tribomodel în studiul sistemelor mecanice*. Galați: Galați Univercity Press, 2008.
3. POȘTARU, GH., AJDER, V., CRUDU, I., POȘTARU, A., CEBAN, V. *Principles and methodological peculiarities research of the tribosystem with sliding on translation cyclic movement*. The annals of university "DUNĂREA DE JOS" of Galați. Fascicle VIII, 2009 (XV), ISSN 1221-4590, Issue 1, 52-58.
4. *Hostaform, Acetal'ny'sopolimer (TIOM)*, 2001 Ticona GmbH, Frankfurt na Maine.
5. GAVRILAS, M. *Calcul numeric cu aplicatii in Turbo Pascal*, Ed. Gh. Asachi, Iasi, 1999, 502 pag. ISBN 973-9178-65-0.
6. SOLOV'EV, A. *Koefficient poleznogo dejstviya mexanizmov i mashin*. M., Mashinostroenie, 1966. 180 s.
7. BOGDANOV, O., D'YACHENKO, S. *Raschiot opor skol'zheniya*. Kiev, Texnika, 1966, 242 s.
8. BOSTAN, I., DULGHERU, V. *Antologia invențiilor. V. 1. Transmisii planetare precesionale*. Ed. Ch.: S.n., 2011 (Combinatul Poligr.). 593p. – ISBN 978-9975-4100-9-0.
9. BODNARIUC, I. *Contribuții la elaborarea și cercetarea transmisiilor planetare precesionale cinematice // Teza de doctor în tehnică*. Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău. 2010, 192 p.
10. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Brevet de invenție 3623 (MD). Roată dințată-sculă pentru prelucrarea matrițelor (variante) și procedeu de prelucrare a ei (variante) / UTM. Publ. BOPI, 2008, nr. 6.*
11. BOSTAN, I., DULGHERU, V., OPREA A., MAZURU S., BOTEZATU A. *Precessional gear elements manufactured by sintering of the metallic powders//Romanian First International Fourth National Conference on Powder Metallurgy. 4-7 iulie 1996, Cluj-Napoca. P.54-58.*
12. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; BODNARIUC, I. *Brevet de invenție 2711 (MD). Transmisie planetară precesională*. UTM, nr. 2001 0368; Decl. 14.11.2001; Publ. BOPI, 2005, Nr. 2.
13. BOSTAN, I. *Reductoare de turație cu mișcare de precesie*. În: *Colaborarea științifică și tehnică între România și Republica Moldova*. Bucuresti, 1996, p. 63.
14. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Soluții noi pentru transmisiile precesionale în robotică*. În: *Robotică'98: al XIV-lea simpoz. naț., Brașov, 5-7 noiembrie 1998*. Brașov, 1998, p. 333-336.

15. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *New solutions of precessional drive mechanisms for industrial robots*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași: Tomul XLII(L). Supliment I. Secția: Construcții de mașini. Iași: Univ. Politehn. „Gh. Asachi”, 2000, p. 167-190.
16. BODNARIUC, I. *Contribuții privind fabricarea roților dințate prin turnare ale angrenajelor din mase plastice*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. În: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 18 octombrie 2003. Vol. I. Ch., 2003, p. 104-105.
17. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; BODNARIUC, I. *Transmisii planetare precesionale pentru automobile* (Cerere: MD 2001 0368). În: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2002”, Chișinău, 9-12 octombrie 2002: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2002, p. 34.
18. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; BODNARIUC, I. *Transmisii planetare precesionale cinematice*. În: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2001”: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2001, p. 39-40.
19. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; BODNARIUC, I.; DICUSARĂ, I. *Transmissions precessionnelles cinematique pour les robots et L’industrie de l’automobiles*. In: GENEVE’2005. Creation presented by the Inventors of the Republic of Moldova. International exhibition of Inventions new techniques and products, 5-9 aprilie 2004: Official Catalogue. Ch., 2004, p. 47.
20. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Reductoare precesionale cinematice*. Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării și Transferului Tehnologic INVENTICA’2006. În: a XVIII-a conf. internaț. de Inventică, Cercetări și Tehnologii Inovative Performante, Iași, 5-9 iulie 2006. Iași, 2006, p. 533.
21. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I.; OLEVSCHI, A. *Planetarny’e precessionny’e kinematicheskie peredachi*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy’x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy’x Texnologii, Sevastopol’, 26-28 noyabrya 2007: Katalog. Sevastopol’, 2007, p. 40.
22. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Planetary Precessional Transmission system for motor vehicles*. In: Brussels EURECA’2004: 47-eme Salon Mondial de l’Innovation de la Recherche et de Nouvelles Technologies, 5-12 noiembrie 2004: Catalogue Official. Brussels, 2004, p. 111.
23. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Zubchatoe koleso-instrument dlya obrabotki matric i metod ego obrabotki* In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy’x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy’x Texnologii, Sevastopol’, 25-27 sentyabrya 2008. Sevastopol’, 2008.

24. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Nontraditional technology of toothed wheels fabrication*. Expoziția Internațională a Creativității și Inovării EUROINVENT, Iași.
25. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V. *Planetarny'e precessionny'e peredachi*: [monogr.]. Ch.: Știința, 1987. 156 p.
26. BOSTAN, I. *Zaceplenie dlya precessionny'x peredach*: [monogr.]. Ch.: Știința, 1988. 132 p.
27. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; BABAIAI, I. *Antologia invențiilor. Volumul 1. Transmisii planetare precesionale: sinteze structurale, teoria angrenării, cinematica, dinamica, calculul de rezistență, descrieri de invenție*. Ch.: Ed. Bons Offices, 2011. 593 p. ISBN 978-9975-4100-9-0-4.
28. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Antologia invențiilor. Volumul 2. Transmisii planetare precesionale: teoria generării angrenajelor precesionale, control dimensional, proiectare computerizată, aplicații industriale, descrieri de invenții*. Ch.: Ed. Bons Offices, 2010. 537 P. ISBN 978-9975-4100-9-0-4.
29. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GRIGORAȘ, S. *Transmisii planetare, precesionale și armonice*: [atlas]. București: Ed. Tehnică; Ch.: Tehnica, 1997. 195 p. ISBN 973-31-1069-8.
30. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOBOC, V.; VACULENCO, M.; TOCA, A. *Proiectarea asistată de calculator în construcția de mașini*: [man. pentru studenți]. Ch.: Tehnica-Info, 2001. 205 p. ISBN 9975-63-076-6.
31. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Contributions to the elaboration of fabrication technologies for small-sized wheels with non-standard profile of teeth*. In: Pro-Active cartnership in creativity for the Next Generation: proceedings of the 31<sup>st</sup> ARA Congress. Montreal; Quebec; Brașov: Polytechnic International Press, 2007, p. 63-66.

## Capitolul 6



# APLICAȚII ALE TRANSMISIILOR PLANETARE PRECESIONALE CINEMATICE

---

### 6.1. Generalități

Particularitățile constructive și funcționale ale transmisiilor planetare precesionale cinematice (TPPC) le asigură acestora o serie de avantaje descrise în capitolul 1. De rând cu avantajele caracteristice pentru toate transmisiile planetare, TPPC posedă particularități unice ce le deosebesc avantajos de cele clasice. TPPC răspund în mare măsură cerințelor mereu crescânde înaintate mini- și microsistemelor, astfel pot fi aplicate pe larg în aceste domenii.

Datorită caracteristicilor constructiv-cinematice și funcționale unice, transmisiile planetare precesionale cinematice pot fi utilizate în toate domeniile în care este necesară transformarea mișcării și a sarcinii – de la mecanisme simple de acționare cu destinație generală până la automobile, roboți, tehnică cosmică de zbor, tehnică specială, utilaj tehnologic etc. Atât aplicațiile, cât și invențiile prezentate în acest volum au fost elaborate în perioada **1983–2010** în cadrul acordurilor economice bilaterale cu diverse întreprinderi industriale, a 39 de proiecte naționale și granturi internaționale dedicate cercetării–dezvoltării transmisiilor planetare precesionale.

În acest capitol sunt prezentate aplicații caracteristice ale transmisiilor planetare precesionale cinematice cu destinație generală și specială, sunt descrise diverse mini- și microsisteme elaborate în baza lor.

### 6.2. Reductoare planetare precesionale cinematice cu destinație generală

#### 6.2.1. Reductor planetar precesional cinematic $2K-H$

Printre condițiile impuse companiilor ce produc transmisiile cinematice mecanice pentru domeniile mecanicii fine, avionicii, automobilelor, roboților etc., se numără satisfacerea cerințelor referitoare la simplitatea constructivă și tehnologică, costul de producere, masa și gabaritele acestora, în special, a cerințelor față de caracteris-

ticile lor funcționale și cinematice, față de compatibilitatea lor structurală cu alte componente ale mini- și microsistemelor etc. Transmisiiile planetare precesionale cinematice corespund acestor cerințe mereu crescânde ale producătorilor și consumatorilor de reductoare cinematice datorită particularităților constructiv-cinematice prezentate în capitolul 1.

De regulă, beneficiarul de TPPC în caietul de sarcini solicită respectarea anumitor parametri funcționali și constructivi, condiționează costul, masa și gabaritele, longevitatea exploataării lor în condiții concrete, etc. Totodată, datorită faptului că TPPC reprezintă un produs nou cu angrenaj specific cu profil nestandard al dinților, producătorul solicită de la proiectanți informații și soluții tehnologice, care ar permite fabricarea acestora prin metode înalt productive, economic avantajoase, cu rebut redus de materiale etc.

În continuare exemplificăm etapele proiectării unui reductor planetar precesional cinematic de destinație generală, cu evidențierea unor aspecte specifice întâlnite la elaborarea TPPC.

Caietul de sarcini include următoarele cerințe concrete înaintate de beneficiar sau de către producător:

- **Parametrii funcționali:**

Momentul de torsiune  $T=24 Nm$ ; raportul de transmitere  $i = -144 \pm 10\%$ ; turația motorului electric  $n = 3000 \text{ min}^{-1}$ .

- **Materiale solicitate:**

Pentru roți dințate – oțeluri-carbon sau aliate;

Pentru blocul-satelit – material plastic, *Hostaform C9021M*, care are următoarele caracteristici de baza:

*Densitatea – 1,42 g/cm<sup>3</sup>;*

*Indicatorul de curgere – 8,5 cm<sup>3</sup>/10 min;*

*Absorbția apei la 23°C – 0,75%;*

*Limita de curgere – 65 MPa;*

*Alungirea la întindere – 9%;*

*Alungirea nominală la rupere – 20%;*

*Modulul de elasticitate la întindere – 2800 MPa;*

*Modulul de elasticitate la încovoiere – 2700 MPa;*

*Duritatea după Brinel – 140 MPa;*

*Reziliență (Șarpi) – 120 kJ;*

*Stabilitate la deformare termică – 100°C;*

*Temperatura de topire – 166°C;*

*Coeficient de dilatare termică de la 23°C până la 55°C –  $1,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$*

Pentru carcasă și capace – aliaj de aluminiu AlSi1MgMn.



• **Cerințe tehnologice formulate de producător:**

Prelucrarea roților dințate centrale se va efectua pe mașini-unelte cu comandă numerică cu 5 grade de mobilitate.

Blocul-satelit va fi fabricat prin turnare din masa plastică *Hostaform C902*.

• **Cerințele formulate au fost realizate prin:**

*Argumentarea structurii cinematice.* În rezultatul calculelor prealabile de proiectare și al analizei parametrilor funcționali dintre schemele cinematice recomandate pentru TPPC a fost aleasă structura cinematică de tipul *2K-H*, care include două roți dințate centrale, un bloc satelit cu două coroane dințate și un arbore-manivelă.

*Proiectarea transmisiei.* Calculele de predimensionare și geometric ale angrenajului precesional cinematic se efectuează conform algoritmului prezentat în tabelul 6.2. Proiectarea 3D, simularea pe calculator și elaborarea documentației tehnice au fost realizate utilizând softurile *SolidWorks*, *Autodesk Inventor* și *MotionInventor*.

*Asigurarea tehnologică.* În baza modelului matematic descris în [2], analogic metodicii prezentate în [4], a fost elaborat pachetul tehnologic în mediul *MathCAD*, care include: determinarea coordonatelor profilului dinților și traiectoriei mișcării sfero-spațiale a sculei în raport cu semifabricatul; tehnologia de fabricare a roților dințate și documentația tehnică în versiune electronică; metodele de control al erorilor de execuție prin măsurarea automată a coordonatelor pe modelul fizic al piesei și compararea acestora cu cele ale modelului matematic. Un element de bază al transmisiei precesionale cinematice, care necesită asigurare tehnologică, este blocul-satelit cu două coroane dințate. În baza tehnologiei de fabricare a profilului oglindă al dinților matrițelor forme de turnare prin electroeroziune cu electrod filiform, prin metodele laser sau cu flux de electroni, descrise în capitolul 2, se execută matrițele care formează cele două coroane dințate ale satelitului. În fig. 6.1 este prezentat procesul de modelare în mediul *MathCAD* a matrițelor cu profil oglindă al dinților.

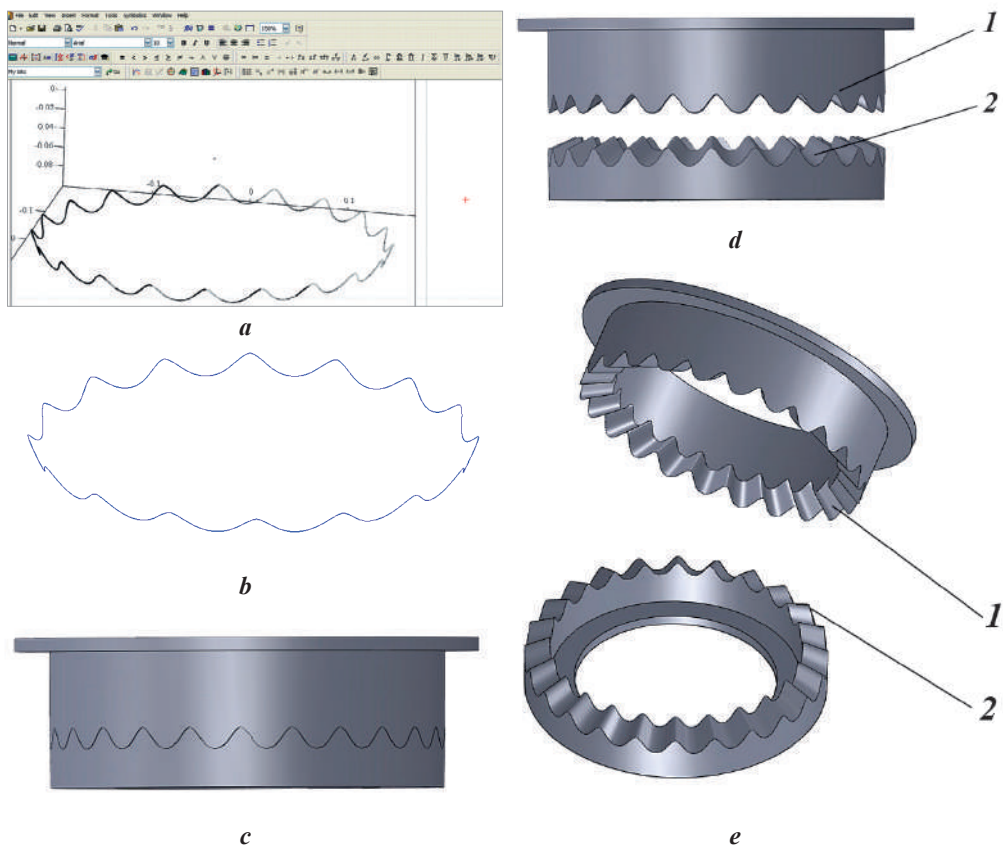
În baza teoriei fundamentale a angrenajului precesional [1, 2] și cercetărilor complexe privind studiul cinematicii și pierderilor de putere în angrenajul *dinte-dinte* efectuate în capitolul 5, conform schemei structurale *2K-H*, prezentate în capitolul 1 (fig. 1.64), a fost proiectat prototipul industrial al reductorului planetar precesional cinematic [5]. Conform [1, 2, 3] pentru realizarea raportului de transmitere solicitat  $i = -144$  cu o abatere de  $\pm 5\%$  pot fi alese următoarele rapoarte ale numerelor de dinți (v. tabelul 6.1). Utilizând sistemul de modelare *CAD Autodesk Inventor / Solid Works*, pentru numerele de dinți și parametrii geometrici de bază selectați au fost proiectate profilurile dinților roților dințate centrale. În rezultatul analizei profilurilor obținute pentru fiecare cuplu de roți dințate sub aspectul optimizării constructiv-tehnologice, au fost justificate următoarele numere de dinți: pentru roțile dințate centrale.

**Tabelul 6.1.**

$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$
22	23	20	19
26	27	23	22
29	30	25	24
32	33	27	26
35	36	29	28
38	39	31	30
43	44	34	33
45	46	35	34

**Tabelul 6.2.** Algoritmul de calcul al angrenajului precesional al transmisiilor cinematice

<b>Parametrul, notarea și relația de calcul</b>	
<b>1. Alegerea parametrilor geometrici ai angrenajului precesional</b>	
Conform indicațiilor anterioare, se aleg următorii parametri geometrici ai angrenajului:	
1.1.	Din nomogramele [1, fig. 7.10] se alege valoarea unghiului de conicitate dinților în arc de cerc în funcție de numărul dinților roții centrale – $Z_1$ ; unghiul de nutație – $\theta$ , multiplicitatea angrenajului – $\varepsilon$ și unghiul axoidei conice $\delta$
1.2.	Din nomogramele [1, fig. 7.11] se alege valoarea unghiului de angrenare – $\alpha_w$ în funcție de $Z_1$ , $\beta$ și $\theta$ .
1.3.	Din nomogramele din [1, fig. 7.12, 7.13] se alege valoarea coeficientului de proporționalitate a curburilor profilurilor dinților $v$ în funcție de $Z_1$ , $\delta$ și $\theta$ .
<b>2. Calculul de predimensionare</b>	
Calculul se efectuează pentru angrenajul cu număr mai mic de dinți datorită tensiunilor de contact efective mai mari (numărul de dinți care transmit sarcina este mai mic). Să admitem că $Z_4 < Z_1$ , atunci:	
2.1.	Diametrul mediu al roții dințate centrale calculat în prealabil: $d_{m4} = 22,7 \sqrt[3]{\frac{T_4(1-v)\cos(\delta+\theta)K_{HP}K_{H\beta}K_{HV}}{\sigma_{HP}^2 \psi_{bd} Z_e \text{tg}\beta \cos\alpha_{w4}}}$ $Z_e = \frac{(Z_1-1) \cdot \varepsilon}{200}, \text{ pentru } \varepsilon = 100\%, Z_e = (Z_4-1) / 2.$
Coeficienții $\psi_{bd}$ , $K_{HP}$ , $K_{H\beta}$ și $K_{HV}$ sunt selectați sau calculați conform [1, p.5.5].	
2.2. Lungimea dintelui:	$b_{w3} = b_{w4} = \psi_{bd} d_{m4}$
2.3. Raza medie a dinților în arc de cerc:	$r_{m_e} = R_{m3} \text{tg}\beta$
2.4. Presiunea de contact (hertziană) admisibilă la frecare cu alunecare și rostogolire:	$\sigma'_{HP} = \sigma_{HP}(0,28 + 0,72 e^{-V_{al}/K_3})$
$\sigma_{HP}$ – tensiuni de contact admisibile la rostogolire pură (fără alunecare); $K_3$ – coeficient experimental egal pentru materiale polimere $K_3 = 38,8$ ; $V_{al}$ – viteza de alunecare în contactul cuplului <i>dinte–dinte</i> pentru angrenajul transmisiilor planetare precesionale cinematice. $V_{al} = \sqrt{\dot{X}_E^2 + \dot{Y}_E^2 + \dot{Z}_E^2}$	
unde $X_E$ , $Y_E$ , $Z_E$ sunt coordonatele punctului de contact $E$ , care se calculează conform relațiilor [5] pentru fiecare geometrie a profilului dinților.	
<b>3. Calculul geometric</b>	
3.1. Diametrul mediu al roții dințate (cu considerarea frecării la rostogolire):	$d_{m4} = 22,7 \sqrt[3]{\frac{T_4(1-v)\cos(\delta+\theta)K_{HP}K_{H\beta}K_{HV}}{\sigma'_{HP} \psi_{bd} Z_e \text{tg}\beta \cos\alpha_{w4}}}$
3.2. Raza medie a coroanelor danturate ale satelitului:	$R_{m4} = \frac{d_{m4}}{2\cos[\delta+\theta+\arctg(r_{m3}/\sin\alpha_{w4}/R_{m3})]}$
3.3. Raza medie a roții dințate:	$R_{m3} = \frac{d_{m4}}{2\cos(\delta+\theta)[1-\text{tg}\beta \sin\alpha_{w4} \text{tg}(\delta+\theta)]}$
3.4. Razele exterioră și interioră ale coroanei satelitului:	$R_{e3} = R_{m3} + 0,5b_{w3}$ ; $R_{i3} = R_{m3} - 0,5b_{w3}$
3.5. Razele exterioră și interioră ale roții dințate:	$R_{e4} = R_{m4} + 0,5b_{w4}$ ; $R_{i4} = R_{m4} - 0,5b_{w4}$
3.6. Unghiurile conului de picior $\delta_{fd}$ și de vârf $\delta_{a4}$ ale dinților:	$\delta_{fd} = 90 - (\delta + \theta + \beta)$ ; $\delta_{a4} = \delta_{fd} + 2\theta$

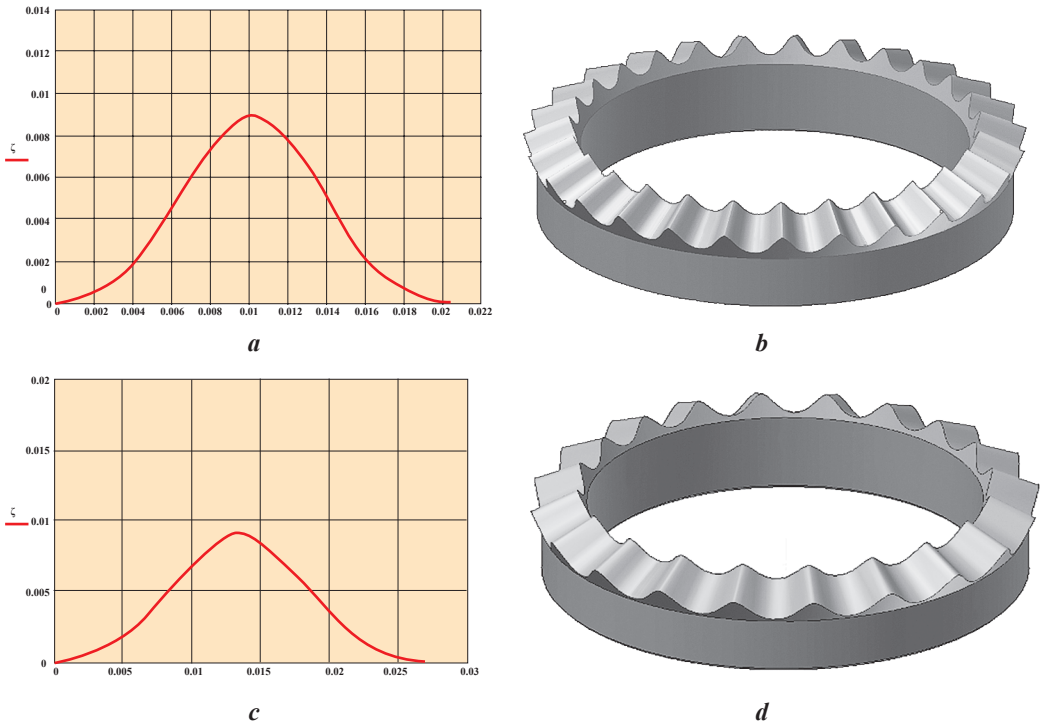


**Fig. 6.1.** Procesul de modelare a profilului danturilor (a, b, c), a matrițelor cu profil oglindă al dinților (d, e, poz. 1) și a roților dințate (d, e - poz. 2).

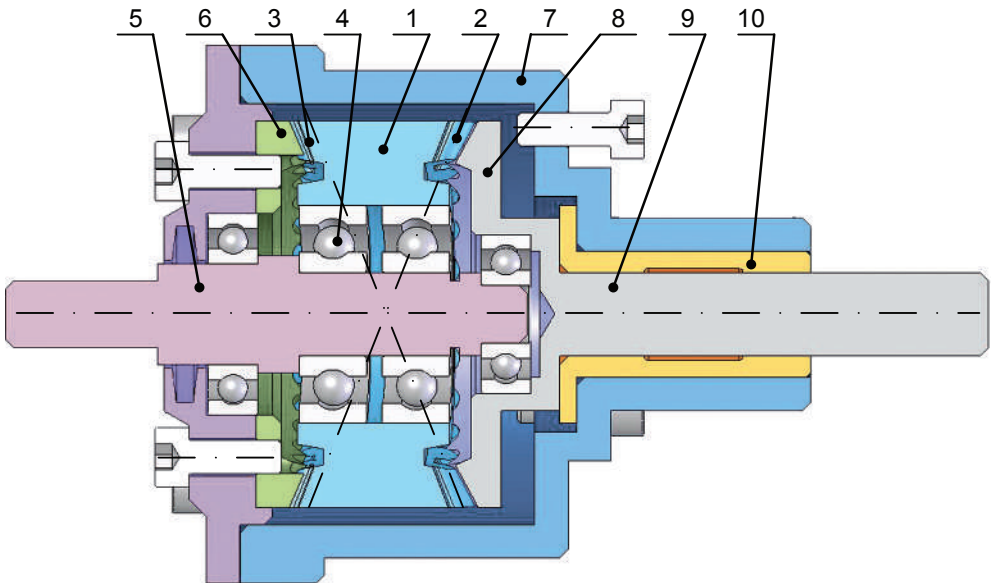
$Z_1=29$ ,  $Z_4=24$  iar pentru coroanele satelitului  $Z_2=30$ ,  $Z_3=25$ . Aceste profiluri ale dinților (fig. 6.2 a,c) asigură obținerea raportului de transmitere prescris ( $i=-144,0$ ) cu următorii parametri geometrici ai angrenajului:

- pentru  $Z_4=24$ ,  $\theta=2,5^\circ$ ,  $\varepsilon=100\%$ , unghiul axoidei conice  $\delta=22,5^\circ$ , avem unghiul de angrenare  $\alpha=36^\circ$ ;  $\beta=3,8^\circ$  (v. [1, fig. 7.10, 7.11]);
- pentru  $Z_1=29$ ,  $\theta=2,5^\circ$ ,  $\varepsilon=100\%$ , unghiul axoidei conice  $\delta=22,5^\circ$ , avem unghiul de angrenare  $\alpha=30^\circ$ ;  $\beta=3,0^\circ$  (v. [1, fig. 7.10, 7.11]).

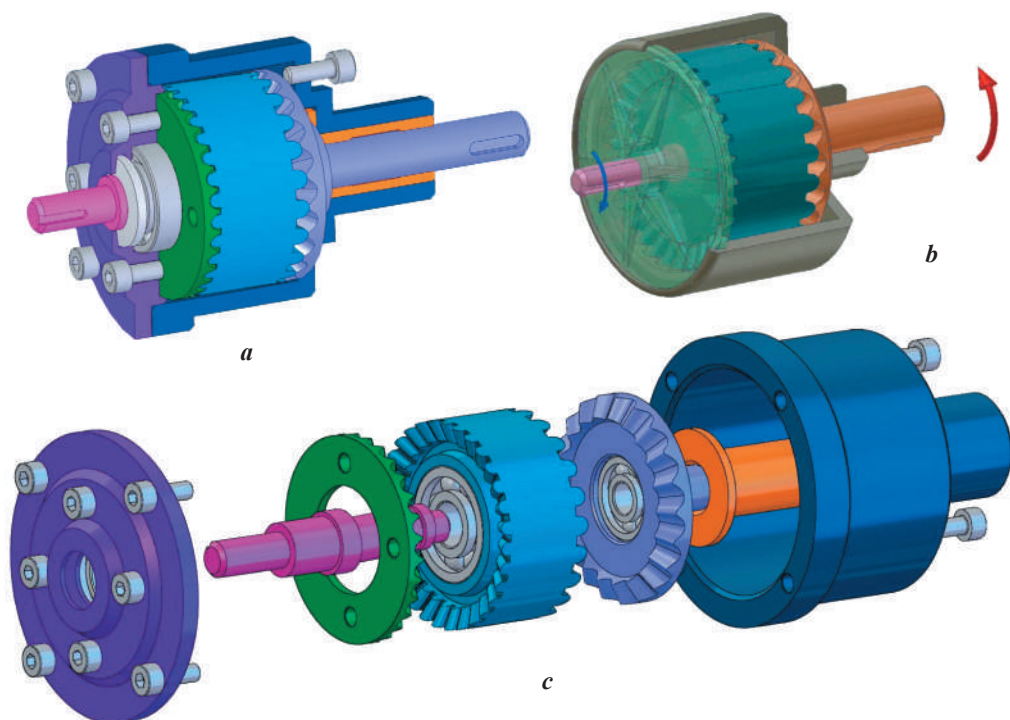
Utilizând modelele în format 3D ale componentelor transmisiei planetare precesionale, prezentate în [3], în baza sistemului de modelare *Autodesk Inventor / Solid Works* au fost obținute modelele computerizate 3D ale roților dințate cu parametrii geometrici selectați (fig. 6.2 b, d). În baza metodelor de calcul elaborate [1, 2] a fost calculat, proiectat și fabricat reductorul planetar precesional cu destinație generală. În fig. 6.3 [2] este prezentată construcția reductorului planetar precesional cinematic  $2K-H$ , elaborată în softul *SolidWorks*, care include: blocul-satelitul 1 cu două



**Fig. 6.2.** Profilul dinților a)  $Z_1=29$ ; c)  $Z_4=24$  și modelul computerizat 3D al roților dințate (b, d).



**Fig. 6.3.** Construcția prototipului industrial al reductorului precesional cinematic.



**Fig. 6.4.** Modelul în format 3D (a), modelul computerizat (b) și imaginea în formă desfășurată (c) a reductorului planetar precesional cinematic 2K-H.

coroane de dinți 2 și 3, instalat pe o pereche de rulmenți radial-axiali cu bile 4 pe arborele-manivelă 5, și amplasat între două roți dințate – fixă 6 legată cu carcasa 7 și, respectiv, mobilă 8, fixată pe arborele condus 9, instalat pe lagărul de alunecare 10. Raportul de transmitere se determină din relația:

$$i = - \frac{z_3 z_8}{z_6 z_2 - z_3 z_8}, \quad (6.1)$$

unde  $z_2, z_3$  sunt numerele de dinți ai coroanelor 2 și 3 ale blocului-satelit 1;

$z_6, z_8$  – numerele de dinți ai roților dințate centrale 6 și, respectiv, 8.

În fig. 6.4 a este prezentat modelul tridimensional al reductorului precesional cinematic elaborat. Analiza formei desfășurate a reductorului (fig. 6.4 c) demonstrează simplitatea constructivă și de asamblare a reductorului precesional cinematic. Pentru înțelegerea mai bună a principiului de funcționare a reductorului planetar precesional cinematic în baza documentației tehnice elaborate, utilizând softul de modelări și simulări *Autodesk MotionInventor*, a fost realizat modelul dinamic computerizat, prezentat în fig. 6.4 b. La un raport de transmitere relativ mare ( $i=144$ ) reductorul precesional proiectat posedă construcție compactă, robustă și se angrenează cu orice mecanisme de acționare cu construcție coaxială.

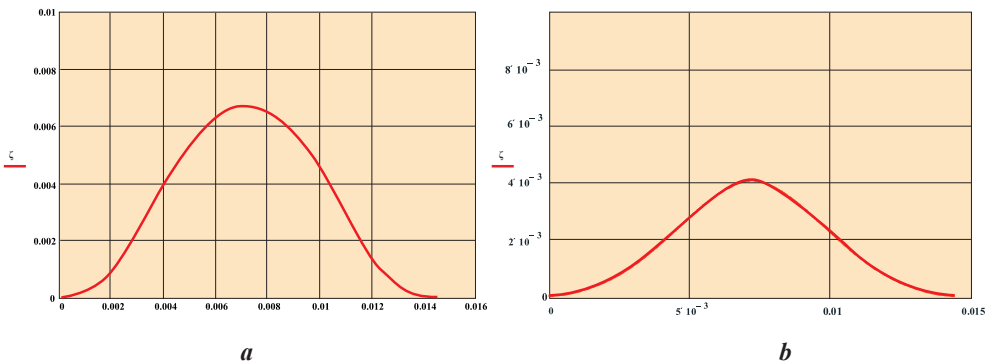
**6.2.2. Reductor planetar precesional cinematic 2K-H**  
(elaborare la comanda ICTCM, București, România)

**Tabelul 6.3.**

$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$i$
16, 17, 14, 13				73,7
19, 20, 16, 15				75,0
24, 25, 19, 18				75,0
26, 27, 20, 19				73,3
28, 29, 21, 20				72,5
<b>30, 31, 22, 21</b>				<b>72,3</b>
32, 33, 23, 22				72,6
34, 35, 24, 23				73,2
36, 37, 25, 24				74,0
38, 39, 26, 25				75,0
39, 40, 26, 25				71,4
41, 42, 27, 28				72,8
43, 44, 28, 27				74,3
44, 45, 28, 27				71,5
46, 47, 29, 28				73,1

În cadrul proiectului de cercetare la comanda Institutului de Cercetare în domeniul Tehnologiei Construcțiilor de Mașini (ICTCM) din București a fost elaborat reductorul planetar precesional cinematic de destinație generală [5] pentru diverse utilizări în mecanica fină, cu următoarele caracteristici tehnice: puterea transmisă – 35W; raportul de transmitere – 72,3; turația electromotorului – 3000 min<sup>-1</sup>; nivel de vibrații și zgomot redus; blocul-satelit executat din masă plastică. Reductorul a fost proiectat în baza algoritmului prezentat în tabelul 6.2. Conform [1, 2, 3] pentru realizarea raportului de transmitere cu o abatere de ±5%,  $i=-72,3$  pot fi alese următoarele numere de dinți (v. tabelul 6.3). Utilizând sistemul de modelare CAD Autodesk Inventor / Solid Works, pentru numerele de dinți și parametrii geometrici de bază selectați au fost proiectate profilurile dinților roților dințate centrale. În rezultatul analizei profilurilor obținute pentru fiecare cuplu de roți dințate sub aspectul asigurării parametrilor geometrici raționali și a optimizării tehnologice, au fost selectate următoarele numere de dinți: pentru roțile dințate centrale  $Z_1 = 30$ ,  $Z_4 = 21$  și pentru coroanele satelitului  $Z_2 = 31$ ,  $Z_3 = 22$ . Aceste profiluri ale dinților (fig. 6.5,a, b) asigură obținerea raportului de transmitere prescris ( $i = -72,3$ ) cu următorii parametri geometrici:

- pentru  $Z_4=21$ ,  $\theta=2,5^\circ$ ,  $\varepsilon=100\%$ , unghiul axoidei conice  $\delta=22,5^\circ$ , avem unghiul de angrenare  $\alpha=40^\circ$ ;  $\beta=4,7^\circ$  (v. 1, fig. 7.10, 7.11);
- pentru  $Z_1=30$ ,  $\theta=2,5^\circ$ ,  $\varepsilon=100\%$ , unghiul axoidei conice  $\delta=22,5^\circ$ , avem unghiul de angrenare  $\alpha=28^\circ$ ;  $\beta=2,8^\circ$  (v. 1, fig. 7.10, 7.11).



**Fig. 6.5.** Profilogramele dinților roților centrale ale reductorului: a)  $Z_1=30$ ; b)  $Z_4=21$ .

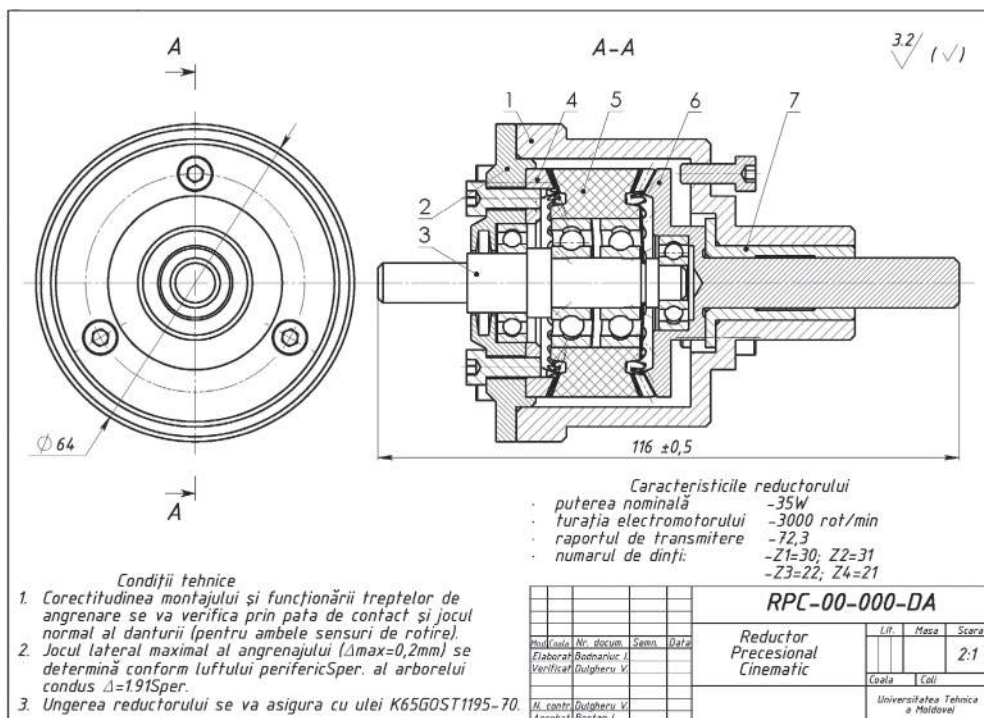


Fig. 6.6. Proiectul tehnic al reductorului planetar precesional cinematic.

În baza metodelor elaborate [1, 2] și a parametrilor geometrici selectați ai angrenajului a fost calculat, proiectat și fabricat reductorul planetar precesional cinematic cu caracteristicile tehnice solicitate. În softul *SolidWorks* a fost elaborat pachetul de documentație tehnică. În fig. 6.6 – 6.10 este prezentat proiectul tehnic al reductorului planetar precesional cinematic și cele mai importante componente ale reductorului: blocul-satelit, două roți dințate centrale și arborele-manivelă. În baza documentației tehnice elaborate au fost fabricate două prototipuri industriale ale reductorului planetar precesional cinematic, prezentate în fig. 6.11: reductor planetar precesional cinematic cu bloc-satelit executat din materiale plastice (fig. 6.11 a) și cu bloc satelit executat din pulberi metalice prin sinterizare (fig. 6.11 b). Imaginile în formă desfășurată ale reductoarelor planetare precesionale cinematice (fig. 6.11 c, d) demonstrează: **simplitate constructivă** – reductorul conține doar 4 elemente de bază: un bloc satelit cu două coroane dințate; două roți dințate centrale și un arbore-manivelă – generator de mișcare de precesie; **simplitate tehnologică** – roțile dințate centrale pot fi fabricate: prin prelucrare mecanică pe centre de prelucrare cu 5 grade de mobilitate; prin presare cu sinterizare din pulberi metalice; prin turnare din mase plastice; **simplitate de asamblare** – construcția este coaxială și poate fi ușor asamblată în mod robotizat.

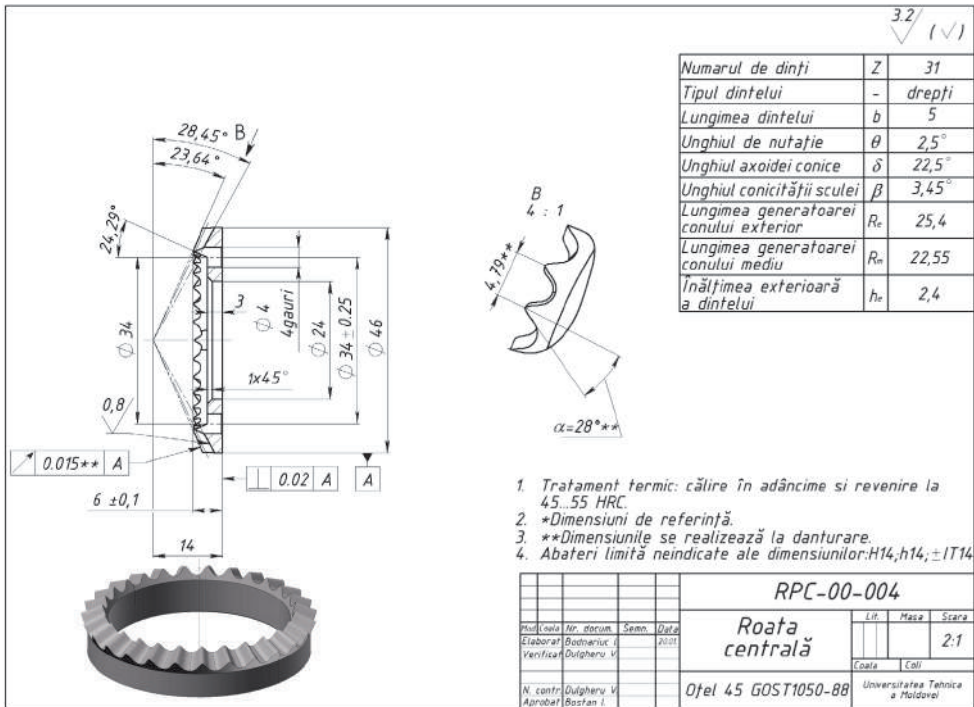


Fig. 6.7. Roata dințată fixă.

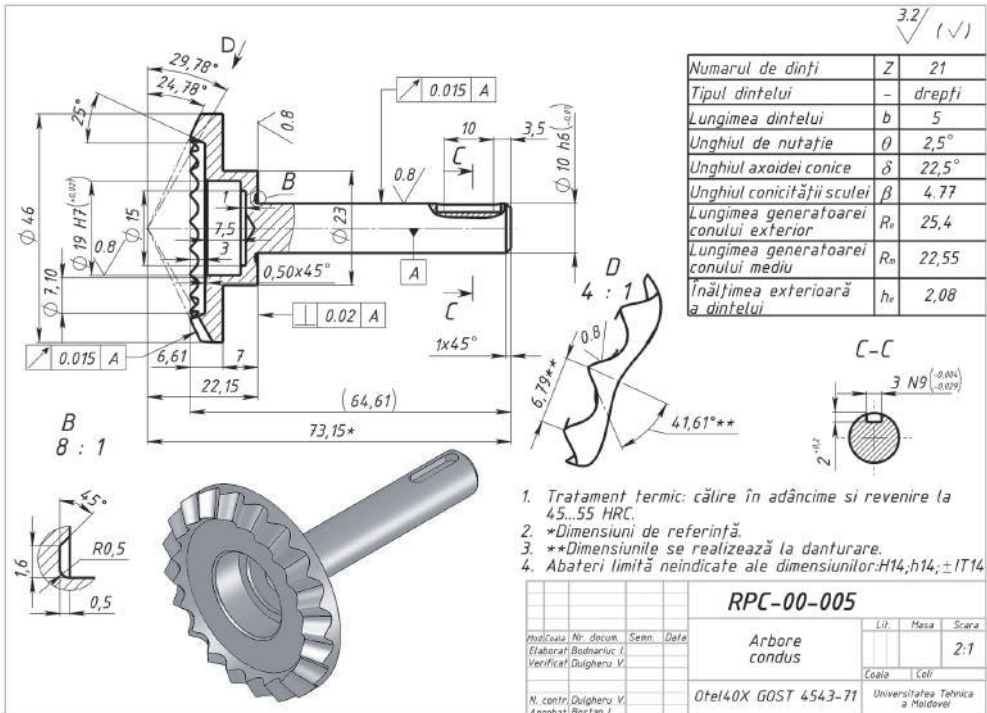


Fig. 6.8. Roata dințată mobilă.



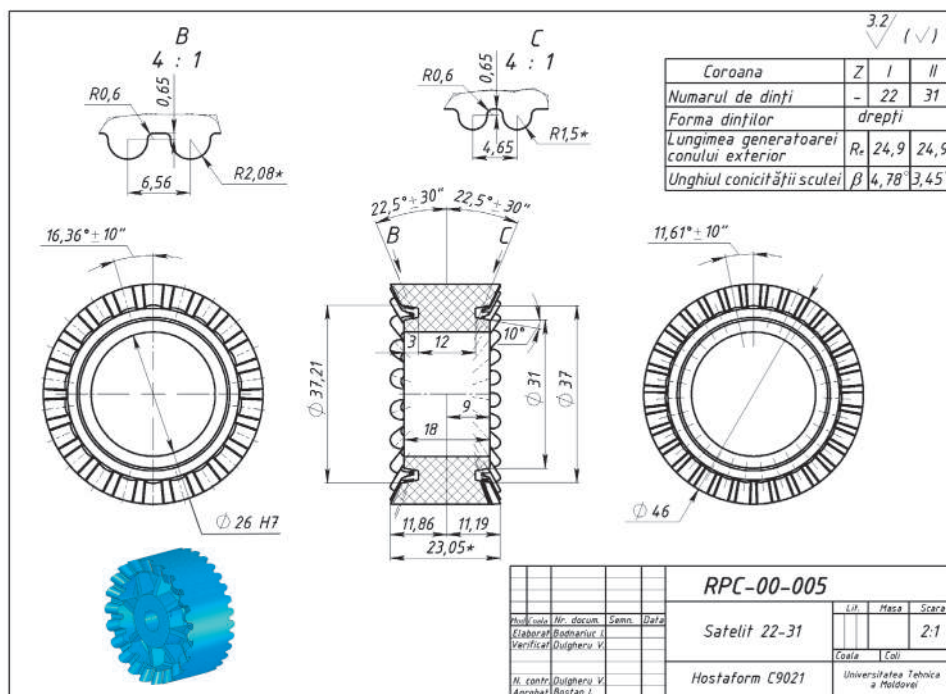


Fig. 6.9. Blocul satelit cu două coroane danturate.

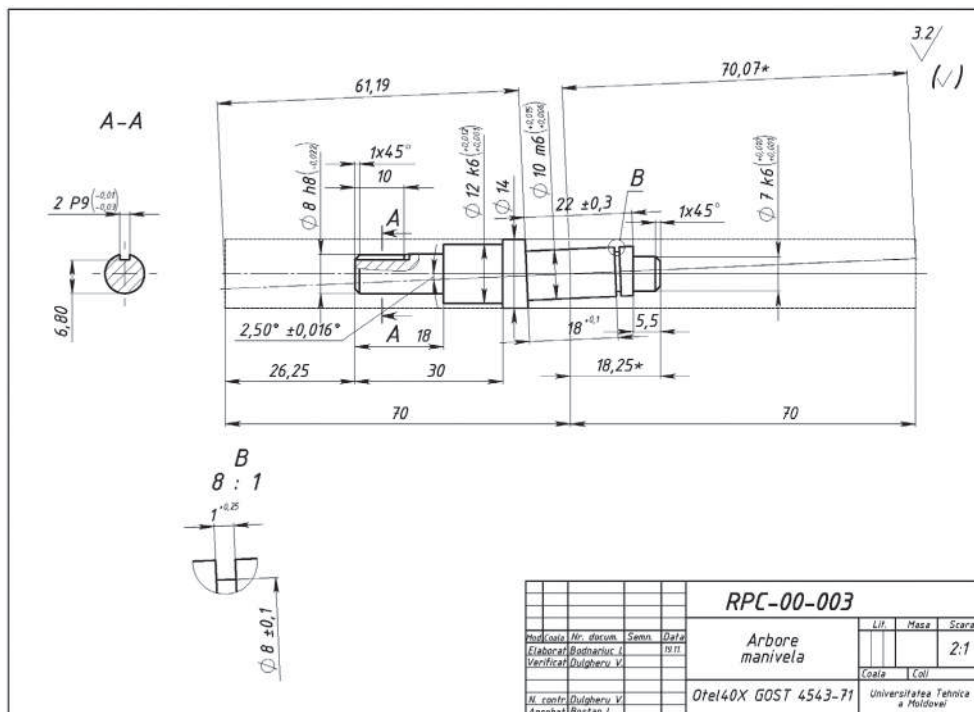
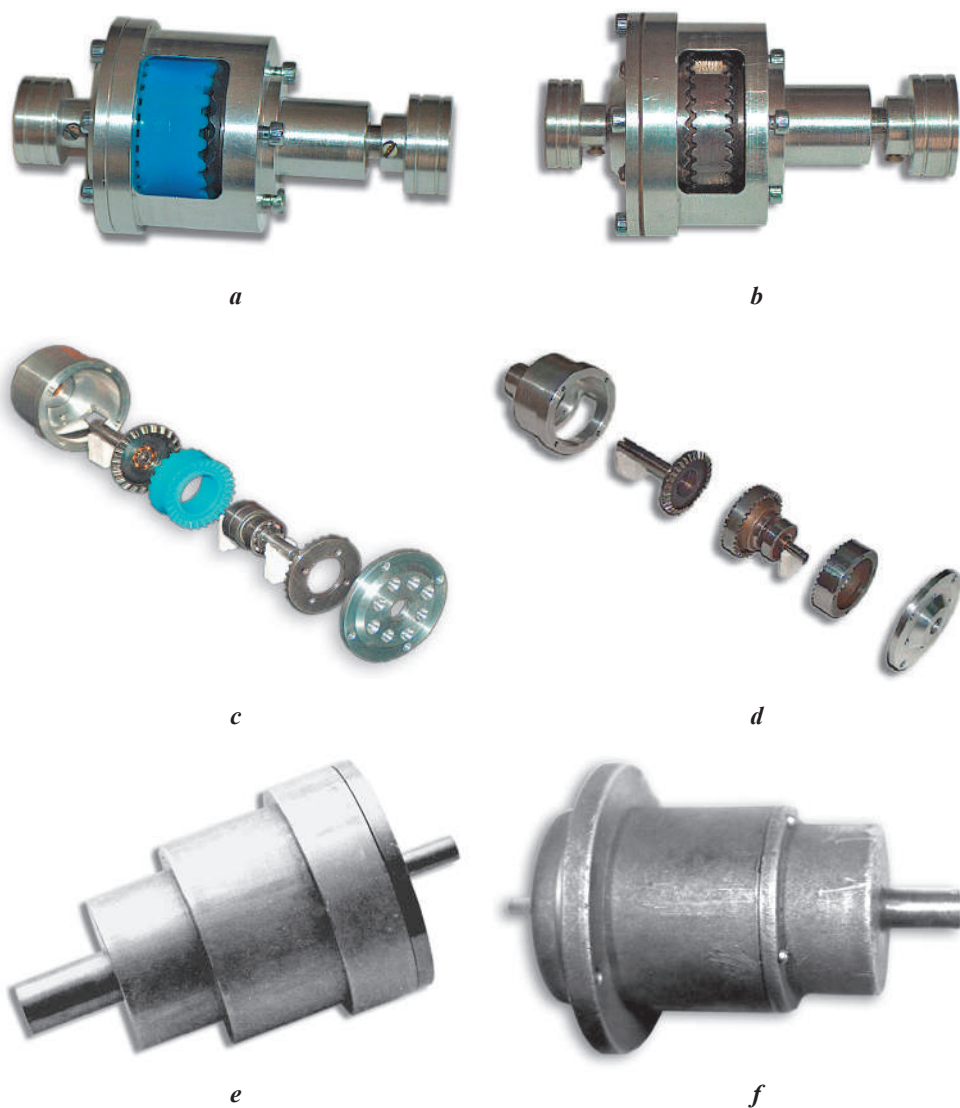


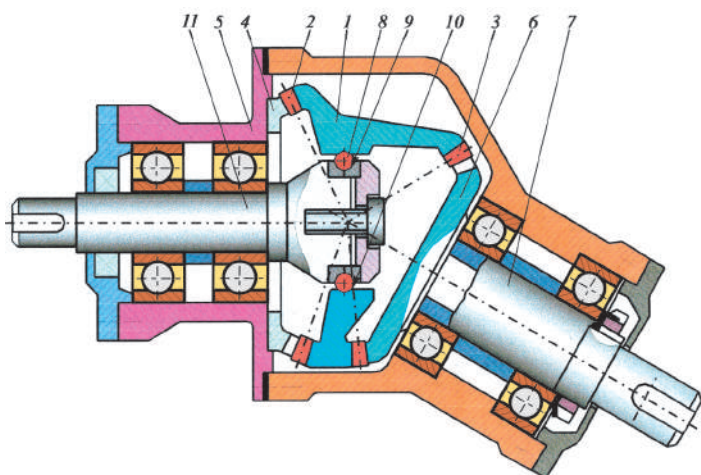
Fig. 6.10. Arborele-manivelă.



**Fig. 6.11.** Reductoare precesionale cu satelit din masă plastică (a); cu satelit sinterizat din pulberi metalice (b); în formă desfășurată (c, d); reductoare precesionale cu raportul de transmitere  $i=-279$  (e) și  $i=-324$  (f).

În baza construcției examinate anterior au fost elaborate o serie de tipodimensiuni de reductoare planetare precesionale cinematice de destinație generală, două dintre care sunt prezentate în fig. 6.11 e, f, cu raportul de transmitere  $i = -279$  (e) și  $i = -324$  (f).

### 6.2.3. Reductor planetar precesional cinematic 2K-H cu destinație specială



**Fig. 6.12.** Reductor planetar precesional cinematic cu axele arborilor conducător și condus concurente în plan.

domenii de utilizare autorii au elaborat schema structurală a transmisiei planetare precesionale, prezentate în fig. 6.12 [6], care include blocul-satelit 1 cu coroanele danturate 2 și 3, roțile dințate centrale fixă 4, legată cu carcasa 5, și, respectiv, 6 legată rigid cu arborele condus 7. Blocul-satelit 1 este instalat pe corpuri de rulare 8, amplasate în canelurile circulare 9 și 10 executate pe arborele conducător 11 și, respectiv, pe suprafața cilindrică interioară a blocului-satelit 1.

Canalul circular 9 este înclinat față de axa arborelui conducător 1 sub un unghi egal cu unghiul de nutație al blocului-satelit 1.

Axele axoidelor conice ale blocului-satelit 1 nu sunt coaxiale ca în schemele de mai sus, ci sunt amplasate sub unghiul necesar de dispunere a arborilor conducător 11 și condus 7. Pentru excluderea rotirii blocului-satelit 1 în jurul axei sale, numărul de dinți ai coroanei danturate 2 este egal cu numărul de dinți ai roții dințate fixe 4,  $Z_2 = Z_4$ . La rotirea arborelui conducător 11 corpurile de rulare 8, aflate simultan în canelurile circulare 9, executat pe arborele conducător 11, și 10, executat pe suprafața interioară a blocului-satelit 1, vor antrena blocul-satelit în mișcare de precesie în jurul centrului de precesie  $O$ . În rezultatul angrenării dinților coroanei danturate 3 cu dinții roții centrale 6, arborele condus se va roti cu raportul de transmitere:

$$i = -\frac{Z_6}{Z_6 - Z_3}. \quad (6.2)$$

#### 6.2.4. Reductor planetar precesional cinematic K-H-V pentru transmiterea mișcării în spații etanșe

Specificul transformării mișcării în transmisia planetară precesională cu roată-satelit fixă deschide perspective largi în domeniul elaborării diferitelor mecanisme de acționare pentru transmiterea mișcării și a momentului de torsiune în spații etanșe (prin perete). În baza schemei structurale (fig. 2.2 b [1]) a fost elaborată construcția reductorului planetar precesional cinematic ermetic (fig. 6.13). Mișcarea de rotație a arborelui conducător 1 prin intermediul flanșei înclinată 7 este transformată în mișcare sfero-spațială a roții-satelit 10 în jurul centrului de precesie situat în centrul locașului sferic 8. În rezultatul angrenării dinților 14 ai roții-satelit 10 cu dinții roții centrale 12, arborele condus 19 se va roti cu gradul de reducere:

$$i = -\frac{z_{10}}{z_{10} - z_{12}}$$

Legătura roții-satelit 10 cu capacul 4 este realizată prin diafragma gofrată 6, care asigură atât transmiterea momentului reactiv de torsiune de la roata-satelit 10 la capacul fix 4, cât și etanșarea spațiilor. Această soluție tehnică asigură transmiterea mișcării de rotație reduse în spații etanșe cu deformări minime ale diafragmei gofrate 6.

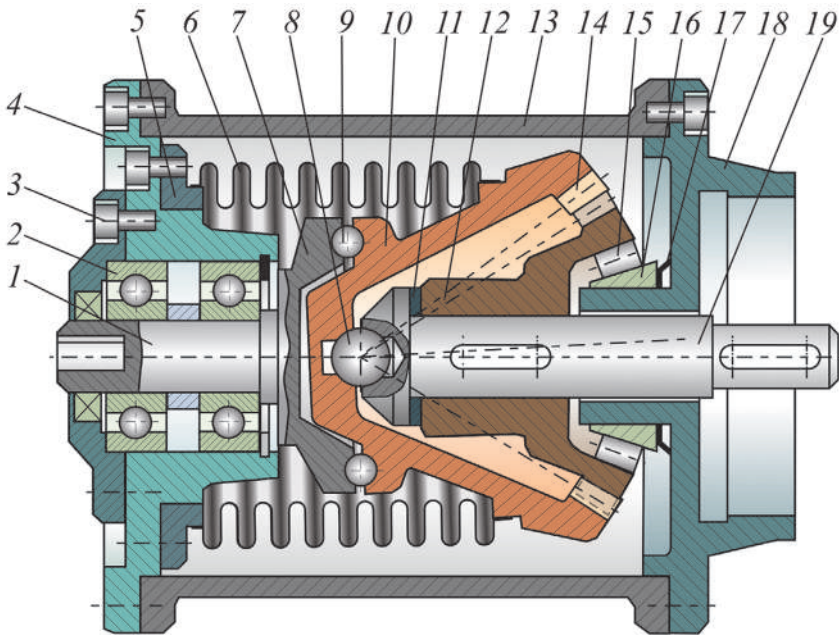


Fig. 6.13. Reductor planetar precesional cinematic ermetic.

## 6.3. Mini transmisiile planetare precesionale

### 6.3.1. Generalități

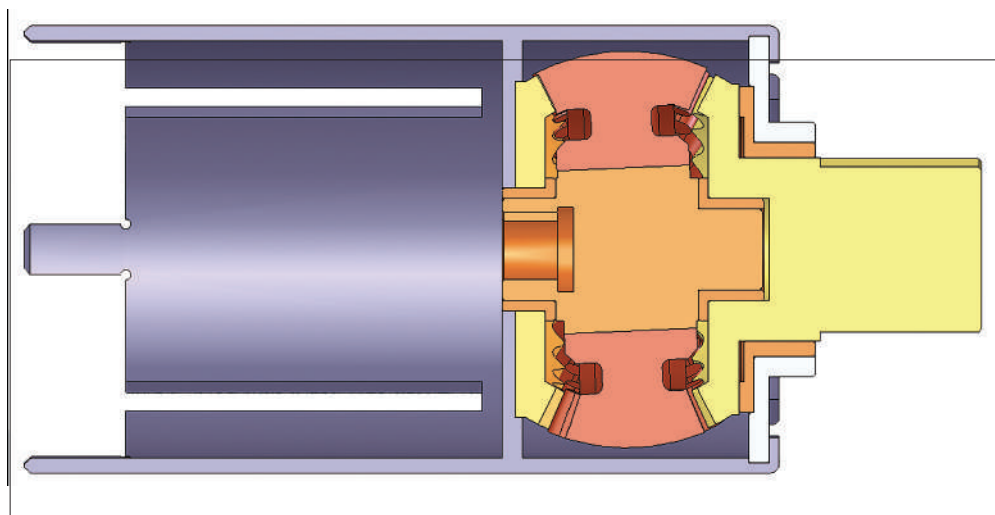
În prezent cresc cerințele pieței în produse industriale „*inteligente*”, „*robuste*”, „*multifuncționale*” și „*cu preț redus*”. Miniaturizarea este unica soluție pentru a satisface aceste cerințe. În acest sens, au fost miniaturizate așa elemente cum ar fi angrenajele pentru crearea unor micro sisteme ingineresti, utilizabile în diverse domenii: ingineria electrică, mecanică, materialelor, chimică, cea industrială.

Turația înaltă a micromotoarelor electrice folosite pe larg ca elemente de acționare a micro sistemelor (până la  $100000 \text{ min}^{-1}$ ) necesită transmisiile mecanice cu raport de transmitere foarte mare. Angrenajele precesionale posedând posibilități cinematice foarte largi (raportul de transmitere până la 5000 într-o singură treaptă realizată doar cu 4 elemente de bază), precizie cinematică înaltă, construcție simplă, își pot găsi o aplicație largă în domeniile nominalizate.

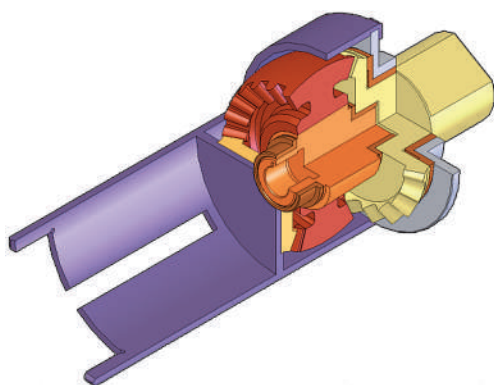
*Miniaturizarea are sens în plan ingineresc*: sistemele mici tind să se miște sau să se oprească mai repede datorită inerției mecanice reduse; sistemele miniaturizate se întâlnesc cu deformații termice și vibrații mecanice reduse datorită masei mai mici; dispozitivele miniaturizate sunt, în particular, potrivite pentru aplicații în biomedicină și în domeniul aerospațial datorită masei și dimensiunilor minime; sistemele mici au stabilitate dimensională înaltă la temperaturi înalte datorită expansiunii termice joase; dimensiunile mici ale sistemelor înseamnă cerințe reduse de spațiu, fapt ce permite asamblarea mai multor componente funcționale într-un singur dispozitiv; cerințele reduse de material asigură cost redus de producție și transportare; este posibilă producerea în masă. Miniaturizarea în continuare a sistemelor mecanice necesită transmisiile mecanice de dimensiuni tot mai mici. Mini-transmisiile se consideră convențional cu dimensiuni diametrice între 100 și 10 mm. Gama de dimensiuni este foarte largă. În cazurile în care sunt necesare rapoarte de transmitere mici, se utilizează transmisiile cu roți dințate ordinare. În cazul rapoartelor de transmitere mari și a limitărilor de gabarite și masă, perspective largi au transmisiile planetare precesionale cinematice.

### 6.3.2. Mini - transmisiile planetare precesionale pentru micro sisteme

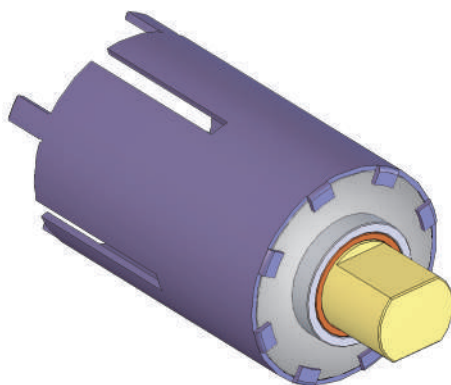
În continuare sunt prezentate o serie de variante constructive de minireductoare planetare precesionale. În fig. 6.14 *a, b, c* este prezentat modelul 3D computerizat al unui mini-motoreductor planetar precesional [7]. Mini -motoreductorul (motorul electric nu este prezentat) include carcasa comună 1 cu locaș pentru motorul electric, în care sunt amplasate roata dințată centrală 2, legată rigid cu flanșa carcasei 1, blocul-satelit 3, instalat pe arborele manivelă 4, coroanele danturate 5 și 6 ale căruia angrenează simultan cu dinții roții centrale fixă 2 și ai arborelui pinion mobil 7. Ele-



a



b



c

Fig. 6.14. Modelul 3D al mini - motoreductorului planetar precesional [7].

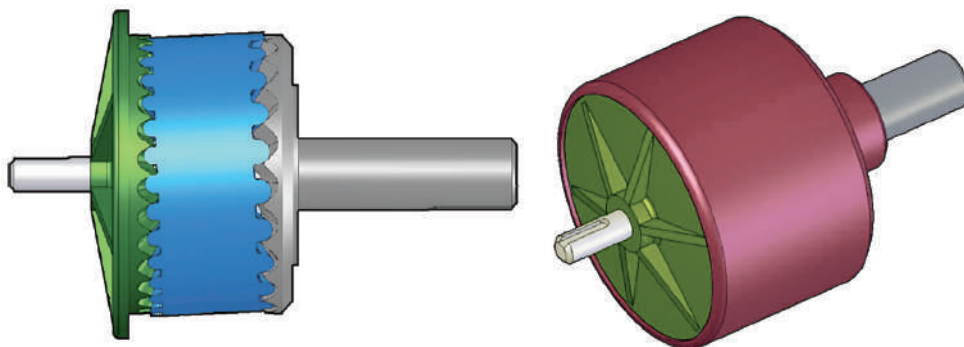
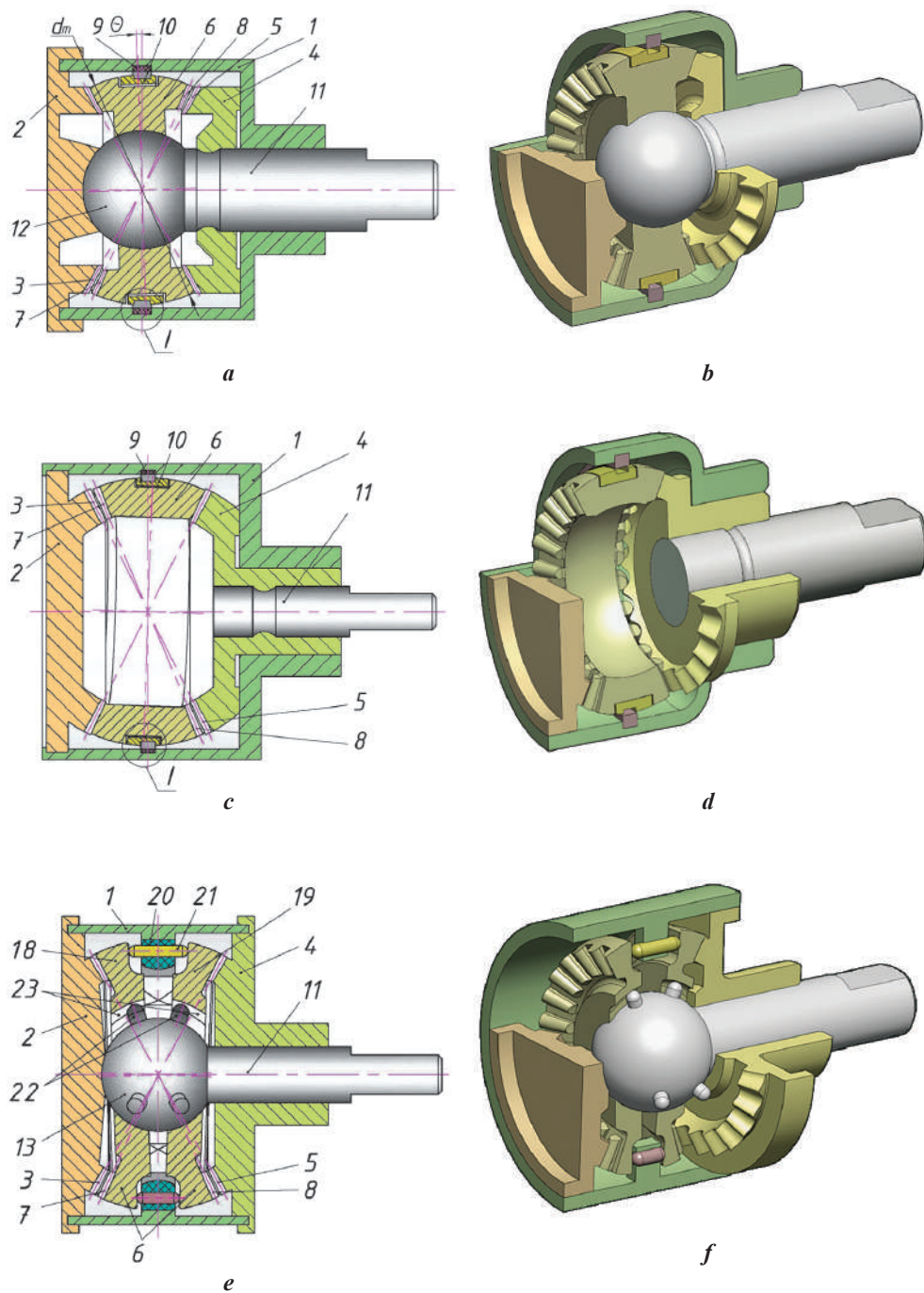
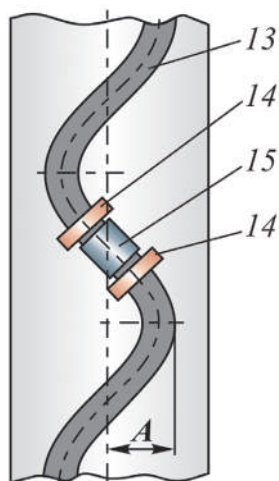


Fig. 6.15. Modelul 3D al minireductorului planetar precesional.



**Fig. 6.16.** Structuri cinematice și modele 3D ale mini motoreductoarelor planetare precesionale [7].



**Fig. 6.17.** Vederea 1 din fig. 6.16 a, b cu componentele piezoelementelor.

le 9, amplasate uniform pe perimetrul inelului 10, arborele condus 11 și reazemul sferic 12. Pe suprafața exterioară sferică a satelitului 6 (fig. 6.17) este executată o canelură sinusoidală cu o singură perioadă 13, cu care interacționează transductorii transversali 14 și cel longitudinal 15 ai piezoelementelor 9. La acționarea consecutivă a transductorilor 14 și 15 ai piezoelementelor 9 (în număr de cel puțin trei), amplasați simetric pe perimetrul inelului 10, ei vor aduce satelitul 6 cu canelura 13 în zona de acțiune a transductorilor 14 și 15, astfel ca linia de simetrie a canelurii 13 să coincidă cu axa de simetrie a transductorilor transversali 14 și longitudinal 15, generând mișcarea precesională a satelitului 6 în jurul centrului de precesie  $O$  – punctul de intersecție a axei arborelui condus 11 cu generatoarele dinților roților centrale 3 și 5 și a coroanelor danturate 7 și 8 ale satelitului 6.

În varianta constructivă a mini piezo – motor –reductorului precesional conform fig. 6.16 c, d, satelitul 6 este amplasat liber (fără sprijin) cu autoașezare între coroanele danturate ale roților dințate fixă 3 și mobilă 4. Acest lucru asigură simplificarea constructivă a mini – piezo -motoreductorului planetar precesional și reducerea costurilor de producere.

În motoreductorul precesional din fig. 6.16 e, f satelitul 6 este executat din două părți componente – 18 și 19, între flanșele interioare ale cărora pe ghidaje în inelul 20 sunt amplasate simetric pe perimetru elementele 21 (cel puțin trei elemente amplasate la unghiul de  $120^\circ$ ), executate din material cu memoria formei (de ex., din aliajul nitinol (NiTi)). Părțile 18 și 19 sunt legate cinematic cu capătul sferic 13 al arborelui condus 11 prin intermediul degetelor 22. La încălzirea consecutivă a elementelor 21, amplasate pe perimetrul inelului 20, ele își modifică lungimea, ge-

mentele minireductorului precesional sunt elaborate cu posibilitatea asamblării automatizate a acestuia. Simplitatea constructivă (include doar 4 componente de bază) deschide perspective largi pentru utilizarea mini - motoreductorului elaborat în diverse mini- și micro sisteme mecanice.

În fig 6.15 este prezentat modelul 3D computerizat al minireductorului planetar precesional într-o altă variantă constructivă. Construcția coaxială a minireductorului și elaborarea constructivă specială a elementelor lui asigură asamblarea lui robotizată, fapt ce conduce la reducerea costurilor sumare.

O construcție foarte compactă are mini piezo - motoreductorul precesional, prezentat în fig. 6.16 a, b [7], care include carcasa 1 cu capacul lateral 2, executat împreună cu roata dințată centrală fixă 3, roata dințată centrală mobilă 4 cu coroana danturată 5, satelitul 6 cu coroanele danturate 7 și 8, vibromotorul compus din piezoelementele 9,



nerând deplasări axiale ale părților satelitului 18 și 19, asigurând astfel angrenarea dinților părților 18 și 19 cu dinții roților centrale 3 și 5.

Construcția simplă (include doar 5 elemente de bază) și susceptibilă automatizării procesului de asamblare, rapoartele de transmitere foarte largi (până la  $i = -10\,000$  într-o singură treaptă, realizate doar cu 5 elemente), tehnologiile înalt productive de fabricare bazate prin metodele turnării din mase plastice și sinterizării din pulberi metalice, asigură perspective largi de utilizare a mini - motoreductoarelor precesionale în diverse mini- și micro sisteme.

#### **6.4. Mecanisme de acționare precesionale cinematice pentru aparate cosmice de zbor (*elaborări la solicitarea Institutului de Cercetări Cosmice, întreprinderilor Kometa nr. 4805, URSS*)**

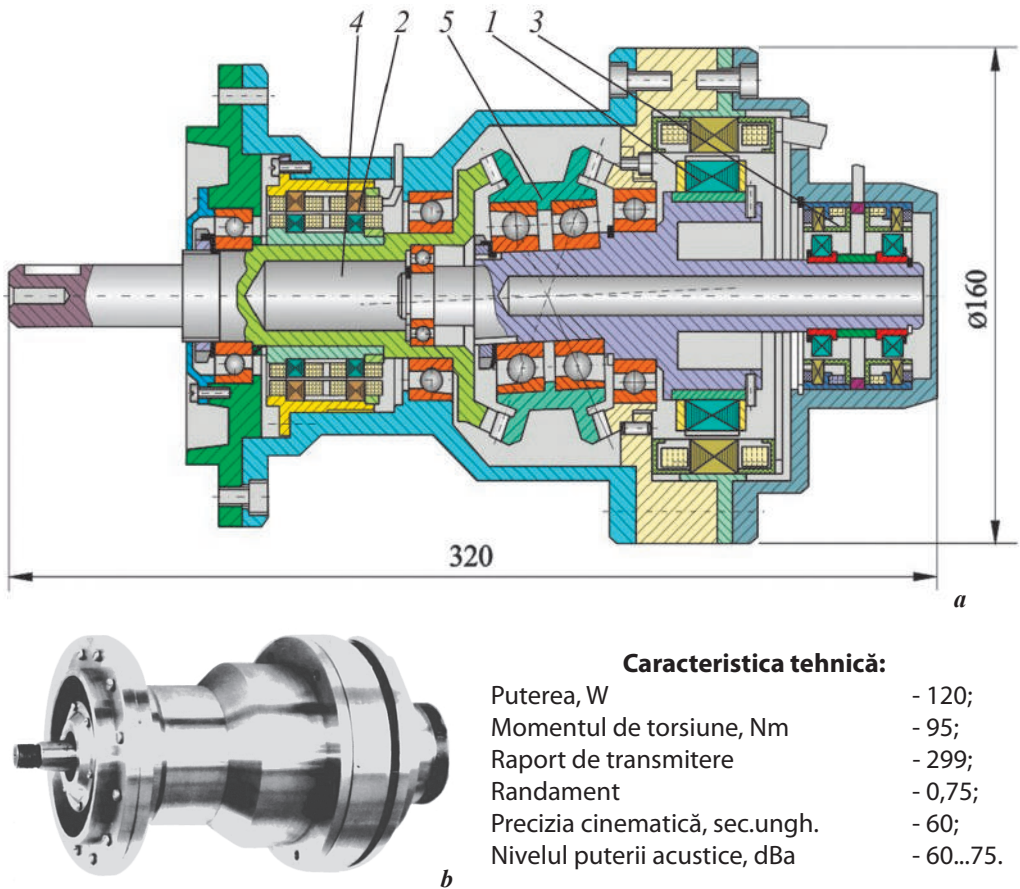
Industria aerospațială se confruntă cu probleme acute privind limitările de spațiu și de masă (transportarea în cosmos pe orbită joasă a 1 kg al obiectului spațial costă aproximativ 20000 Euro, iar pe orbite heliostaționare – 80–100 mii Euro), de aceea este domeniul în care micro sistemele sunt cele mai așteptate. Micro sistemele electromecanice (MSEM) în industria aerospațială sunt folosite în: instrumentația cabinelor aparatelor de zbor; microsateliți; sisteme de comandă și control; sisteme de dirijare inerțială cu microgiroscoapele, accelerometrele și giroscoapele din fibre de sticlă; sisteme de putere integrate cu celulele fotovoltaice; sisteme de propulsie etc.

Un avantaj esențial al TPPC, și anume precizia cinematică înaltă (30-40 sec. unghiulare), a determinat cooperarea cu Institutul de Cercetări Cosmice din URSS, cu întreprinderea *Kometa* și cu Întreprinderea Militară nr. 4805 din Krasnoiarsk. Deoarece lubrifianții lichizi nu pot fi utilizați în spații vidate, un alt avantaj al funcționării TPPC în vid este posibilitatea fabricării roților dințate din pulberi metalici cu conținut de lubrifianți solizi ( $\text{MoS}_2$ , grafit ș.a.). În cadrul acestor cooperări au fost elaborate 3 proiecte de module electromecanice în baza TPPC pentru tehnica cosmică de zbor, care s-au finalizat cu fabricarea mostrelor experimentale. În baza proiectului elaborat de autori din materiale aduse din Krasnoiarsk, la întreprinderea *Schyotmash* din Chișinău a fost fabricată mostra de bord a modulului electromecanic în baza TPPC pentru Stația Cosmică de Zbor Interplanetar *Vega* [3].

##### **6.4.1. Modul electromecanic precesional pentru acționarea de urmărire cu precizie înaltă a platformei de scanare a aparatului cosmic de zbor (*elaborare la solicitarea întreprinderii Kometa*)**

Precizia cinematică înaltă, dimensiunile de gabarit și masă reduse (parametri extrem de importanți pentru aparatele cosmice de zbor) asigurate de posibilitățile cinematice largi și capacitatea portantă ridicată a transmisiilor planetare precesionale au deschis posibilități largi de utilizare a lor în structura diferitelor mecanisme de acționare pentru

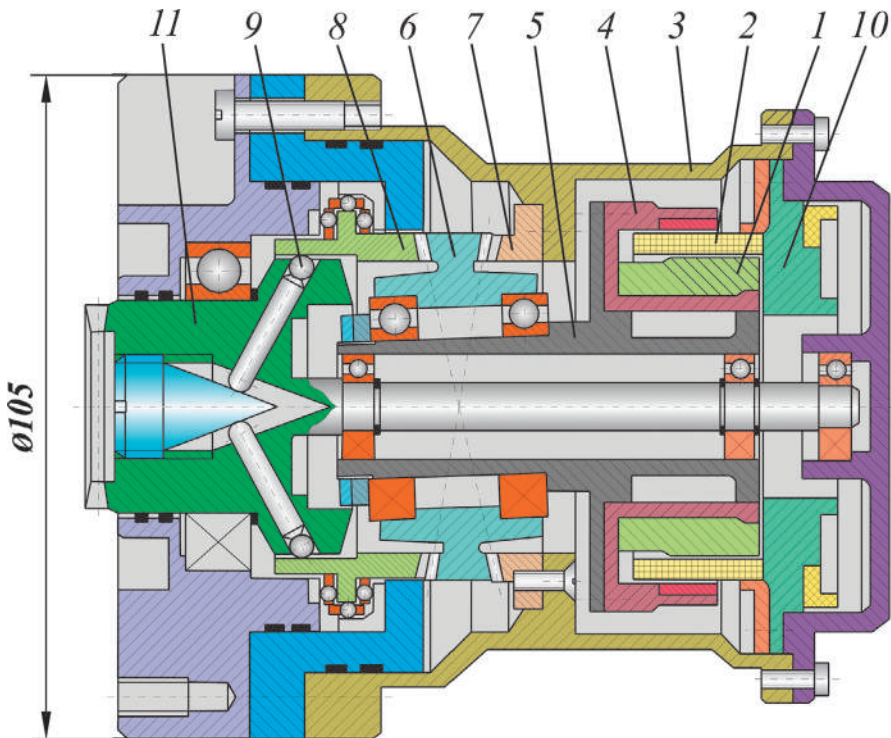
aparate cosmice. La solicitarea întreprinderii *Kometa* (or. Moscova, Rusia), autorii au elaborat un modul electromecanic în două variante în baza schemei structurale a transmisiei precesionale cinematice  $2K-H$  [fig. 1.45]: cu angrenaj multiplu cu dinți (fig. 6.18 a) și cu bolțuri [3]. Modulul include electromotorul de moment 1 *DMB 120-1-0,2-2*, traductorii *VT 60-12-0,4-0,16* (2 și 3) de control al poziției arborelui condus 4 al reductorului precesional 5. Multiplicitatea înaltă a angrenajului și profilul dinților adecvat mișcării precesionale a satelitelui asigură modulelor precizie cinematică deosebită. **Caracteristicile tehnice:** raportul de transmitere  $i = -299$ ; randamentul la sarcina nominală  $T = 60 \text{ Nm}$  și prestrângere în angrenaj (pentru a evita jocurile) este momentul de pornire  $T_p = 320 \text{ g.cm}$ ; rigiditatea torsională  $- 1,5 \cdot 10^5 \text{ Nm/rad}$ ; precizia cinematică Angrenajul este fără joc reversibil. În baza documentației tehnice elaborate a fost fabricat prototipul industrial al modului electromecanic (fig. 6.18 b) [3].



**Fig. 6.18.** Modul electromecanic pentru acționarea de poziționare a platformei de scanare a aparatului cosmic de zbor: a) proiect tehnic; b) imagine prototip industrial [3].

**6.4.2. Module electromecanice pentru acționarea tehnicii cosmice  
(elaborare la solicitarea Institutului de Cercetări Cosmice  
din Moscova, Rusia)**

În baza transmisiei planetare precesionale cinematice  $2K-H$  cu angrenaj multiplu convex-concav, în colaborare cu Institutul de Cercetări Cosmice din Moscova, Rusia, autorii au elaborat o serie de module electromecanice cu destinație specială. Modulul electromecanic special (fig. 6.19) [3] include un electromotor special 1 cu puterea  $P = 0,08 \text{ kW}$ , al cărui stator 2 este fixat în corpul 3, rotorul 4 fiind instalat pe arborele-manivelă tubular 5. Pe manivela 5 este amplasat satelitul 6, ai cărui dinți în arc, angrenează cu dinții roților centrale fixă 7 și mobilă 8, care au profilul convex-concav. Roata mobilă 8 este legată cu arborele condus 11 prin intermediul unui cuplaj de siguranță cu bile 9. În partea dreaptă-spate a modulului este fixat traductorul de dirijare 10 a arborelui condus 11. Raportul de transmitere realizat este egal cu  $2115$ . Satelitul 6 cu dinți în arc de cerc a fost executat din pulbere metalică de marca *PJV 2.160.24* (GOST 9849-86), obținută prin încălzire în atmosferă de reducere cu carbon solid (recoacere de difuzie), fapt ce asigură duritate înaltă flancurilor active ale dinților. Deoarece în condiții de vid uleiurile lichide se evaporă, pentru reducerea



**Fig. 6.19.** Modul electromecanic precesional pentru poziționarea antenelor tehnicii cosmice[3].

pierderilor la frecarea de alunecare dintre dinții roților dințate angrenate satelitul a fost supus unui tratament de îmbibare cu ulei sau lubrifianți solizi ( $\text{MoS}_2$ , grafit ș.a.). Modulele au fost proiectate la Universitatea Tehnică a Moldovei și fabricate la uzina *Signal*, Chișinău.

**Caracteristicile tehnice:**

puterea,  $W - 80$ ;

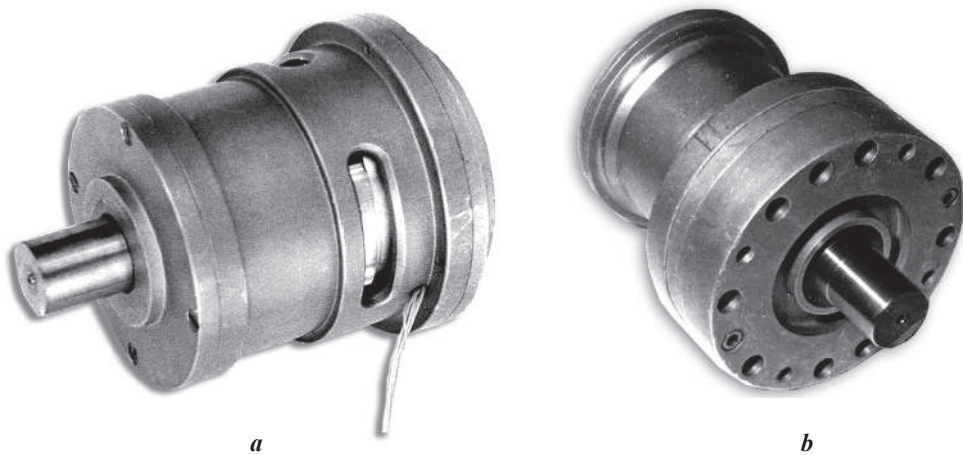
raport de transmitere  $- 2115$ ;

randament  $- 0,6$ ;

precizie cinematică, *sec.ungh.*  $- 70$ ;

nivelul puterii acustice, *dBa*  $- 60...75$ .

La solicitarea Institutului de Cercetări Cosmice din Moscova (Rusia), în baza documentației tehnice elaborate autorii au fabricat două variante constructive de module electromecanice precesionale cu destinație specială, prezentate în fig. 6.20, *a*, *b*. Mini-reductoarele planetare precesionale elaborate au fost fabricate din materialele recomandate de beneficiar. Roțile dințate centrale au fost executate din oțel aliat  $42\text{CrMoWCl}$ , duritatea  $58...62 \text{ HRC}$ . Blocul-satelit cu două coroane danturate a fost fabricat din pulberi metalice cu conținut de  $\text{MoS}_2$  (în calitate de lubrifianț solid) prin presare dublă cu sinterizare prin încălzire până la temperatura de  $900^\circ\text{C}$  în atmosferă de bor. Acest lucru a asigurat majorarea durității superficiale a dinților. Arborele de ieșire a fost executat din titan destinat funcționării în condiții cosmice. Pentru carcasă și capace a fost utilizat aliajul de aluminiu  $\text{AlSi1MgMn}$ , tratat superficial prin anodare.



**Fig. 6.20.** Module electromecanice precesionale pentru acționarea mecanismelor aparatelor cosmice de zbor: a) puterea  $N = 0,08\text{kW}$ , raportul de transmitere  $i = -2115$ ; b) puterea  $N = 0,08\text{kW}$ , raportul de transmitere  $i = -840$  [3].

## **6.5. Mecanisme de acționare pentru industria de automobile**

Transmisiile mecanice utilizate în mecanismele de acționare ale sistemelor de deschidere – închidere a ferestrelor automobilului, de curățire a parbrizului, de reglare a poziției scaunelor, retrovizoarelor, climatizoarelor, în suspensia automobilului etc. trebuie să fie tot mai compacte, fiabile, cu nivel redus de zgomot și vibrații și să posede masă redusă. Transmisiile planetare precesionale cinematice satisfac în mare măsură aceste cerințe formulate.

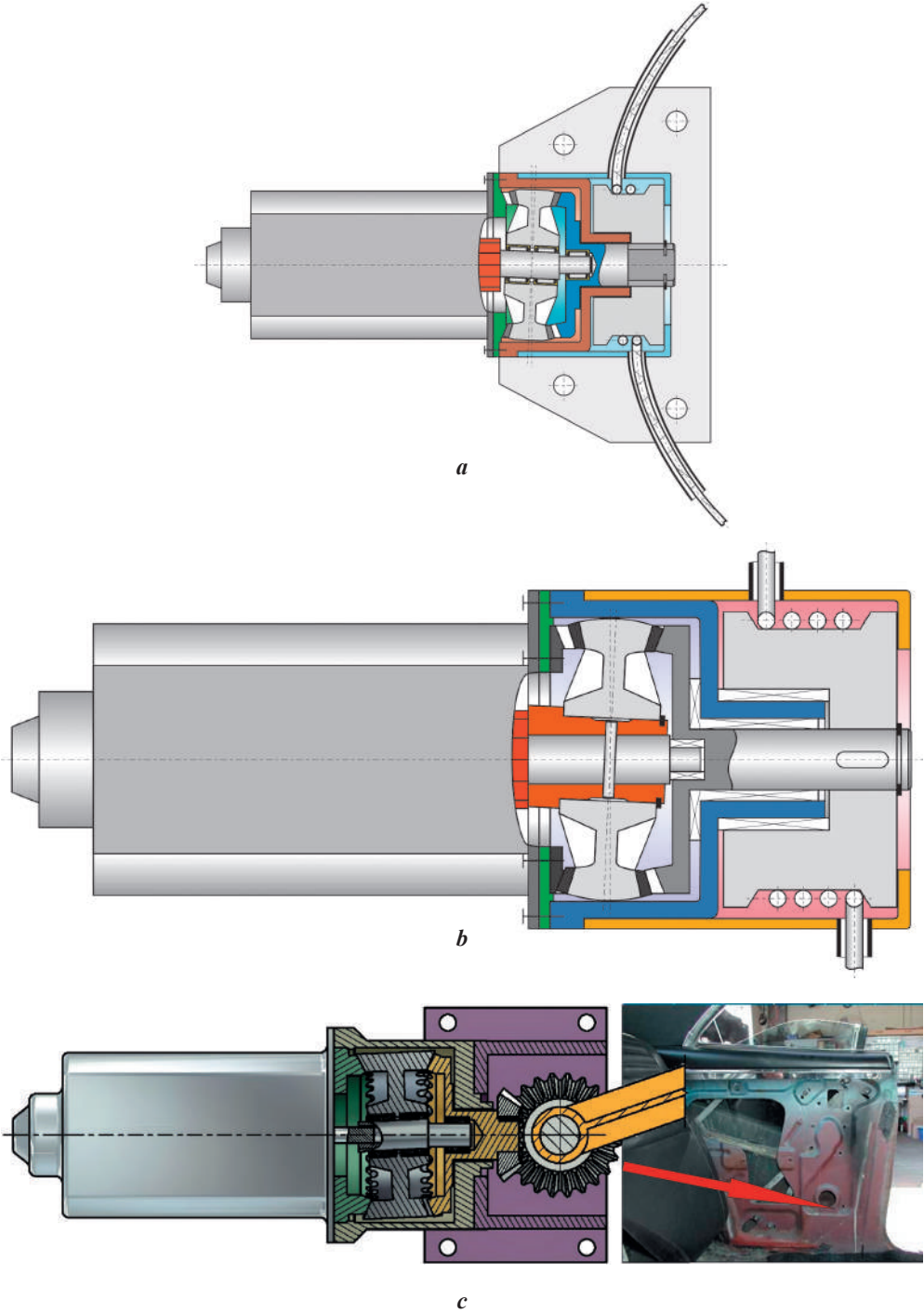
### ***6.5.1. Mecanisme precesionale de acționare a ferestrelor automobilului de marca FORD (elaborare la solicitarea firmei DURA- FORD, Detroit, SUA)***

La solicitarea Firmei *DURA* din SUA, conform sarcinii tehnice în baza transmisiilor precesionale au fost elaborate două variante de mecanisme de acționare a ferestrelor automobilului de marca *FORD*. În acest scop a fost elaborată și brevetată o structură cinematică nouă [8]. Mecanismul de acționare a fost proiectat pentru a fi fabricat completamente din masă plastică (fig. 6.21 *a, b, c*) în două variante: cu lagăre de rostogolire (cu ace) (fig. 6.21 *a*) și cu lagăre de alunecare (fig. 6.21 *b*). O particularitate constructivă importantă este instalarea blocului-satelit pe manivelă direct pe capătul rotorului motorului electric. **Caracteristicile tehnice** ale mecanismului de acționare sunt: momentul de torsiune maxim –  $25 \text{ Nm}$ ; raportul de transmitere –  $144$ ; randamentul –  $0,8$ ; nivelul de vibrații și zgomot –  $45 \text{ dB}$ ; diametrul exterior al carcasei –  $60 \text{ mm}$ ; turația la intrare –  $8000 \text{ min}^{-1}$ .

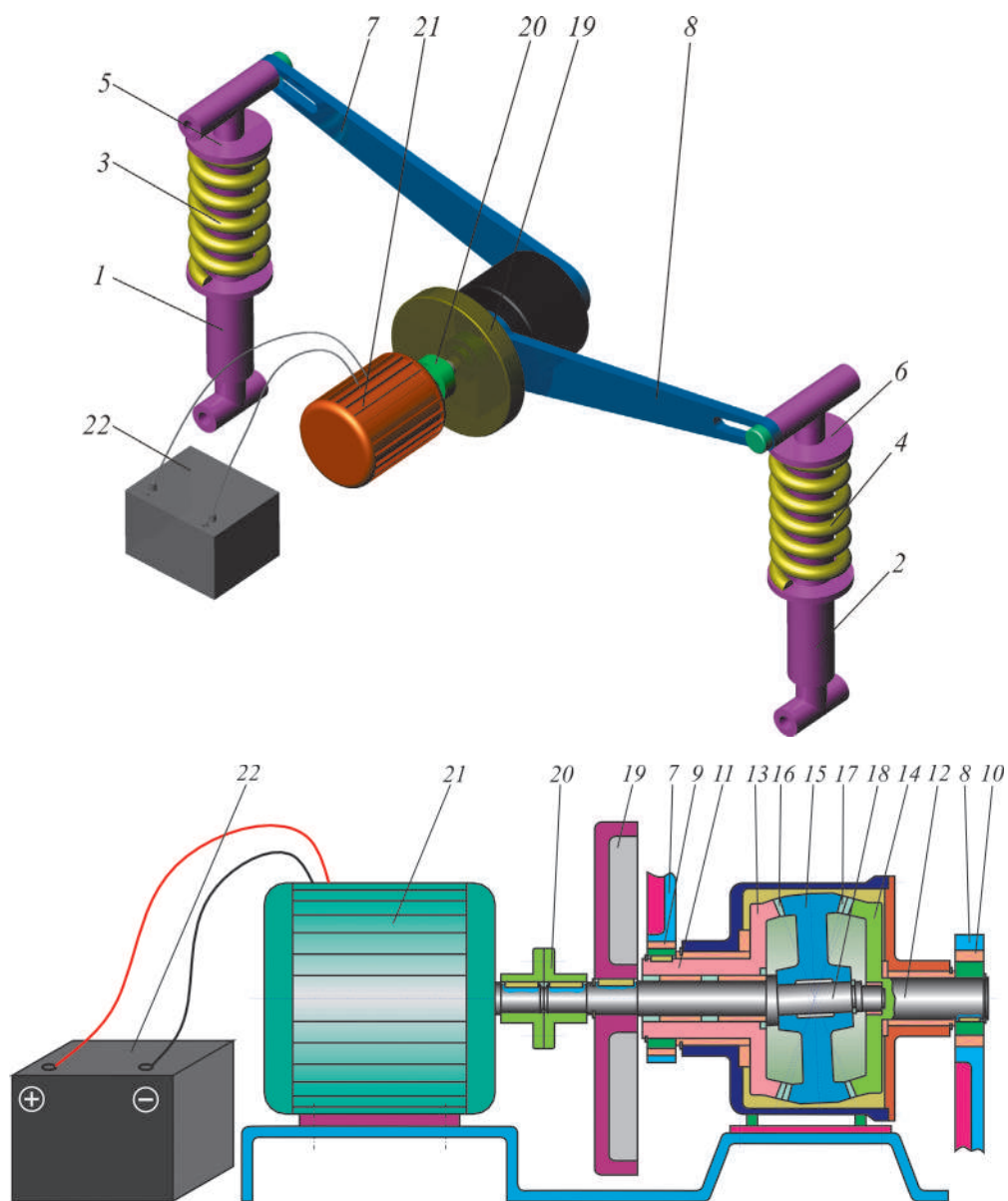
### ***6.5.2. Mecanism de acționare precesional în suspensia automobilului***

Călătoria cu un automobil, un jeep, de exemplu, pe un drum accidentat este dificilă. Mersul înainte al automobilului este însoțit de o serie de salturi și coborâri, lucru neplăcut pentru pasageri. Pentru înlăturarea acestui neajuns autorii vin cu o soluție tehnică interesantă de suspensie, care asigură amortizarea mișcărilor verticale ale caroseriei mijlocului de transport și generarea energiei electrice pentru încărcarea acumulatorului.

Suspensia mijlocului de transport din fig. 6.22 *a* [19] include cilindrii 1 și 2, legați cu osiile roților, și arcurile 3 și 4. Tijele 5 și 6 ale pistoanelor sunt legate prin intermediul levierelor 7 și 8 și al cuplajelor unisens 9 și 10, cu arborii conducători 11 și 12 ai transmisiei planetare precesionale cinematice legați rigid cu roțile dințate centrale 13 și 14, între care este amplasat blocul- satelit 15 cu coroanele danturate 16 și 17 instalat pe arborele manivelă 18. Pe porțiunea dreaptă a arborelui-manivelă 18 este instalat volantul 19. Arborele 18 este legat prin cuplajul 20 cu generatorul electric 21.



**Fig. 6.21.** Mecanisme de acționare precesională a ferestrelor automobilului de marca FORD ( $T = 25, Nm, i = -144$ ) [18].



**Fig. 6.22.** Suspensia automobilului cu regenerarea energiei mișcărilor verticale ale caroseriei [19].

Mișcările verticale relative ale tijelor 5 și 6 se transformă în mișcări alternative de rotație ale levierelor 7 și 8 cu sens diferit. Cu ajutorul cuplajelor unisens 9 și 10, arborilor 11 și 12 li se transmit doar componentele mișcării de rotație alternativă a levierelor 7 și 8, care au aceeași direcție. Mișcarea de rotație a arborilor 11 și 12 se

transmite consecutiv roților dințate centrale 13 și 14 care, angrenând cu coroanele danturate 16 și 17 ale blocului-satelit 15, îl antrenează pe ultimul în mișcare de precesie multiplicată care se transformă în mișcare de rotație multiplicată a arborelui 18. În rezultat arborele 18 se va roti cu gradul de multiplicare:

$$i_1 = -\frac{z_{13}z_{17} - z_{16}z_{14}}{z_{16}z_{14}}, \text{ când arborele } 11 \text{ și roata centrală } 13 \text{ sunt imobile};$$

$$i_2 = -\frac{z_{14}z_{16} - z_{13}z_{17}}{z_{13}z_{17}}, \text{ când arborele } 12 \text{ și roata centrală } 14 \text{ sunt imobile},$$

unde  $z_{13}$ ,  $z_{14}$  sunt numerele de dinți ai roților dințate centrale 13 și 14;

$z_{16}$ ,  $z_{17}$  – numerele de dinți ai coroanelor danturate 16 și 17 ale blocului- satelit 15.

Aceste mișcări discrete se sumează într-o mișcare continuă, uniformizată cu ajutorul volantului 19 și transmisă arborelui generatorului electric 21. Energia electrică generată de generatorul 21 alimentează acumulatorul 22. Astfel, suspensia propusă asigură amortizarea mișcărilor verticale ale caroseriei mijlocului de transport și generarea energiei electrice pentru încărcarea acumulatorului.

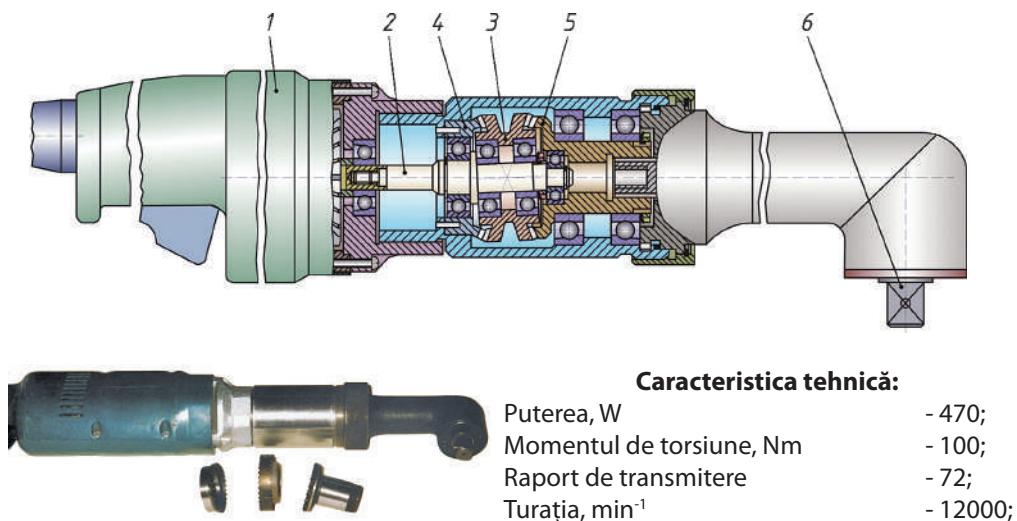
## **6.6. Reductoare planetare precesionale cinematice în mecanisme de acționare a utilajului tehnologic**

Automatizarea proceselor de asamblare, procese care ocupă până la 35% din volumul de lucru consumat la execuția unei mașini, este o problemă destul de stringentă. De aceea, crearea utilajului tehnologic cu performanțe ridicate ar fi un pas spre rezolvarea acestei probleme. Posibilitățile cinematice deosebit de largi, simplitatea constructivă, tehnologiile de fabricare simple, bazate pe metodele moderne de sinterizare din pulberile metalice și de turnare din mase plastice, gabarite și mase reduse, toate aceste avantaje au deschis perspective largi transmisiilor precesionale în construcția mecanismelor de acționare a utilajului tehnologic.

### **6.6.1. Chei electromecanice cu transmisii planetare precesionale cinematice (elaborare la solicitarea AP AvtoVAZ, or. Toliati, Rusia)**

La baza reductorului precesional al cheilor electromecanice elaborate se află schema 2K-H [fig. 1.45] cu angrenaj convex-concav. Cheia electromecanică (fig. 6.23) [10] include electromotorul special 1 de turație înaltă, al cărui arbore este legat prin filet de arborele-manivelă 2 al reductorului precesional, pe care este montat satelitul 3 cu două coroane danturate cu profil în arc de cerc, care angrenează cu roțile centrale conice 4 și 5. Ultima este legată de arborele- portsculă 6 printr-o transmisie conică ortogonală. Roțile dințate 4 și 5 cu profil convex-concav al dinților și satelitul 3 au fost executate din pulberi metalice în forme de presare cu matrițe cu profil negativ al dinților, executate conform tehnologiei descriese în capitolul

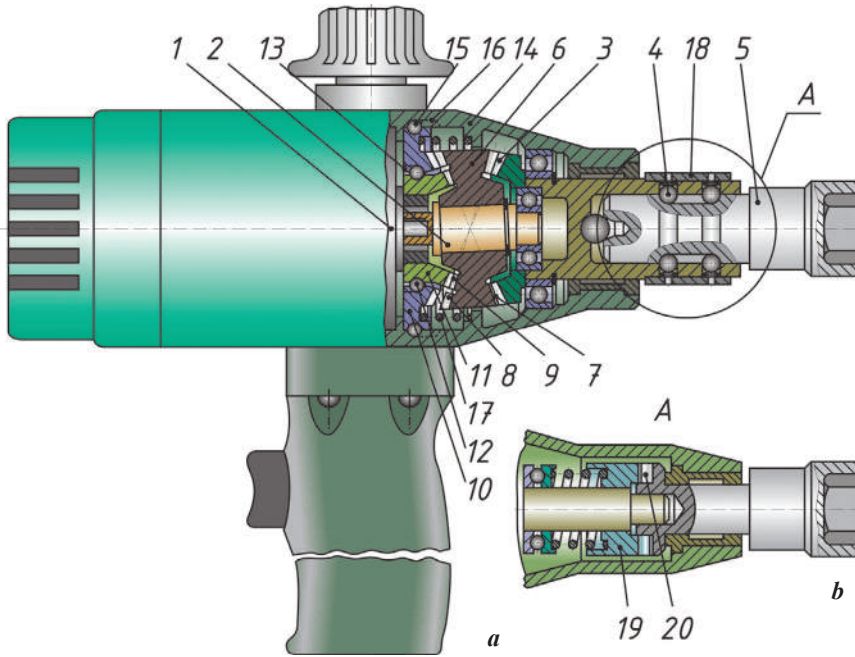




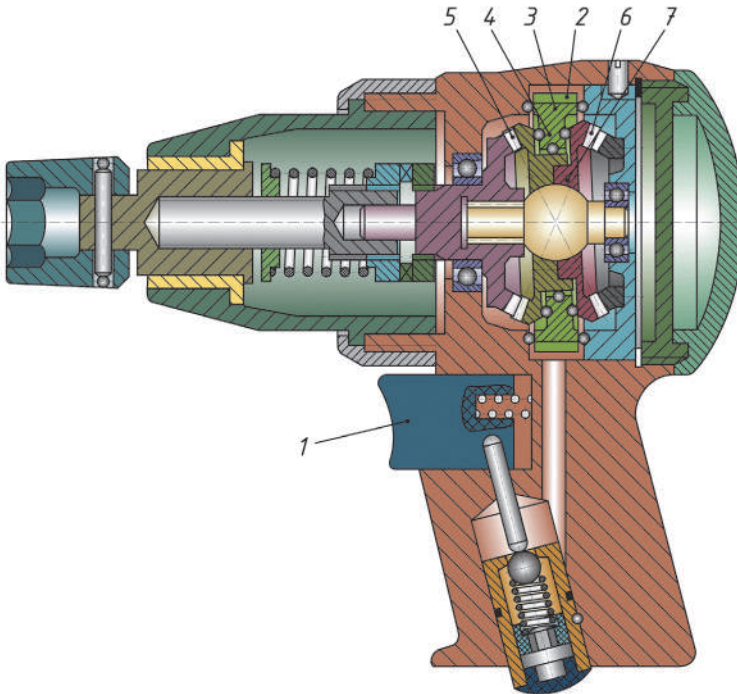
**Fig. 6.23.** Cheie electromecanică ortogonală cu transmisie precesională 2K-H [10].

2. Angrenajul și rulmenții se ung cu unsoare consistentă. Proiectarea reductorului precesional cinematic al cheii electromecanice a fost efectuată de autori la solicitarea asociației de producere *AvtoVAZ* (or. Toliati, Rusia). Drept prototip a fost luată cheia electromecanică produsă de Firma *Boch*. **Caracteristicile tehnice:** puterea electromotorului  $P = 470 \text{ W}$ ; momentul maxim de înșurubare  $100 \text{ Nm}$ ; raportul de transmitere al reductorului  $i = - 72$ ; turația arborelui motor  $n = 12000 \text{ min}^{-1}$ .

**Cheia electromecanică** din fig. 6.24, a [10] include electromotorul 1, reductorul precesional 2, a cărui roată condusă 3 este legată prin cuplajul de siguranță cu plăci arcuite 4 de arborele-portsculă 5. Blocul-satelit 6 are într-o parte o coroană danturată 7, care angrenează cu roata condusă 3, iar pe partea opusă – două coroane danturate 8 și 9, care angrenează cu două roți centrale 10 și 11, care vin în contact cu bilele 12 amplasate între dinții frontali 13 ai roții 10. Ultima este legată de corpul 14 cu ajutorul bilelor 15, amplasate în canalele înclinate 16. Reductorul precesional permite obținerea a două viteze de lucru, fapt ce lărgeste simțitor posibilitățile tehnologice ale cheii. La creșterea momentului de înșurubare la portsculă bilele 15, învingând rezistența arcului 17 și acționând asupra pereților canelurilor înclinate, deplasează roata centrală 10 în direcție axială, asigurând angrenarea ei cu coroana danturată 8 a satelitului 6 și decuplarea ei de roata centrală 11. La creșterea în continuare a momentului de înșurubare, bilele cuplajului de siguranță 4 înving rezistența de arcuire a plăcilor inelului 18, ieș din canalele arborelui-portsculă. Cheia electromecanică din fig. 6.24 b este asigurată cu cuplajul de siguranță 19 cu saboți arcuiți în direcție axială, care îndeplinesc atât funcția de protecție a cheii contra suprasarcinilor, cât și cea de comunicare la arborele-portsculă a loviturilor tangențiale ce apar la ieșirea – intrarea saboților 20 din angrenare. Acest efect asigură înșurubarea pieselor filetate cu un moment de înșurubare mai redus.



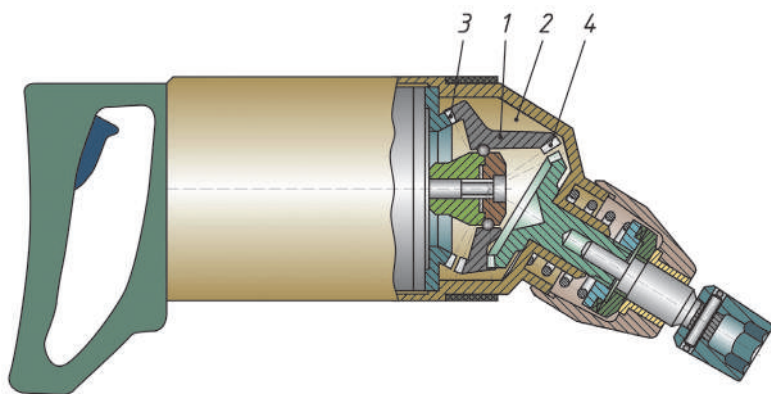
**Fig. 6.24.** Cheie electromecanică transmisie precesională 2K-H și cuplaj de siguranță [10].



**Fig. 6.25.** Cheie pneumatică transmisie precesională 2K-H și cuplaj de siguranță [11, 12].

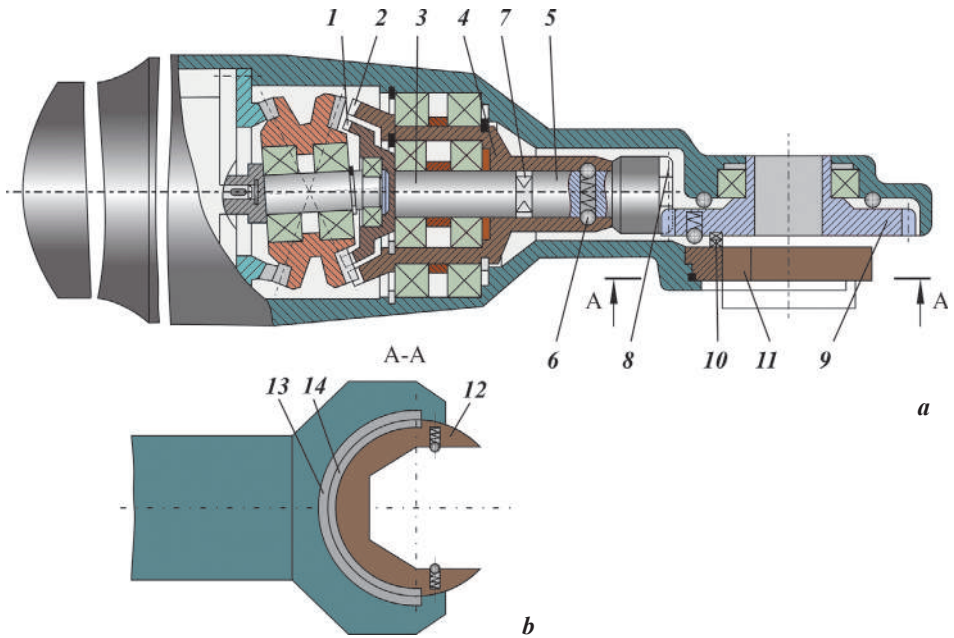
Cheia mecanică din fig. 6.25 [11, 12] este cu acționare pneumatică. Jetul de aer comprimat, reglat de întrerupătorul 1, acționează asupra paletelor 2 ale roții de lucru 3, al cărei butuc înclinat 4 este amplasat pe corpuri de rulare între coroanele danturate 5 și 6 ale satelitelui 7. Mișcarea de rotație a roții de lucru 3, datorată înclinării butucului 4, se transformă în mișcare de precesie a satelitelui 7. În continuare, cheia mecanică funcționează similar cu cea din cazul precedent.

Pentru efectuarea înșurubării pieselor filetate sub un unghi  $45^\circ > \alpha > 0$ , se pune cheia electromecanică (fig. 6.26) [13], în care blocul-satelit 1 al reductorului precesional 2 este executat cu un unghi oarecare între axele conului de dispunere a coroanelor danturate 3 și 4. Principiul de funcționare este similar cu cel al cheii din fig. 6.24.

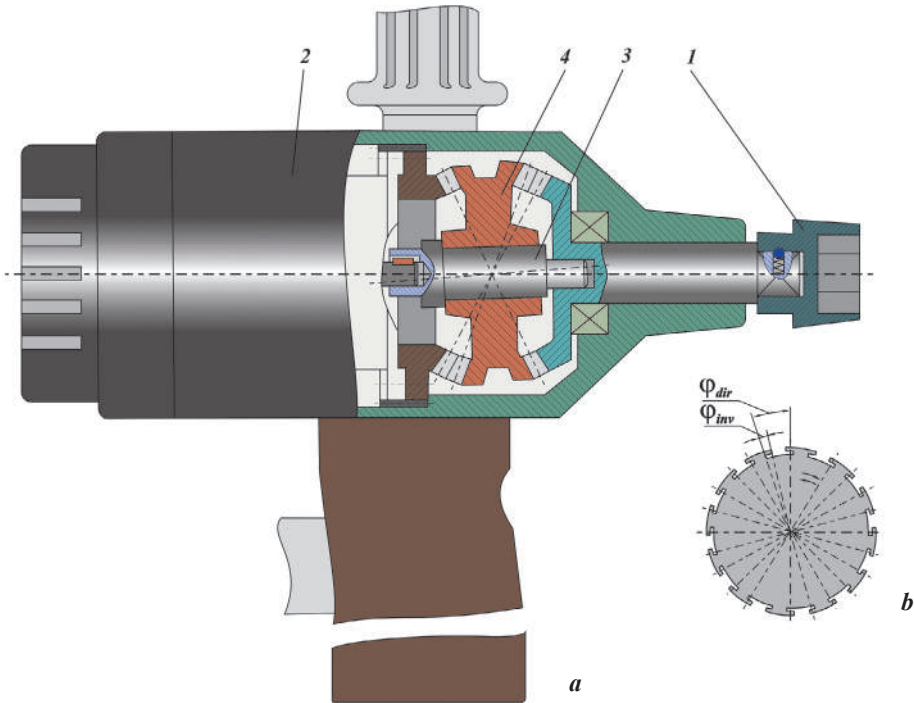


**Fig. 6.26.** Cheie electromecanică cu transmisie precesională 2K-H pentru efectuarea înșurubării pieselor filetate sub un unghi de max.  $45^\circ$  [13]

Înșurubarea pieselor filetate sub un unghi de față de axa cheii poate fi asigurată de cheia electromecanică din fig. 6.27 [14]. Mișcarea de rotație redusă se transmite roților centrale conduse 1 și 2, legate cu arborii 3 și, respectiv, 4 (arborele 4 se rotește mai încet). Arborele 4 este legat de arborele intermediar 5 prin bilele tensionate 6, iar arborele 3 – cu ajutorul ambreiajului de cursă liberă 7. Mai departe arborele intermediar 5, prin cuplul de roți dințate 8 și 9 și saboții frontali 10, este legat de portscula 11 tensionată în direcție axială. Pentru reînțoarcerea portsculei 11 (fig. 6.27, b) în poziția inițială, în corpul 12 și în portsculă sunt instalați magneții permanenți 13 și 14. Pentru efectuarea procesului de înșurubare scula se introduce pe piesa de înșurubare, se apasă ușor în direcție axială, pentru a angrena saboții frontali 10, și se conectează electromotorul. La creșterea momentului de înșurubare, bilele, învingând rezistența arcului, decuplează arborii 3 și 5, asigurând transmiterea unui moment de înșurubare mai mare de la arborele 4 prin ambreiajul de cursă liberă la portscula 11.



**Fig. 6.27.** Cheie electromecanică cu transmisie precesională 2K-H pentru efectuarea înșurubării pieselor filetate sub unghi de 90° [14].



**Fig. 6.28.** Cheie electromecanică cu transmisie precesională 2K-H pentru efectuarea înșurubării pieselor filetate cu șocuri [15].

Cheia electromecanică din fig. 6.28 a [15] dezvoltă un moment de înșurubare majorat datorită transmiterii portsculei 1, pe lângă momentul de torsiune dezvoltat de motorul electric 2, și reductorul precesional 3, și a unor micromișcări circulare alternative  $\varphi_{dir}$  și  $\varphi_{inv}$  (fig. 6.28 b) de frecvență înaltă, generate de amplasarea și/sau executarea satelitului 4 cu excentricitate și utilizarea angrenajului precesional cu profil asimetric. Aceste mișcări accelerate asigură generarea unor lovituri de șoc de frecvență înaltă, care acționează asupra piesei filetate, măbind momentul de înșurubare.

### 6.6.2. Șurubelniță electromecanică cu transmisie planetară precesională cinematică (elaborare la solicitarea întreprinderii Electron (Plevna, Bulgaria))

Construcția șurubelniței (fig. 6.29) [16] este similară cu cea a cheii, prezentate în fig. 6.23. Într-un corp din masă plastică sunt asamblate electromotorul 1, reductorul precesional de tip 2K-H constituit din satelitul 2, instalat pe arborele manivelă 3. Satelitul 2 efectuează mișcare sfero-spațială între roțile dințate centrale imobile 4 și mobilă 5, executată dintr-un întreg cu arborele condus. Arborele condus 5 al reductorului precesional este unit cu arborele portsculă 6, dotat cu mecanismul

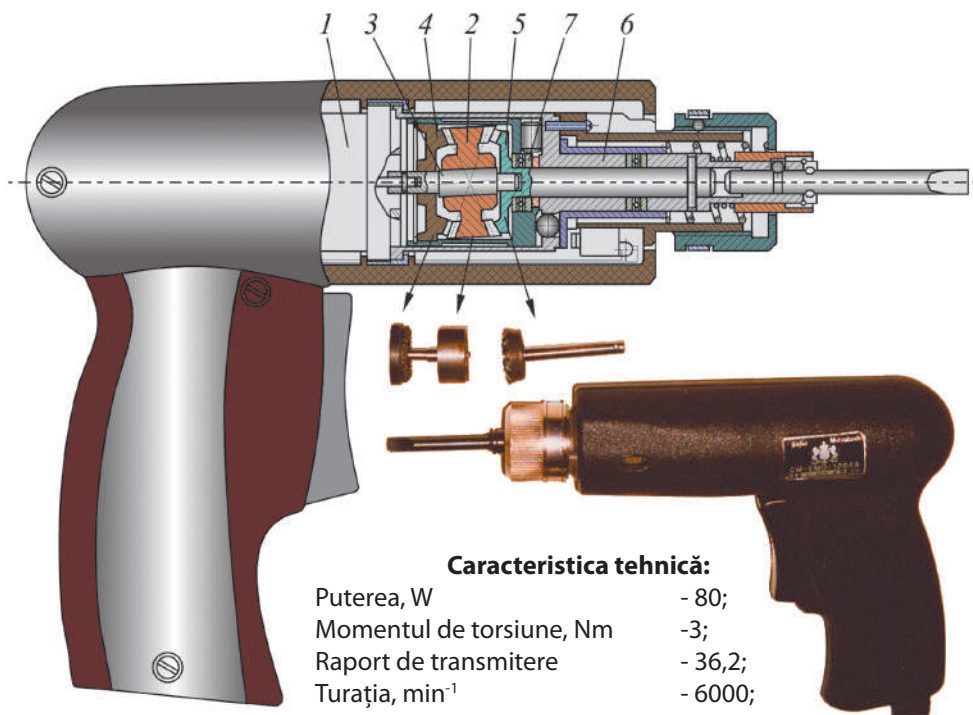
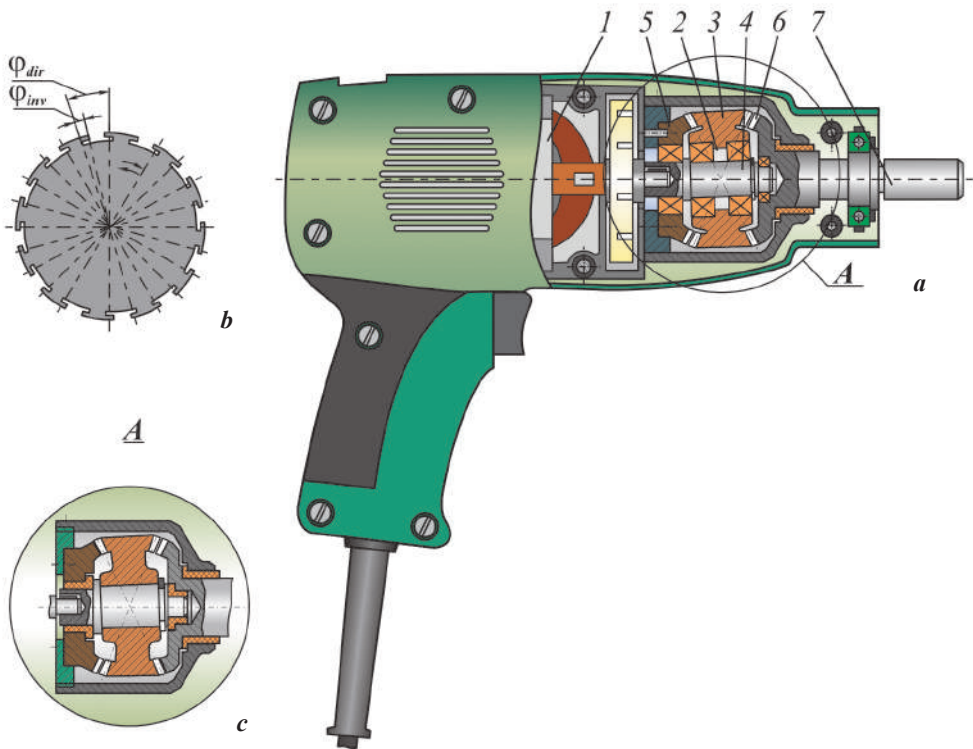


Fig. 6.29. Șurubelniță electromecanică cu transmisie precesională 2K-H [16].

de protecție contra suprasarcinilor 7. Arborii sunt montați pe lagăre de alunecare. Angrenajul se unge cu unsoare consistentă. Proiectarea reductorului precesional a șurubelniței electromecanice a fost elaborată și fabricată de autori la comanda întreprinderii *Electron* (Plevna, Bulgaria). Roțile dințate ale reductorului planetar precesional cinematic au fost executate din pulberi metalice prin presare dublă cu sinterizare. Reductorul a fost încorporat în corpul șurubelniței electromecanice, produse de întreprinderea *Sofia-Mitsukoshi*. **Caracteristicile tehnice:** puterea electromotorului – 80 W; turația electromotorului  $n_m = 6000$ ; raportul de transmitere al reductorului  $i = -36,2$ ; momentul de torsiune la arborele portsculă  $T = 3 \text{ Nm}$ ; turația arborelui portsculă  $n_{a,p} = 500 \text{ min}^{-1}$ .

**6.6.3. Mașini de găurit cu transmisii planetare precesionale cinematice (elaborare la solicitarea întreprinderii Electroaparatura, Tighina, Republica Moldova)**

Mașina de găurit *Albina* (fig. 6.30) include electromotorul de turație înaltă 1, reductorul precesional 2 cu blocul-satelit 3, montat pe manivela 4, și roțile centrale



**Fig. 6.30.** Mașină de găurit (a), schema microdeplasărilor aperișterice alternative ale arborelui-portsculă (b) și reductorul precesional cinematic în secțiune (c).

5 și 6. Roata dințată centrală 6 este executată dintr-un întreg cu arborele-portsculă 7. Pentru a transmite portsculei mișcări de rotație reduse, cu micro-deplasări periferice alternative de înaltă frecvență, profilul dinților roții conduse 6 este elaborat asimetric, iar blocul-satelit este montat pe o manivelă cu excentricitate. Astfel, microdeplasările alternative  $\varphi_{dir}$  și  $\varphi_{inv}$  vor avea frecvența mișcării precesionale a blocului - satelit, adică frecvența rotației electromotorului. Mașina de găurit poate fi elaborată cu reductor precesional, având în componența sa lagăre de alunecare care substituie rulmenții. **Caracteristicile tehnice:** momentul de torsiune – 7 Nm; raportul de transmitere al reductorului  $i = -28$ ; puterea motorului – 620 W; turația motorului – 18000...25000  $min^{-1}$ .

În fig. 6.31 [17] este prezentată o mașină de găurit destinată prelucrării găurilor în materiale dure, fragile. Portscula 1 primește, pe lângă momentul de torsiune transmis de roata dințată condusă 2 a reductorului precesional 3, unele microdeplasări axiale de frecvență înaltă, transmise portsculei de satelitul 4 prin filetul dezaxat 5 cu unghiul de ridicare zero, materializat pe suprafața interioară a satelitelui, executată excentric.

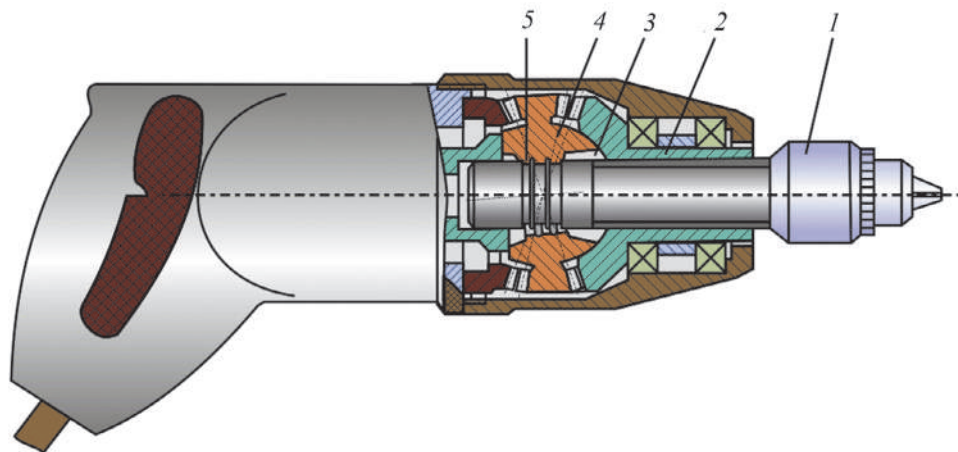
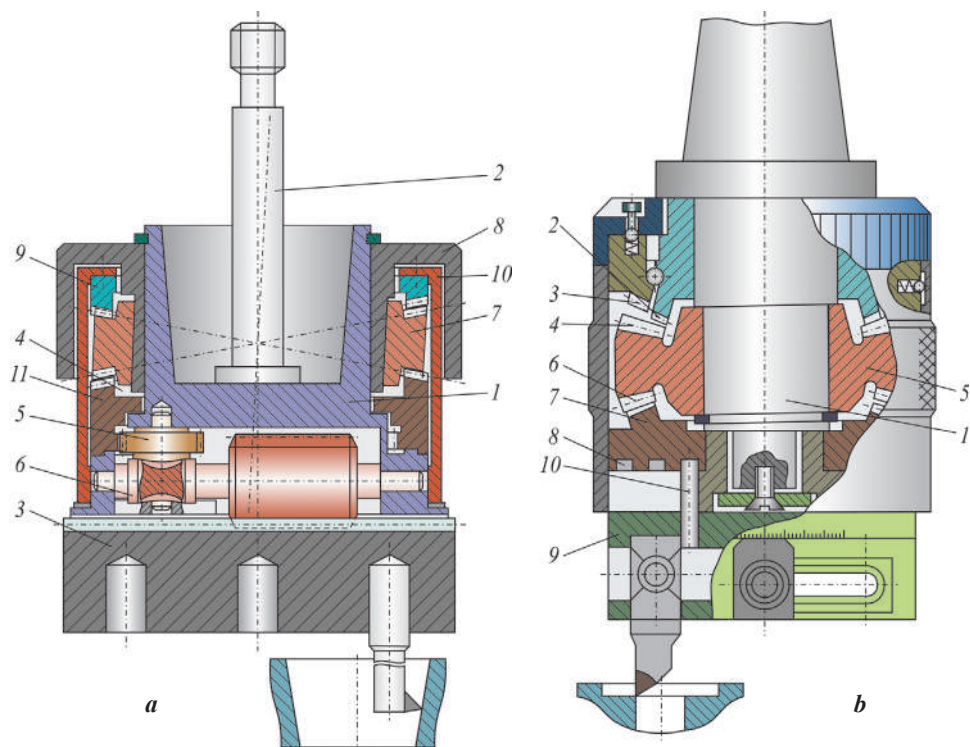


Fig. 6.31. Electromașină de găurit prin șocuri cu transmisie precesională 2K-H [17].

#### 6.6.4. Capuri de alezat cu transmisiile planetare precesionale cinematice

Dimensiunile de gabarit mici și capacitatea portantă ridicată datorită multiplicității angrenării deschid perspective largi de utilizare a TPPC în capuri de alezat. Capul de alezat din fig. 6.32 a [18] include corpul 1 cu tija 2, portcuțitul 3, mecanismul de reducere, care constă din transmisia precesională 4 de tipul 2K-H, transmisia cu roți dințate cilindrice 5 și transmisia cu melc 6. Transmisia precesională include satelitul 7 instalat pe butucul înclinat a brățării 8, roata centrală 9 fixată în corpul 10, roata centrală condusă 11 cu angrenajul cilindric 5. La rotirea tije 2, cu corpul 1 se va roti și roata centrală 9. Pentru avansul radial al cuțitului, trebuie frânată cu mâna



**Fig. 6.32.** Capuri de alezat cu transmisie precesională  $2K-H$ : (a) [18] și (b) [19].

brățara 8. Datorită posibilităților de realizare în transmisia precesională a unei game largi de variații a raportului de transmitere, se lărgeste simțitor gama avansului de lucru a portcuțitului 3. Aceasta asigură alezarea suprafețelor conice, începând cu câteva minute și până la  $45^\circ$  și mai mult.

În fig. 6.32 *b* [19] este prezentat capul de alezat, care asigură două avansuri radiale diferite, datorită reductorului precesional 1 cu două viteze ale reductorului se obțin în urma angrenării consecutive a roților centrale 2 și 3 cu coroana danturată 4 a satelitului 5. A doua coroană 6 a satelitului angrenează cu roata centrală condusă 7, pe a cărei parte frontală este executată o spirală arhimedică 8. Portcuțitul 9 este legat prin știftul 10 cu spirala arhimedică 8, fapt ce-i permite să se deplaseze radial la rotirea redusă a roții centrale conduse 7.

Capul-revolver din fig. 6.33 [20] conține electromotorul 1 cu traductorul poziției unghiulare 2 a arborelui electromotorului, reductorul precesional 3 de tip  $2K-H$  cu angrenaj convex-concav, partea rotativă 4 cu discul de scule 5. Pe butucul roții conice conduse 6 este executat, în interior și exterior, filetul 7, prin care aceasta se leagă de bucșa mobilă 4 și cuplajul cu dinți 8, cuplaj legat la rândul lui de cama de indexare 9. Bucșa rotativă 4 este fixată pe lagărul 10 prin intermediul cuplajului cu



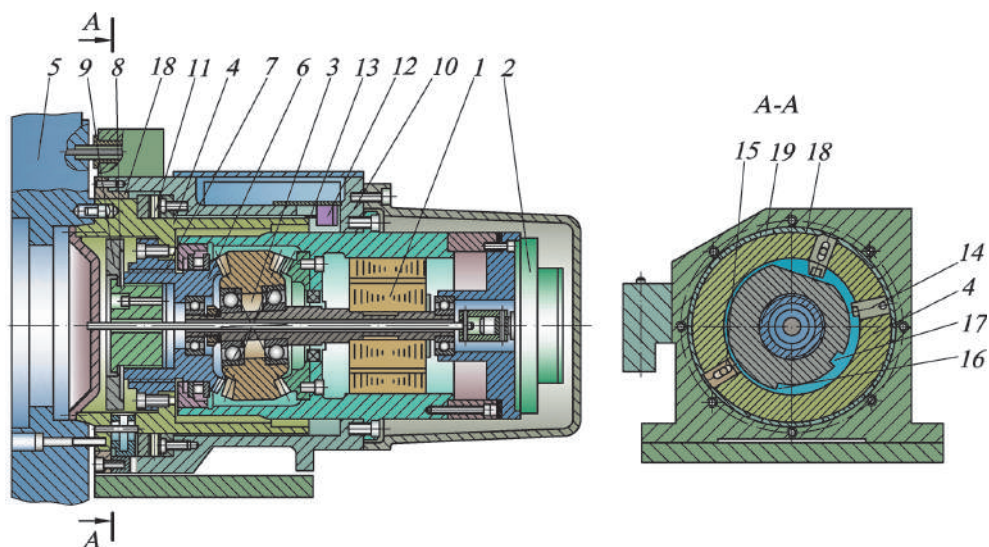


Fig. 6.33. Cap revolver cu transmisie planetară precesională 2K-H [20].

dinți 11. În lagărul 10, vizavi de bușă rotativă 4, sunt montați traductorii 12 pentru poziția unghiulară și microîntrerupătorul 13 de control al cuplajului cu dinți 11. În bușă rotativă 4 sunt executate găuri radiale, în una dintre ele fiind fixat știftul 14, iar în cealaltă fiind montat, cu posibilitatea deplasării axiale, știftul 15 cu capetele teșite. Pe suprafața camei 9 sunt executate pragurile 16 și canalele 17, care vor veni în contact cu știfturile 14 și 15. Pe batiu este fixată flanșa 18, care vine în contact cu bușă rotativă 4. În flanșă sunt executate canalele 19 cu teșituri ce vor veni în contact cu știftul 15. Numărul canalelor este egal cu numărul necesar al pozițiilor capului-revolver. Traductorii și microîntrerupătorul 13 asigură funcționarea capului-revolver cu precizie de poziționare ridicată.

### 6.6.5. Cap de asamblat cu transmisie planetară precesională cinematică

În fig. 6.34 [21] este prezentat un cap de asamblare, care include reductorul precesional 1, în care este asamblat variatorul toroidal 3 (în interiorul butucului satelitului 2), legat de electromotorul 4, și magazia de scule 5, toate fiind amplasate în corpul 6, legat rigid de suportul mobil 7. Osiile rolor 8 ale variatorului toroidal sunt legate de corpul nemișcat 9. Roata condusă 10 a reductorului precesional 1 este legată, prin transmisia cu angrenaj cilindric 11 și bușele canelate 12, de sculele 13. Pentru rotirea arborelui canelat 14 și cuplarea cu altă bușă canelată 12 a altei scule, roata dințată condusă 10 este legată, prin transmisia elicoidală 15 și cuplajul de cursă liberă 16, de brațul 17, tensionat în direcție axială. Mișcarea de rotație redusă de la roata dințată condusă se transmite prin angrenajul cilindric 11, arborele 14 și buc-

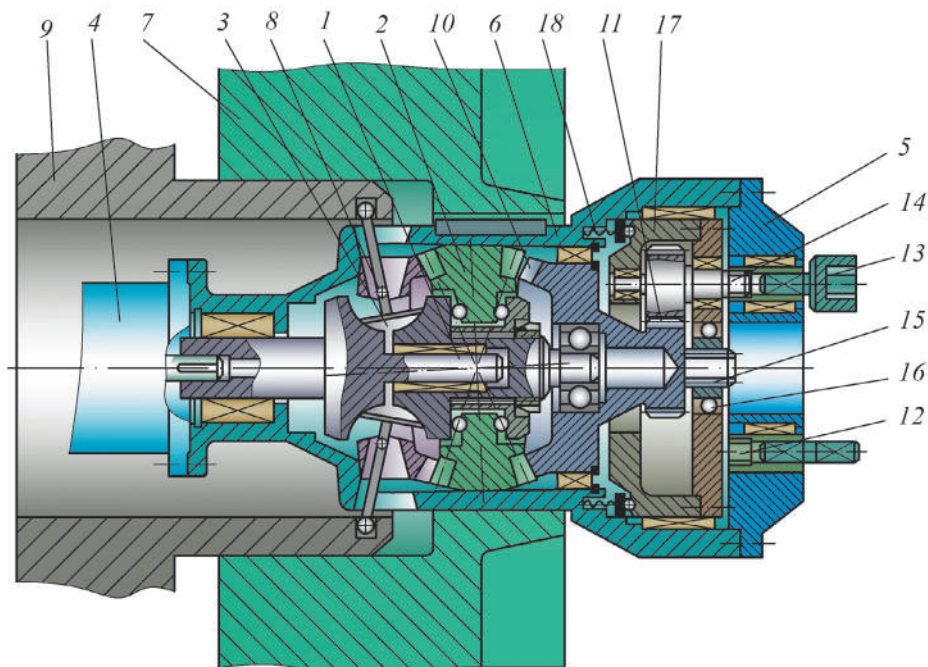


Fig. 6.34. Cap de asamblat cu transmisie planetară precesională 2K-H [21].

șele canelate 12 la sculele 13. Pentru schimbarea sculei se schimbă direcția rotirii arborelui-motor. Astfel, mișcarea de rotație a roții conduse 10, datorită transmisiei elicoidale 15, se transformă în mișcare axială a brațului 17 care, învingând rezistența arcului 18, se deplasează axial până la refuz (asigurând decuplarea arborelui 14 de bucșa 12). Apoi, cu ajutorul cuplajului de cursă liberă 16, se va roti până în dreptul sculei necesare (poziția se coordonează cu ajutorul unui traductor), după care, schimbând iarăși direcția rotirii arborelui canelat 14 cu bucșa canelată 12 a sculei necesare 13. În procesul de înșurubare a osiilor roților 8 ale variatorului toroidal 3 în corpul fix 9, se micșorează raportul de transmitere cu o valoare proporțională cu creșterea momentului de înșurubare. Astfel, capul de asamblare funcționează într-un regim optim corespunzător procesului de înșurubare.

#### 6.6.6. Mecanism de alimentare a aparatului de sudat (elaborare la solicitarea întreprinderii Etalon, Simferopol, Ucraina)

Construcția reductorului precesional cinematic al mecanismului de alimentare cu sârmă a aparatului de sudat e similară celei prezentate în fig. 6.35 a, b, c [22]. Mecanismul include electromotorul de curent continuu 1, asamblat prin flanșă cu reductorul precesional 2. Ultimul conține satelitul 3 cu două coroane danturate 4 și

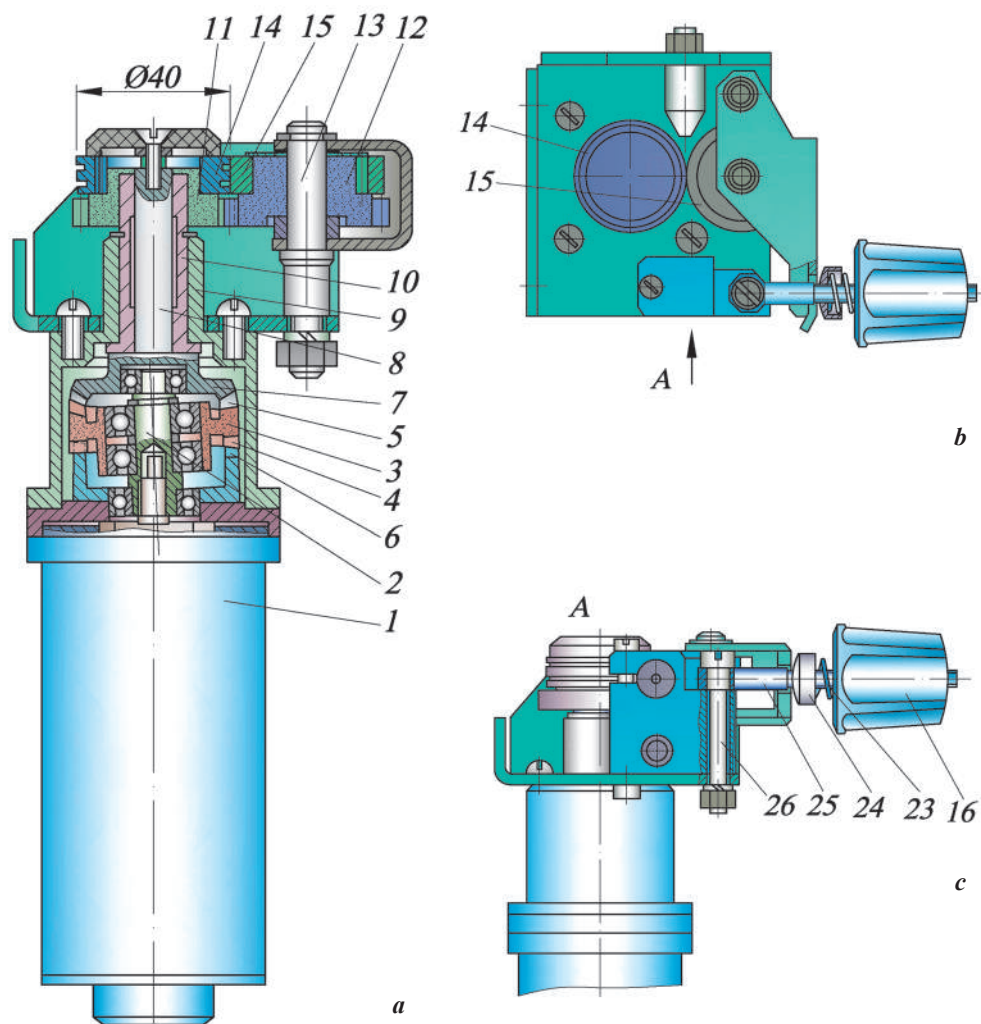


Fig. 6.35. Mecanism de alimentare cu electrod a aparatului de sudat [22].

5, care angrenează cu roata dințată centrală 5, fixată în corp, și, respectiv, cu roata centrală 7, legată de arborele condus 8, montat în corpul 9 pe lagărul de alunecare 10. Arborele condus 8 este legat de roata dințată 11, care angrenează cu roata dințată 12, montată pe arborele 13. Pe butucii roților dințate 11 și 12 sunt fixate rolele de antrenare 14 și de apăsare 15 (fig. 6.35 b) ale sârmei de sudat. Apăsarea rolei 15 se efectuează cu ajutorul manivelei arcuite 16 (fig. 6.35 c). Spre deosebire de schema structurală a transmisiei planetare precesionale cinematice (fig. 1.45), în reductorul precesional elaborat satelitul include o coroană danturată cu unghiul conului de

dispunere  $\delta = 22^{\circ}30'$  și alta cu unghiul conului de dispunere  $\delta = 0^{\circ}$  care formează cu roata dințată 6 un angrenaj, roțile având număr egal de dinți ( $Z_6 = Z_4$ ). În acest mod se exclude posibilitatea rotirii neuniforme a arborelui condus, generate de particularitățile mișcării precesionale a satelitului în cazul egalității numărului dinților coroanelor angrenate. În baza documentației tehnice elaborate, a fost fabricat prototipul industrial al mecanismului de alimentare cu sârmă a aparatului de sudat cu reductor planetar precesional cinematic.

**Caracteristicile tehnice:** turația electromotorului *DP-60-90-4-24-P09-D09*  $n_{max} = 4000 \text{ min}^{-1}$ ; raportul de transmitere al reductorului  $i = -72$ ; momentul de torsiune admis  $T = 16 \text{ Nm}$ ; forța de întindere  $F = 24 \text{ kg}$  pentru momentul nominal al electromotorului.

## 6.7. Mecanisme de acționare a roboților industriali

Miniroboții sunt sisteme foarte complexe, care folosesc diferite tipuri de mini- și micromecanisme de acționare. Deși mâna omului este un instrument foarte flexibil și posedă o dexteritate aproape neîntrecută, ea are limitări atunci când lucrează în lumea mini- și micro-. În continuare prezentăm unele aplicații ale transmisiilor planetare precesionale cinematice în roboții industriali utilizabili în: tehnologii medicale; tehnologia mediului; ingineria automatizării; mini- și microasamblare; obiecte casnice; inginerie de fabricație; metrologie; bioinginerie. Astfel de aplicații vor revoluționa tehnologiile clasice și sunt foarte importante pentru industrializarea tehnologiilor mini- și microsistemelor (TMS).

### 6.7.1. Structuri cinematice de roboți industriali cu transmisii planetare precesionale cinematice

Transmisiile precesionale, având precizie cinematică înaltă datorită multiplicității angrenajului, gabarite și mase reduse, construcție coaxială, rapoarte de transmitere mari, pot fi utilizate cu succes în mecanismele de acționare a roboților industriali. În fig. 6.36-6.43 sunt prezentate câteva scheme de roboți industriali cu mecanisme de acționare precesionale.

În fig. 6.36 [23] este redat un robot industrial multiarticulat, cu o zonă largă de deservire. Robotul include batiul 1, pe care sunt montați electromotorul 2, reductorul precesional 3 cu blocul-satelit 4, a cărui coroană danturată 5 angrenează simultan cu două roți dințate centrale 6 și 7 cu număr diferit de dinți. Roata centrală 7 este legată prin mecanismul de legătură 8, de elementul 9, iar roata 6 – de arborele condus 10, legat, la rândul său, prin cuplaje sferice de arborii 11, 12 și 13 ale elementelor 14, 15 și 16 ale robotului. Prin pornirea consecutivă a mecanismelor de legătură 8, 17, 18, 19, 20, 21, gheara 22 a mâinii robotului poate ocupa orice poziție în spațiul de deservire, efectuând totodată operația de prindere.

În robotul industrial din fig. 6.37 [24] coroanele danturate 1 și 2 ale satetului 3, angrenează cu roțile dințate centrale 4, 5 și respectiv 6, 7. Roata centrală 4 este fixată în corpul 8. Roata centrală 5, prin angrenajul conic 9, antrenează în mișcare de rotație mâna robotului 10 în jurul axei lagărului 11 (în cazul în care ambreiajul electromagnetic 12 este decuplat). Roata centrală 6, având mișcare de rotație redusă, antrenează în mișcare de rotație mâna robotului 10, iar roata centrală 7, prin intermediul transmisiei elicoidale cu bile 13, antrenează mâna robotului 10 în mișcare de translație.

În fig. 6.38 [25] este dată schema unui robot mobil. Mecanismul precesional de acționare a robotului mobil include motorul electric 1, reductorul conic 2, în al cărui butuc al roții conice 3 este amplasat reductorul precesional 4. De o parte a satelitului 5 este amplasată roata centrală condusă 6, care poate fi legată prin mecanismul de legătură 7 de batiul robotului, efectuând în caz de necesitate rotirea robotului 8. De partea opusă a satelitului 5 sunt montate două

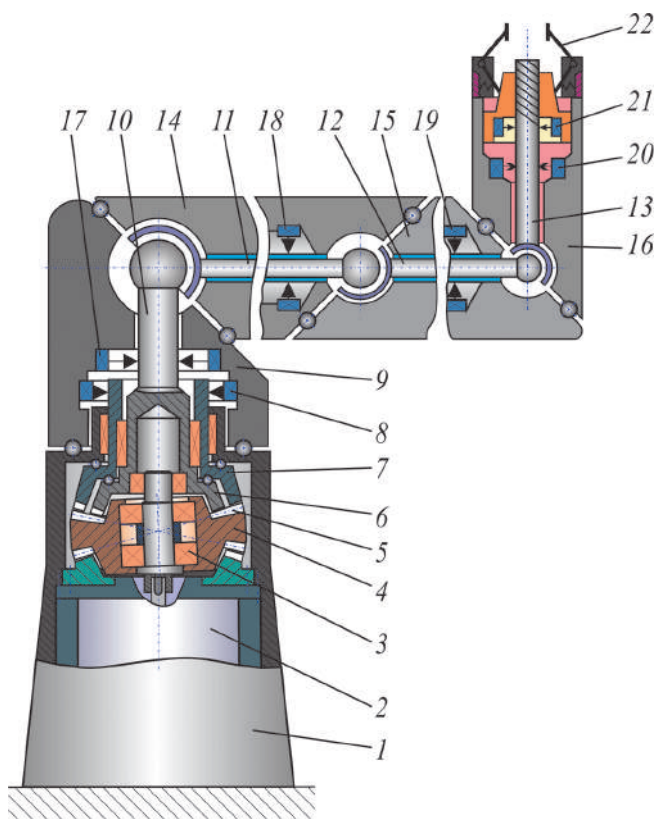


Fig. 6.36. Robot industrial cu acționare în baza transmisiei precesionale 2K-H [23].

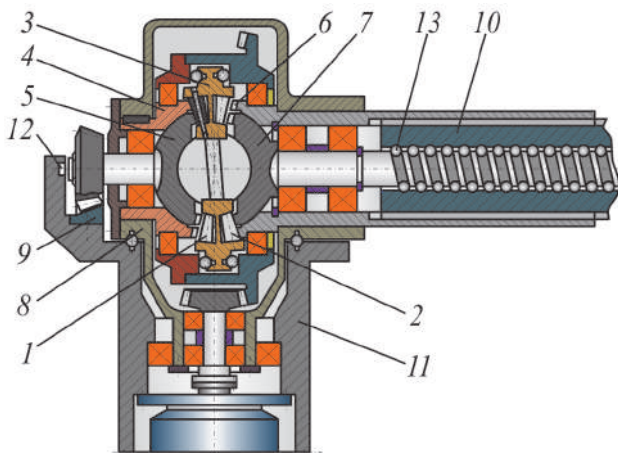


Fig. 6.37. Manipulator cu transmisie precesională [24].

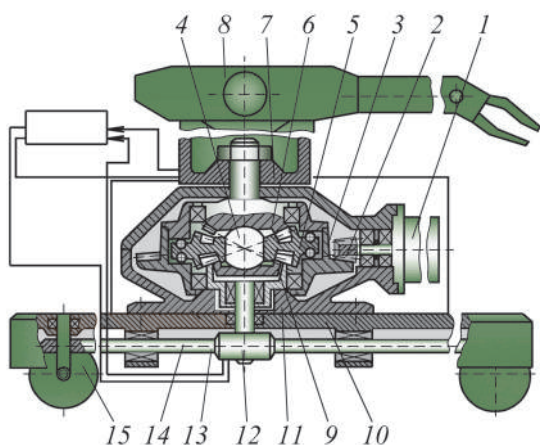


Fig. 6.38. Robot mobil cu transmisie precesională [25]

roți centrale 9, legate rigid de platforma 10 și 11, legată la rândul ei, prin transmisia elicoidală 12 și mecanismul de legătură 13, de arborele 14 de dirijare a poziției roților 15 de deplasare a robotului. Regimul de funcționare a mecanismelor de legătură 7 și 13 este coordonat de punctul de comandă 15. Acționarea roților 15 de deplasare a robotului se efectuează cu ajutorul mecanismului precesional similar roților-motor examinate anterior, a cărei dirijare, de asemenea, este efectuată de punctul de comandă 15.

### 6.7.2. Mecanisme de acționare a articulațiilor robotului

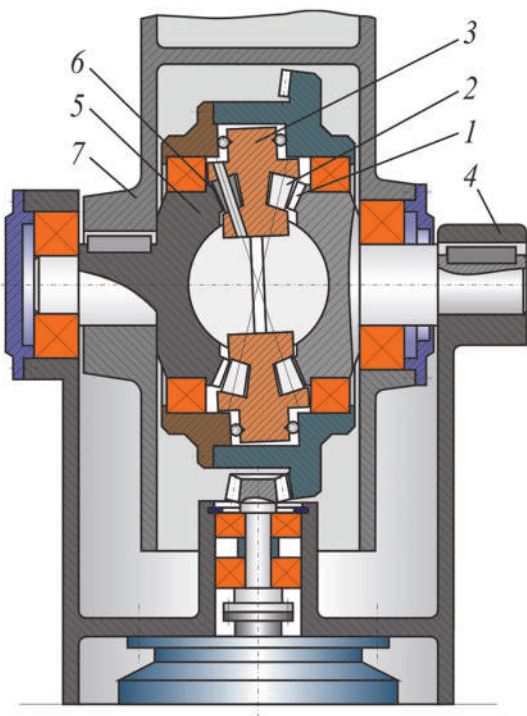


Fig. 6.39. Articulația robotului industrial cu transmisie precesională 2K-H [26].

Grăție construcției coaxiale, preciziei cinematice înalte, și dimensiunilor de gabarit reduse, transmisiiile planetare precesionale își pot găsi utilizare largă în articulațiile roboților industriali. În fig. 6.39 este redat un mecanism de acționare cu transmisie planetară precesională, instalat în articulația robotului [26]. Una dintre roțile centrale 1, cu care angrenează coroana danturată 2 a satelitului 3, este legată rigid de batiul robotului 4, iar cealaltă roată centrală 5, care angrenează cu coroana danturată 6 a satelitului 3, este legată de corpul mâinii robotului 7. Astfel, mișcarea de rotație redusă a roții 5 se transmite mâinii robotului.

Automatizarea complexă a procesului tehnologic de producere, depozitare etc. deschide perspective largi pentru roboții industriali mobili.

### 6.7.3. Mecanisme de acționare a apucătoarelor robotului

Într-un robot un rol funcțional aparte îl au mecanismele de apucare, care trebuie să posede flexibilitate, siguranța apucării, inerție redusă și o mare precizie de poziționare. Prezintă interes mecanismele de apucare ale roboților cu mecanisme precesionale de acționare. În mecanismul de apucare din fig. 6.40 *a* [27] roțile dințate conduse 1 și 2 sunt legate prin canelurile 3 și 4 cu casetele 5 și 6, în care sunt fixate ghearele 7 care apucă articolul la rotirea roților 1 și 2 în direcții opuse și îl eliberează la rotirea lor în direcție inversă. Mecanismul de apucare din fig. 6.40, *b*, *c* este asigurat cu ghearele 8 pentru apucarea articolului pe suprafața interioară. Mecanismul de acționare a apucătorului din fig. 6.41 [28] posedă un domeniu de căutare larg și poate fi utilizat în roboți cu precizie de poziționare redusă. Ghearele 1 de apucare, fixate în articulația 2, datorită amplasării arborelui 3 prin intermediul inelului arcuit 4 în golul butucului satelitului 5, vor efectua o mișcare de căutare.

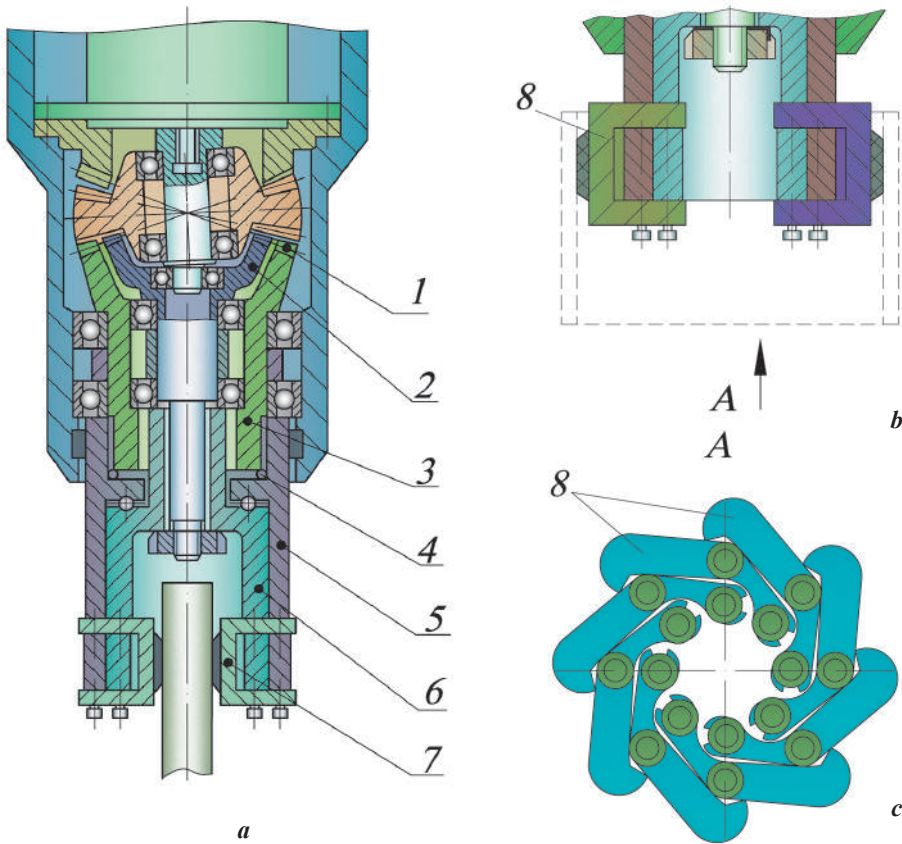


Fig. 6.40. Mecanism precesional de apucare a robotului [27].

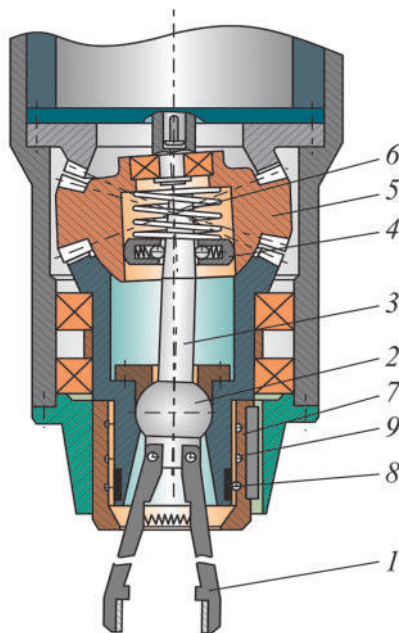


Fig. 6.41. Mecanism precesional de apucare a robotului [28].

6.42 [29]), saboții cuplajului 2 se cuplează și mișcarea de rotație redusă a roții centrale conduse 3 se transmite corpului 4, asigurând rotirea ghearelor 5 în jurul axei mâinii. Mișcarea de precesie a satelitului 6 se transformă în mișcare planetară a piuliței 7. Ca rezultat al angrenării piuliței 7 cu șurubul 8, ultimul se va deplasa în direcție axială. În același timp, piulița 7 efectuează o mișcare de rotație redusă, în sens invers, egal cu turația satelitului în jurul axei sale. Mișcarea axială a șurubului se transmite prin pârghiile 9 ghearelor 5, asigurând apucarea obiectului. Atingând forța de apucare necesară, piulița 7, învingând rezistența arcului 10, se va deplasa axial, până când corpurile de rulare 11 nu vor mai fi situate în planul care trece prin centrul de precesie 12 (poziție în care piulița 7 nu va mai efectua o mișcare planetară, spirele piuliței și șurubului nemaifiind în stare de angrenare, deci, șurubul nu se va mai deplasa axial).

În poziția indicată pe desen inelul 4 efectuează împreună cu satelitul 5 o mișcare planetară în jurul axei mâinii apucătorului, care se transmite ghearelor 1. După ce ghearele 1 au stabilit poziția obiectului căutat, venind în contact cu el, impun inelul 4 să se deplaseze spre centrul de precesie 6, învingând rezistența arcului. Amplitudinea mișcării de căutare a ghearelor 1 va fi zero atunci când inelul 4 se va situa în planul care trece prin centrul de precesie. Ghearele 1 se vor închide, strângând obiectul, în urma deplasării axiale a bușei 7, acționate de culisoul reglabil 8, care efectuează mișcare de rotație redusă, fiind amplasat în canalul elicoidal 9. Pentru funcționarea ghearelor este necesară doar orientarea prealabilă a ghearelor cu o rază de căutare  $\pm R$ .

La conectarea traductorului 1 (fig.

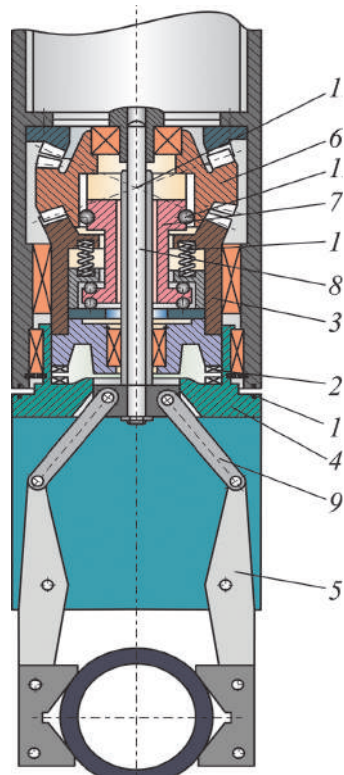


Fig. 6.42. Mecanism precesional de apucare al robotului [29].



Un mecanism de apucare compact, cu posibilități funcționale largi, este prezentat în fig. 6.43 [30].

Mișcarea de rotație redusă a roții centrale 1, prin intermediul mecanismului de legătură 2 (spirală arhimedică), se va transforma în mișcare radială a ghearelor 3 asigurând apucarea obiectului. La conectarea cuplajelor 4, 5 și deconectarea cuplajului 6, roata dințată centrală 7, este legată prin roata conică 11 și sectoarele 8, 10 cu mâna manipulatorului 12. Atunci mișcarea de rotație redusă a roții 1 este transmisă corpului 9, care se va roti în jurul axei  $O-O$ . La conectarea cuplajului 4 și deconectarea cuplajelor 5 și 6, roata conică 11 se va rostogoli pe dinții sectorului 10 (sectorul 18 fiind liber), asigurând rotirea corpului reductorului 9 în jurul axei  $O_1-O_1$ .

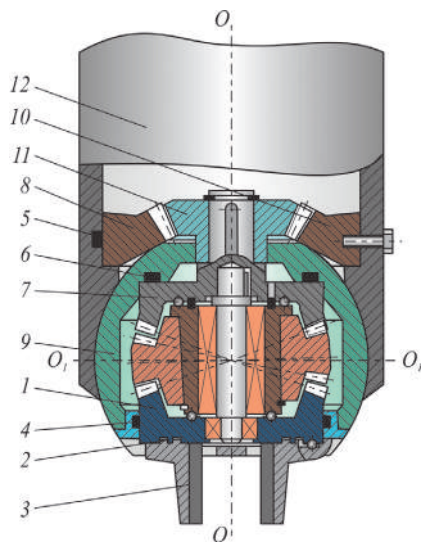


Fig. 6.43. Mecanism precesional de apucare al robotului [30].

Rezultatele cercetărilor mecanismelor de acționare precesionale a utilajelor tehnologice descrise mai sus au fost publicate în lucrările [31-44].

## Bibliografie

1. BOSTAN I., DULGHERU V., SOCHIREAN A., BABAIA I. *Antologia invențiilor: transmisii planetare precesionale*. Vol. 1. Ch.: S.n., 2011 (Combinatul Poligr.). 593 p. ISBN 978-9975-4100-9-0
2. BOSTAN I. *Precessionnye peredaci s mnogoparnym zacepleniem*. [Monogr.] Chișinău: Știința, 1991, 355 p. ISBN 5-376-01005-8
3. BOSTAN, I. *Sozdanie planetarno-precessionny'x peredach s mnogoparny'm zacepleniem*: dis. dr. tehn. nauk. Moskva, 1989. 511 p.
4. BOSTAN I., DULGHERU V., GLUȘCO C., MAZURU S., VACULENCO M. *Antologia invențiilor: transmisii planetare precesionale*. Vol. 2. Ch.: Ed. Bons Offices SRL, Chișinău. 537p. ISBN 978-9975-4100-9-0
5. BOSTAN I., DULGHERU V., VACULENCO M., BODNARIUC I. NB 2711 (MD), CIB F 16 1/ 00. *Transmisie planetară precesională*. Nr. 2001 0368; Decl. 14.11.2001; Publ. BOPI, 2005, nr. 2.
6. BOSTAN I., DULGHERU V., ODAINĂI V. NB 2024 (MD), CIB F 16 H 1/ 32. *Transmisie precesională*. Nr. 2002-0100; Decl. 04.13.2001; Publ. BOPI, 2002, nr.10.

7. BOSTAN I., V. DULGHERU, DICUSARĂ I. NB 2943 (MD), CIB F 16 H 1/32. *Motor-reductor frontal (variante)*. Nr. 2004 0156 Decl. 28.06.2004; Publ. BOPI–2005, nr.12.
8. BOSTAN I., V. DULGHERU, BOSTAN V., SOCHIREANU A. NB 3058 (MD), CIB E 05 F 11/50; B 60 J 1/17. *Mecanism de acționare a geamului (variante)* / Nr. 2005 0137. Decl. 16.05.2005. Publ. BOPI, 2006, nr.5.
9. BOSTAN I., V. DULGHERU, BODNARIUC I. NB 2142 (MD), CIB B 60 G17/06. *Suspensie a mijlocului de transport*. Nr 2001 - 0065; Decl. 15.03.2001; Publ. BOPI, 2003, nr. 4.
10. BOSTAN I., DULGHERU V., BABAIAŢ I., MARIN A., UTIUŞEV R. CA 1504084 (SU), CIB B 25 B 21/02. *Gajkovyort s electroprivodom*. Nr. 4219808/25-28; Decl. 02. 04. 87; Publ. B.I., 1989, nr. 32.
11. BOSTAN I., DULGHERU V., I. BOTEZ, MARIN A. CA 1727981 (SU), CIB B 25 B 21/00. *Gajkoviort*. Nr. 4806040/28. Decl. 05. 02. 90; Publ. B.I., 1992, nr. 15.
12. BOSTAN I., DULGHERU V., BOTEZ I., MARIN A. NB 462 B1(MD), CIB B 25 B 21/00. *Şurubelniţă cu acționare mecanică*. Nr. 95-0324; Decl. 10. 07. 95; Publ. 30. 09. 96, BOPI, 1996, nr. 9. Titlu de protecție a URSS CA 1727981 (SU).
13. BOSTAN I., BOTEZ I., DULGHERU V. CA 1727981 (SU), CIB B 25 B 21/00. *Gajkovyort s mehanicheskim privodom*. Nr. 4806040/28; Decl. 05. 02. 90; Publ. B.I., 1992, nr. 15.
14. BOSTAN I., BOTEZ I., DULGHERU V. CA 1632762 (SU), CIB B 25 B 21/00. *Rez'bozavyortyvazusshij instrument*. Nr. 4801287/28; Decl. 05. 02. 90; Publ. B.I., 1991, nr. 9.
15. BOSTAN I., DULGHERU V. Cererea 4844748/28 (SU), CIB B 25 B 21/00. *Gajkovyort s mehanicheskim privodom*. Decl. 23.04. 90.
16. BOSTAN I., DULGHERU V., BABAIAŢ I., MARIN A. NB 606 B1(MD), CIB B 25 B 21/02. *Şurubelniţă cu acționare mecanică*. Nr. 95-0327; Decl. 10.07.95; Publ. 30. 11. 96, BOPI, 1996, nr. 11.
17. BOSTAN I., GLUŞCO C., DULGHERU V. CA 1383657 (SU), CIB B 25 B 21/00. *Ruc'naya sverlil'naya mashina*. Nr. 4642371/28; Decl. 05. 02. 90; Publ. B.I., 1988 (pentru uz de serviciu).
18. BOSTAN I., DULGHERU V., GOLBAN D., DICUSARĂ I. NB 2330 (MD), CIB B 23 B 29/ 034. *Cap de alezat*. Nr. 2001 - 0411; Decl. 14.12.2001. Publ. BOPI, 2003, nr. 12.
19. BOSTAN I., DULGHERU V., GOLBAN D., DICUSARĂ I. NB 2331 (MD), CIB B 23 B 29/ 034. *Cap de alezat*. Nr. 2001 - 0412; Decl. 14.12.2001; Publ. BOPI – 2003, nr. 12.

20. BOSTAN I., BOTEZ I., DULGHERU V., GUNCO. CA 1590209 (SU), CIB B 23 B 29/32. *Cap revolver*. Inst. Politeh. din Chișinău. - Nr. 4419800 /31-08; Decl. 05. 05. 88; Publ. B.I., 1990, nr. 33.
21. BOSTAN I., BOTEZ I., DULGHERU V., SAMUSI I. CA 1713768 (SU), CIB B 23 P 19. 06. *Sborochhnaya golovka*. Inst. Politeh. din Chișinău. - Nr. 4677451/06; Decl. 11. 04. 89; Publ. B.I. - 1992. - Nr. 7.
22. BOSTAN I., DULGHERU V., OPREA A., ODAINĂI V. NB 2073 (MD), CIB B 23 K 9/ 12. *Mecanism de alimentare cu sârmă de sudare* / Nr. 2001 - 0071; Decl. 20.03.2001; Publ. BOPI, 2003, nr. 1.
23. BOSTAN I., BOTEZ I., DULGHERU V., POPA V., ROȘCA V. CA 1357220 (SU), CIB B 25 J 9/00. *Manipulator*. Nr. 4085331/31-08; Decl. 20. 05. 86; Publ. B.I., 1987, nr. 45.
24. BOSTAN I., BOTEZ I., DULGHERU V., POPA V. CA 1514595 (SU), CIB B 25 J 11/00. *Manipulător*. Nr. 4316515/31-08; Decl. 12. 10. 87; Publ. B.I., 1989, nr. 38.
25. BOSTAN I., BOTEZ I., DULGHERU V. CA 1558661 (SU), CIB B 25 J 15/00. *Podviznyj promyshlennyj robot*. Nr. 4421870/31-08; Decl. 05. 05. 88; Publ. B.I., 1990, nr. 15.
26. BOSTAN I., DULGHERU V., Babaian I. CA 1357224 (SU), CIB B 25 I 17/00. *Sarnir manipulâtoră*. Nepubl.
27. BOSTAN I., BOTEZ I., DULGHERU V., POLEARUS I., BURDUJA V. CA 1569226 (SU), CIB B 25 J 15/00. *Zahvat manipulâtoră*. Nr. 4368269 /31-08; Decl. 25. 01. 88; Publ. B.I., 1990, nr. 21.
28. BOSTAN I., DULGHERU V. CA 1583285 (SU), CIB B 25 J 15/00. *Zahvat promyshlennogo robota*. Nr. 4386938/25-08; Decl. 04. 03. 98; Publ. B.I., 1990, nr. 29.
29. BOSTAN I., DULGHERU V., FOIU N. CA 1451004 (SU) , CIB B 25 J 15/00. *Zahvat promyshlennogo robota*. Nr. 425 8978/31-08; Decl. 09. 06. 87; Publ. B.I., 1989, nr. 2.
31. BOSTAN I., DULGHERU V., PETKOV V., BURDUJA V., OBOROC M. CA 1593950 (SU), CIB B 25 J 15/00. *Zahvat manipulâtoră*. Nr. 443506/31-08; Decl. 04. 07. 88; Publ. B.I., 1990, nr. 35.
32. BOSTAN, I.; BABAIAN, I. *E'lektromexanicheskij modul' promy'shlennogo robota na baze precessionnoj peredachi*. In: Sostoyanie i perspektivy' razvitiya avtomatizacii proizvodstvenny'x processov v mashinostroenii MSSR: tez. dokl. respubl. seminara. Ch., 1985, p. 55-56.
33. BOTEZ, I.; BOSTAN, I.; CIUPINA, L. *Kombinirovanny'e zaxvatny'e ustrojstva manipulyatora*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1988, nr. 4, p. 16-17.

34. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V. *Planetarny'e precessionny'e privody' texnologicheskoy i sborochnoy osnastki*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya sborki izdelij v mashinostroenii "Sborka-89": vsesouznaya nauch.-texn. konf., Chiși-nău, 6-8 dekabrya 1989: tez. dokl. Moskva, 1989, p. 67-68.
35. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Rabochij organ manipulyatora dlya zavora-chivaniya rez'bovy'x detalej*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1990, nr. 9, p. 13.
36. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Zaxvatnoe ustrojstvo manipulyatora*. In: Stanki i instrument. 1990, nr. 5, p. 11-12.
37. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Mexanizirovanny'j instrument dlya sborki rez'bovy'x soedinenij*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1991, nr. 6, p. 12-13.
38. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Mecanisme de acționare pentru roboții industriali*. In: MERO-91: al X-lea Simpozion Național de roboți industriali cu participare internațională, București, 18-20 aprilie 1991. București, 1991, p. 24-32.
39. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Mecanisme de prindere a RI cu reductoare planetare precesionale*. In: Culegerea Simpozionului II de roboți industriali. Suceava, 1992, p. 42-46.
40. BOTEZ, I.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Zaxvatnoe ustrojstvo manipulyatora*. In: Stanki i instrument. 1992, nr. 4, p. 11-12.
41. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; MARIN, A. *Uglovoj mexanizirovanny'j instrument dlya sborki rez'bovy'x soedinenij*. In: Avtomatizaciya i sovremenny'e tehnologii. 1992, nr. 4, p. 11-12.
42. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Sborochny'j manipulyator*. In: Avtomatizaciya i sovremenny'e tehnologii. 1993, nr. 7, p. 4-6.
43. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; DOMENTE, G. *Organe de execuție a manipulatoarelor de asamblare*. In: Tehnologii și produse noi în construcția de mașini: simpoz. naț. Tehnomus-7, Suceava, 4-6 iulie 1993. Suceava, 1993, p. 48-49.
44. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; DOMENTE, G. *Rabochie organy' sborochny'x manipulyatorov*. In: Avtomatizaciya i sovremenny'e tehnologii. 1993, nr. 12, p. 6-9.
45. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; CARTOFEANU, Ș. *Module de rotație precesionale pentru roboți industriali*. In: Simpozionul Național de roboți industriali. Ed. a 2-a. Timișoara, 1994, p. 31-36.

## Capitolul 7

# PROIECTE NAȚIONALE ȘI INTERNAȚIONALE

## DE CERCETARE-DEZVOLTARE A TRANSMISIILOR PLANETARE PRECESIONALE CINEMATICE

---

Cercetarea transmisiilor planetare precesionale cinematice a cuprins aspecte referitoare la specificul angrenării dinților cu profiluri în arc de cerc și convex-concav cu frecare de alunecare în angrenaj. Prin modelări CAE și cercetări experimentale complexe au fost studiate efectele tribologice și cinematice care au loc în angrenajul precesional cinematic. În baza studiului particularităților constructiv-cinematice ale angrenajului precesional cinematic și fundamentărilor teoretice au fost elaborate concepte de tehnologii de fabricare neconvenționale ale roților dințate cu dimensiuni mici cu profiluri în arc de cerc și convex-concave prin electroeroziune cu scule filiformă și masivă, cu laser, cu flux de electroni, prin moletare etc. Au fost elaborate tehnologii de generare a profilurilor oglindă ale dinților în arc de cerc și convex-concave pentru matrițele formelor de turnare din mase plastice și presare din pulberi metalice prin sinterizare.

În cadrul contractelor naționale de cercetare fundamentală și aplicativă și granturilor internaționale au fost elaborate și testate experimental TPPC cu destinație generală sau specială pentru diferite aplicații industriale.

### 7.1. Cercetări fundamentale și aplicative în cadrul granturilor și proiectelor internaționale

#### I. În cadrul Programului de Cercetare American:

##### Fundația Americană de Cercetare/Dezvoltare Civilă CRDF:

1. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCU, M.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI, V. Grant CRDF MP1–2287. *The Elaboration of submersible Robot Complex drive mechanism for Ferro-Manganese Concretion Extraction* (35000USD\$).
2. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCU, M.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI, V.; BODNARIUC, I. Grant CRDF MP2–3023. *The Elaboration and Research of Cinematic Planetary Precessional Transmissions* (38000USD\$).
3. BOSTAN, I.; TIGHINEANU, I.; DULGHERU, V.; DOROGAN, V. Grant CRDF MP1-990. *National Center for Materials Study and Testing in Mechanics, Opto-Microelectronics and Non-Conventional Energetics* (312000\$ USD).

**II. În cadrul Programului de Cercetare German DFG cu firma ARP Alpirshbach, Germania, și Universitatea de Științe Aplicate, Konstanz:**

4. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREANU, A.; CIUPERCĂ, R.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I. [et al.]. *Design of a new type of gearing for crushing equipment advantageous from the point of view of its cost*. Grant încheiat cu firma ARP Alpirshbach, Germania, și Universitatea de Științe Aplicate, Konstanz, Germania. Coordonator: acad. Ion Bostan, UTM, Chișinău, 2004-2006.

**III. În cadrul Programului de Cercetare „Agency Universitaire Francophone”:**

5. Proiectul transnațional EMULACTION «*Environnement MULTimodal pour Activités Coopératives Transnationales de formatION*». Cu susținerea «*Fonds francophone des inforoutes*». Țări participante: Franța, Canada, Liban, Vietnam, România și Republica Moldova (2008–2009). Suma de finanțare totală – 190000 Euro. Finanțare pentru Universitatea Tehnică a Moldovei – 11454 Euro.

**IV. În cadrul Programului de Cercetare al Ministerul Industriei și Tehnologiilor din România:**

6. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Cercetări privind reductoarele cu mișcare de precesie: experimentări model tip RP1: raport șt. (intermediar)*. ICTCM București. Ch., 1996. 45 p.
7. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCU, M. *Cercetări privind reductoarele cu mișcare de precesie: experimentări model tip RP2: raport șt. (intermediar)*. ICTCM București. Ch., 1997. 38 p.
8. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Tehnologia de execuție a reductoarelor precesionale: raport șt. (intermediar)*. ICTCM. Ch., 1994. 49 p.

**7.2. Cercetări fundamentale și aplicative în cadrul proiectelor URSS și naționale**

9. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V. ; MAZURU, S. *Mul'tiplikator precessionny'j soosny'j dlya vetroe'lektricheskogo agregata: raport șt. IPC (final)*. Nr. 01840010860, Nr. inv. 02860057046. M., 1985. 89 p.
10. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V.; MAZURU, S.; MARIN, A.; BABAIAN, I. *Sozdanie precessionny'x reduktorov pogrzhny'x privodov mexanizmov dlya doby'chi tverdyy'x polezny'x iskopaemy'x so dna Mirovogo Okeana: raport șt. IPC (final)*. Nr. 01860008724, Nr. inv. 2890022721. M., 1988. 114 p.
11. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V.; BABAIAN, I.; MAZURU, S. *Razrabotka planetarnyy'x precessionny'x peredach: raport șt. IPC (final)*. Nr. 01840010860, Nr. inv. 2890022721. M., 1988. 29 p.

12. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Sozdanie precessionny'x reduktorov privodov pogruzhny'x mexanizmov dlya doby'chi tverdy'x polezny'x iskopaemy'x so dna Mirovogo Okeana i razrabotka sistemy'zuboobrabotki*: raport șt. IPC (final). Nr. 01890006545. M., 1989. 200 p.
13. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Razrabotka matematicheskoy modeli mnogoparnogo precessionnogo zacepleniya i poisk s pomoshhyu SAPR racional'ny'x parametrov i isxodnogo kontura*: raport șt. IPC (intermed.). 1991. 49 p.
14. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Razrabotka fiziko-matematicheskoy modeli vzaimodejstviya zub'ev v planetarny'x precessionny'x peredachax i issledovanie osnovny'x kachestvenny'x pokazatelej*: raport șt. IPC (intermed.). 1992. 64 p.
15. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Cercetări privind reductoarele cu mișcare de precesie pentru utilaje cu destinație generală și specială*: raport șt. (intermed.) UTM. Ch., 1993. 38 p.
16. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Elaborarea tehnologiei industriale de prelucrare a roților dințate pe baza metodei noi cu mișcare precesională a sculei*: raport șt. (intermed.) UTM. Ch., 1993. 68 p.
17. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Elaborarea tehnologiei de fabricare a roților dințate cu modificare longitudinală și de profil a dinților*: raport șt. (intermed.) UTM. Ch., 1994. 97 p.
18. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; OBOROC, M. *Elaborarea tehnologiei de presare a roților dințate a angrenajului precesional din pulbere metalică*: raport șt. (intermed.) UTM. Ch., 1994. 13 p.
19. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; BOTEZATU, A. *Cercetarea stării tensionale a elementelor angrenajului precesional*: raport șt. (final) UTM. Ch., 1995. 66 p.
20. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Cercetarea distribuiri sarcinii între dinții angrenajului precesional multiplu*: raport șt. (intermed.) UTM. Ch., 1996. 61 p.
21. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Cercetarea stării tensionale a angrenajului precesional multiplu*: raport șt. (intermed.) UTM. Ch., 1997.
22. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Cercetarea dinamicii transmisiilor planetare precesionale*: raport șt. (intermed.) UTM. Ch., 1998.
23. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Cercetarea influenței erorilor de execuție asupra stării tensionale a angrenajului precesional*: raport șt. UTM. Ch., 1999. 59 p.

24. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Cercetarea staticii și dinamicii transmisiilor planetare precesionale, comercializarea rezultatelor și implementarea lor*: raport șt. (final) UTM. Ch., 2000. 112 p.
25. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI, V. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale: angrenaje, tehnologii de generare a dinților, calcule inginerești. Etapa 1. Elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului dinților nestandarzi*: raport șt. (final) UTM. Ch., 2001. 79 p.
26. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale: angrenaje, tehnologii de generare a dinților, calcule inginerești. Etapa 2. Elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului dinților nestandarzi cu considerarea tuturor factorilor de influență*: raport șt. UTM. Ch., 2002. 84 p.
27. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; CIUPERCĂ, R.; SOCHIREANU, A.; CIOBANU, O. *Elaborarea agregatului electroeolian pentru funcționare la cadastrul de viteze ale vântului din Republica Moldova. Etapa 1: Modificarea construcției și documentației tehnice conform rezultatelor cercetărilor experimentale*: raport șt. UTM. Ch., 2003. 38p.
28. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; VACULENCO, M.; SOCHIREANU, A.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R. [et al.]. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale: angrenaje, tehnologii de generare a dinților, calcule inginerești. Etapa 3. Realizarea metodelor și dispozitivelor de control al preciziei de prelucrare a profilului dinților*: raport șt. UTM. Ch., 2003. 91 p.
29. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, A.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R.; MAZURU, S.; TRIFAN, N. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale: angrenaje, tehnologii de generare a dinților, calcule inginerești. Etapa 4. Elaborarea bazelor teoretice ale tehnologiilor noi de generare a danturilor roților dințate cu profil evolventic, cicloidal și în arc de cerc*: raport șt. UTM. Ch., 2004. 84 p.
30. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, A.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI, V.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Sisteme de Acționare Submersibile ale Complexului Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa I: “Elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului dinților nestandarzi cu modificare de profil și longitudinală cu considerarea tuturor factorilor de influență și cercetarea dinamicii transmisiei precesionale. Elaborarea machetei funcționale”*: raport șt. UTM. Ch., 2004. 105 p.
31. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, V.; CIOBANU, R.; CIUPERCĂ, R. [et al.]. *Sisteme de acționare submersibile ale Complexului Robotizat de extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa II “Optimizarea tehnologiei de generare a dinților roților dințate conice cu profil*



- convex-concav al dinților. Realizarea metodelor și dispozitivelor performante de control a preciziei de prelucrare a profilului dinților, inclusiv cu modificare de profil și longitudinală*”: raport șt. UTM. Ch., 2005. 95 p.
32. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. [et al.]. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale: angrenaje, tehnologii de generare a dinților, calcule ingineresti*: raport șt. (final 2001–2005). UTM. Ch., 2005. 77 p.
33. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. [et al.]. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilurilor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa I: Studiul cinetostaticii transmisiilor precesionale cinematice și elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului modificat al dinților roților dințate pentru transmisiile precesionale cinematice*: raport șt. UTM. Ch., 2006. 46 p.
34. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, V.; CIOBANU, R.; CIUPERCĂ, R. [et al.]. *Sisteme de Acționare Submersibile ale Complexului Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa III: “Execuție prototipuri experimentale a două tipodimensiuni de reductoare precesionale submersibile și efectuarea cercetărilor experimentale ale parametrilor geometrici de bază*”: raport șt. UTM. Ch., 2006. 65 p.
35. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. [et al.]. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilurilor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa I: Elaborarea bazelor teoretice a proceselor de generare a dinților roților dințate în sisteme cu 5 axe*: raport șt. UTM. Ch., 2007. 46 p.
36. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, V.; CIOBANU, R.; CIUPERCĂ, R. [et al.]. *Sisteme de Acționare Submersibile ale Complexului Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa III: “Execuție prototipuri experimentale a două tipodimensiuni de reductoare precesionale submersibile și efectuarea cercetărilor experimentale ai parametrilor geometrici de bază*”: raport șt. UTM. Ch., 2007. 48 p.
37. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. [et al.]. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilurilor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa II: Elaborarea bazelor teoretice pentru generarea profilului invers al dinților matricelor formelor de presare și de turnare. Elaborarea metodelor și dispozitivelor de fabricare a roților dințate cu laser și prin electroeroziune cu sculă filiformă*: raport șt. UTM. Ch., 2008. 67 p.
38. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, V.; CIOBANU, R.; CIUPERCĂ, R. [et al.]. *Sisteme de Acționare Submersibile ale Complexului Robotizat de Extrac-*

- ție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa IV: "Fabricarea pieselor reductorului precesional submersibil Asamblarea și încercarea prototipului industrial al reductorului precesional submersibil": raport șt. Ch., 2008. 43p.
39. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. [et al.]. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilurilor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa II: Elaborarea bazelor teoretice de cercetare a pierderilor de putere în transmisiile planetare cinematice: raport șt. UTM.Ch., 2009. 84p.*
  40. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; MAZURU, S. *Mexanizirovanoe prispoblenie dlya tokarny'x stankov s CPU*. V: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1990, nr. 9, p. 16-17.
  41. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Roți motoare în transmisii cu mișcare de precesie*. În: Inginer de automobile. 1992, nr. 5, p. 22-23.
  42. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; TRIBOI, G. *Planetarnaya precessionnaya peredacha dlya minitraktora*. V: Traktory' i sel'skhozyajstvenny'e mashiny'. 1992, nr. 2, p. 6.
  43. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Motor "Stirling" cu mecanism precesional de transformare a mișcării*. În: CONAT: conf. naț. de automobile și tractoare. Brașov, 1993, p. 83-86.
  44. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOTEZ, I.; OGLINDĂ, G. *Motor-koleso s precessionnoj peredachej*. V: Traktory' i sel'skoxozyajstvenny'e mashiny'. 1993, nr. 4, p. 13-14.
  45. BOSTAN, I.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VIȘNEACOV, V. *Mandrine autocentrate cu acționare mecanică*. În: TEHNOMUS IX. Tehnologii și produse noi în construcția de mașini: conf. naț., 30-31 mai 1997. Vol. 2. Echipamente de prelucrare. Suceava, 1997, p. 175-181.
  46. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Precessional electromechanical module for flying machines*. În: Conferința jubiliară dedicată 50 de ani de la fondarea Academiei Militare Române, București, 20-23 octombrie 1999. Vol. 12. București, 1999, p. 86-90.
  47. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI, V. *Grant CRDF MP - 2287. Elaboration of submersible Robot Complex drive mechanism for Ferro - Manganese Concretion Extraction*. Ch., 2002. 22 p.
  48. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Mecanisme de acționare a aparatelor cosmice de zbor*. În: Registrul elaborărilor științifice în domeniul ingineriei electronice, materialelor multifuncționale și mecanicii. Ch.: Știința, 2005, p. 52.

## Capitolul 8



# POSTERE CU INVENȚII PREZENTATE LA EXPOZIȚII *CERCETARE, INOVARE ȘI TRANSFER TEHNOLOGIC.* APRECIERI INTERNAȚIONALE

---

### Expoziții Internaționale de Invenții și Transfer Tehnologic:

- 1985, Expoziția Economia, Știința și Tehnica în RSSM, Dalat, Vietnam
- 1985, Expoziția Mondială a Tinerilor Inventatori “Bulgaria-85”, Plovdiv, Bulgaria.
- 1987, Expoziția Învățământ Superior în URSS, Hanoi, Vietnam.
- 1987, Expoziția Învățământ Superior URSS, Atena, Grecia.
- 1987, Expoziția 70 ani ai URSS, Moscova.
- 1987, Expoziția Economia, Știința și Tehnica RSSM, Ulan-Bator, Mongolia.
- 1987, Expoziția Economia, Știința și Tehnica RSSM, Sofia, Bulgaria.
- 1987, Expoziția “NTP-87”, Moscova, URSS.
- 1988, Expoziția „Invenții Sovietice”, Budapesta, Ungaria.
- 1988, Inovații Tehnice INVECS-88, Brno, Cehoslovacia.
- 1989, Târgul Internațional de toamnă, Leipzig, RDG.
- 1989, Expoziția “De la cercetări fundamentale la implementare în producere”, EREN-89, Moscova, URSS.
- 1989, Expoziție Comercială Mobilă, RDG – Cehoslovacia – Ungaria.
- 1990, Expoziția Realizărilor Tehnico-Științifice, New Delli, India.
- 1990, Târgul Internațional SIRIA – 90, Damasc, Siria.
- 1990, Știința și Tehnica în URSS, Viena, Austria.
- 1993, Expoziția Realizărilor Tehnico-Științifice, Seul, Coreea de Sud
- 1992, 1994, 1996, Salonul Internațional de Invenții și Transfer Tehnologic, Iași, România (**3 medalii de aur**).
- 1994 – 2010, Saloanele Mondiale de Invenții, Cercetări și Transfer Tehnologic EUREKA, Bruxelles, Belgia (**10 medalii de aur și 3 medalii de argint**).

- 1991 – 2010**, Expoziția Internațională de Invenții, Geneva, Elveția (**4 medalii de aur și 7 medalii de argint**).
- 1995**, Salonul Internațional de Invenții ale Tinerilor Inventatori, organizată sub egida UNESCO, Iași, România (**1 medalie de aur**).
- 1997**, Salonul Aeronautic „Le Bourget”, Paris, Franța.
- 1998**, Salonul Internațional de Invenții, Cercetări și Transfer Tehnologic, Casablanca, Morocco (**1 medalie de aur**).
- 1996 – 1999, 2005, 2006**, Saloanele Internaționale de Invenții și Transfer Tehnologic, INPEX, Pittsburgh, SUA (**Marele Premiu II, 5 medalii de aur și 2 medalii de argint**).
- 1999 – 2005, 2007**, Expoziția Internațională INFOINVENT, Chișinău, Republica Moldova (**10 medalii de aur, 7 medalii de argint și 7 medalii de bronz**).
- 2000**, Expoziția Internațională „Expo-2000”, Hanover, Germania.
- 2000**, Salonul de Performanțe Științifice și Invenții Românești.
- 2003, 2005, 2007**, Expoziția Internațională ECOINVENT, Iași, România (**1 Medalie de Aur cu mențiunea juriului, 4 medalii de aur, 1 medalie de argint, 2 premii speciale**).
- 2006, 2008, 2009**, Expoziția Internațională de Invenții și Transfer Tehnologic INVENTICA, Iași, România (**4 medalii de aur; 2 premii speciale: OSIM, România, Institutul Național de Invenții, Iași, România**).
- 2006, 2007**, Salonul Internațional de Invenții și Tehnologii Noi „INVENTIKA”, București, România (**1 medalie de aur; 1 medalie de argint, 1 medalie de bronz**).
- 2006, 2007, 2008**, Expoziția Internațională de Invenții și Tehnologii Noi „Novâi ceas”, Sevastopol, Ucraina (**7 medalii de aur, 2 medalii de argint, 2 premii speciale**).
- 2006**, Expoziția Internațională de Invenții și Inovații „Vinahodi Innovacii”, Kiev, Ucraina.
- 2007, 2008, 2009**, Expoziția Internațională “Moskovskij Mezhdunarodnyj Salon Promyshlennoj Sobstvennosti” (**1 medalie de aur și 4 medalii de argint**).
- 2007 - 2010**, Salonul Internațional de Invenții PROINVENT, Cluj-Napoca, România (**7 medalii de aur; 2 de medalii argint, 1 medalie de bronz**).
- 2008**, The First International Inventor’s Day Convention and the National Inventor’s Day organised by the National Research Council of Tailand (NRCT) (**1 medalie de argint**).
- 2008**, The 6<sup>th</sup> International Exhibition (SuZhou) of Inventions, China (**1 medalie de aur și 1 medalie de argint**).

- 2008**, A 15<sup>a</sup> Expoziție Internațională Specializată „Food & Drinks. Food Technology”, MoldExpo, Chișinău (**Diploma Ministerului Agriculturii și Industriei Alimentare**).
- 2009, 2010** Expoziția Internațională a Creativității și Inovării EUROINVENT, Iași, România (**6 medalii de aur, Premiul special al Juriului „Protecția Mediului”**).
- 2007 - 2010**, Expoziția Națională „*Industria constructoare de mașini. Prelucrarea materialelor, mașini-unelte și instrumente*”, Chișinău, MoldExpo (**3 Diplome ale Camerei de Comerț și Industrie**).
- 2009, 2010**, Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT, Iași, (**Premiul special al Juriului pentru Protecția Mediului, 6 medalii de aur, 1 medalie de argint, 1 medalie de bronz și o diplomă de excelență**).
- 2010**, Târgul Internațional de Invenții INVENT-INVEST SIR 20!, Iasi, România, 22-27.11.2010 (**1 medalie a Juriului**)
- 2010**, „Shanghai 2010”, Salon mondial. Pavilionul Republicii Moldova.



**“Eureka”, Bruxelles:**  
7 aur; 1 argint



**Geneva:**  
2 aur; 4 argint



**Pittsburgh, SUA:** 3 aur;  
1 argint. Marele Premiu al  
Expoziției



**“Arhimede”, Moscova:**  
1 argint



**Sevastopol:**  
3 aur; 1 argint



**“Inventica”, Iași:**  
4 aur.



**“ProInvent”, Cluj:**  
2 aur; 1 argint



**China:**  
1 bronz



**“EuroInvent”, Iași:**  
2 aur; 1 argint



**Casablanca:**  
1 aur.



**“Inventika”, București:**  
1 aur; 1 argint



**“InfoInvent”, Chișinău:**  
7 aur; 5 argint; 4 bronz



Universitatea Tehnică a Moldovei



## Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale

**Autorii:**

Acad. dr. hab. Ion Bostan,  
Dr. Hab. Valeriu Dulgheru,  
drd Ion Dicusară.



**Scopul:**

Lărgirea posibilităților tehnologice, simplificarea și rigidizarea construcției, majorarea fiabilității.

**Soluție:**

Elaborarea tehnologiilor moderne de prelucrare a roților dințate precesionale în baza dispozitivului original dirijat numeric, în care semifabricatul efectuează mișcare precesională.

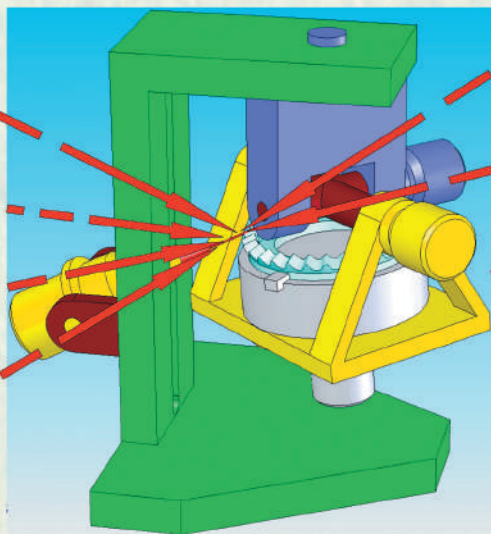
**Avantaje:**

- ↳ Mișcarea precesională și de rotație este efectuată de către semifabricat, scula fiind fixă;
- ↳ Lipsa manivelei și a sistemului mecanic de corecție, fapt ce asigură dispozitivului simplitate constructivă și rigiditate;
- ↳ Mișcarea precesională și de rotație a semifabricatului se realizează prin intermediul servo-motoarelor în baza ecuațiilor parametriche modificate ale profilului dinților;
- ↳ Unghiul de înclinare a mecanismului pentru generarea mișcării precesionale este reglabil, fapt ce asigură lărgirea posibilităților tehnologice;
- ↳ Simplitate constructivă datorită schemei modulate.

**Stadiu:**

Proiect tehnic.

- ↳ Raze X
- ↳ Fascicol de electroni
- ↳ Fascicol laser
- ↳ Micro-plasmă



↳ Electro-eroziune filiformă

↳ Jet de apă de înaltă presiune

Dispozitivul elaborat permite obținerea danturii roților dințate precesionale de dimensiuni mici prin metode și tehnologii performante, ceea ce face avantajoasă din punct de vedere economic utilizarea angrenajelor precesionale în domeniile contemporane de vârf cum ar fi: mecanica fină, utilajul medical, sisteme de dirijare cu diferite procese, etc.

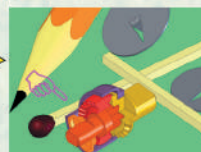


**DOMENIUL DE UTILIZARE:**  
Danturarea roților dințate de dimensiuni mici ale transmisțiilor precesionale cinematice (diametrul roților 5...50mm)

Universitatea Tehnică a Moldovei  
Bd. Ștefan cel Mare, 168  
MD 2004, Chișinău  
Republica Moldova



Tel: (373 22) 44-50-88  
Fax: (373 22) 44-50-88  
e-mail: precesia.cada@mail.utm.md





Технический Университет Молдовы

## Кинематические прецизионные передачи

**Авторы:** Ион БОСТАН, академик АН Молдовы, Др. Хаб., профессор, ректор; Валериу ДУЛГЕРУ, Др. Хаб., зав. кафедры; Ион БОДНАРЮК, лектор; Ион ДИКУСАРЭ, лектор; Александру ОЛЕВСКИ, аспирант; Юлиан МАЛКОЧ, аспирант.

**Цель:** Разработка высокоэффективных кинематических прецизионных передач.

**Решение:** Применение передовых технологий (спекание порошковых материалов и литьё пластмасс под давлением) для изготовления зубчатых колес.

**Преимущества:** - Очень большие передаточные числа ( $i = 10 \dots 10000$ );  
- Простота конструкции (состоит из 4 основных элементов);  
- Низкая стоимость гарантируется передовыми технологиями в изготовлении зубчатых колес и малым числом элементов.

**Стадия:** Экспериментальный прототип;  
Технологическое оборудование для изготовления зубчатых колес.



Результаты, полученные на международных выставках:  
BRUXEL - 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2001 - золотая медаль;  
LUXEM, СПА - 1996, 1998, 1999 - золотая медаль;  
EXPOVENT - 2002, 2003, 2004, 2005 - золотая медаль;  
GENEVA - 1999, 2001, 2005 - 1 золотая и 2 серебряные медали;  
Casablanca, Marrakech - 1998 - золотая медаль.

## Технологии изготовления

Литьё пластмассов под давлением

Спекание порошковых материалов



Матрицы  
Пластмассовые сателлиты  
Форма для литья сателлитов

Матрицы  
Форма для прессования сателлитов  
Сателлиты из порошковых материалов

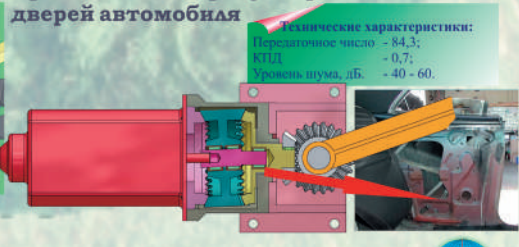
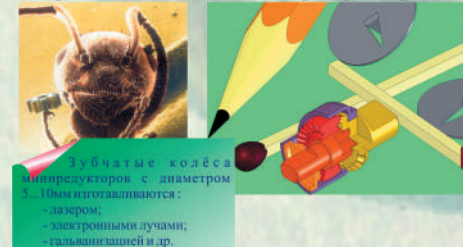
Технические характеристики:  
Передаточное число - 10...3600;  
КПД - 0.6...0.8;  
Уровень шума, дБ. - 50 - 70.

Технические характеристики:  
Передаточное число - 16;  
КПД - 0.9;  
Уровень шума, дБ. - 50 - 70.

Кинематический прецизионный редуктор с пластмассовым или порошковым сателлитом

Прецизионный миниредуктор

Прецизионный редуктор подъёма стёкол дверей автомобиля



Зубчатые колёса миниредукторов с диаметром 3...10мм изготавливаются:  
- лазером,  
- электронными лучами,  
- гальванической и др.

Технические характеристики:  
Передаточное число - 84.3;  
КПД - 0.7;  
Уровень шума, дБ. - 40 - 60.



Технический Университет Молдовы  
Пр. Штефан чел Маре ши сфинт, 168  
MD 2004, Кишинэу, Республика Молдова

Тел.: (373 22) 44-50-88  
Факс: (373 22) 44-50-88  
e-mail: precesia.cad@mail.utm.md







# Universitatea Tehnică a Moldovei



## TEHNOLOGII MODERNE NECONVENȚIONALE DE PRELUCRARE A ROȚILOR DINȚATE

### Autori:

Ion BOSTAN, academician al AȘM, dr.hab.prof.univ., rector;  
Florin IONESCU, prof., dr.ing. (DE); Valeriu DULGERU, dr.hab.prof.univ., șef cat.;  
Ion DICUSARĂ, lect.sup.; Ion BODNARIUC, dr.conf.univ.; Ion COZMA, st.

### Scopul:

Elaborarea transmisiilor precesionale cinematice cu eficiență înaltă.

### Soluția:

Utilizarea tehnologiilor avansate (sinterizare din pulberi metalici și turnare sub presiune a masei plastice) pentru fabricarea roților dințate.

### Avantaje:

- Raport de transmitere mare ( $i=10...10000$ );
- Simplitate constructivă (constă doar din 4 elemente de bază);
- Costul mic este asigurat de utilizarea tehnologiilor avansate de fabricare a roților dințate și de numărul mic de elemente de bază.

### Stadiul de elaborare:

Prototip experimental;  
Utilaj tehnologic pentru fabricarea roților dințate.



## Tehnologii de Fabricare

### Turnarea masei plastice sub presiune



Forma de turnare a sateliților

Sateți din masă plastică

Matrițe

### Sinterizarea din pulberi metalici

#### Sateți din pulberi metalici



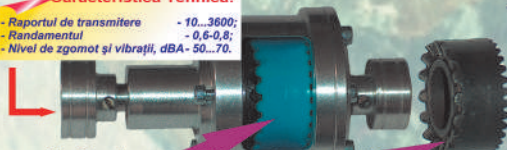
Forma de presare a sateliților

Matrițe

### Modelul experimental

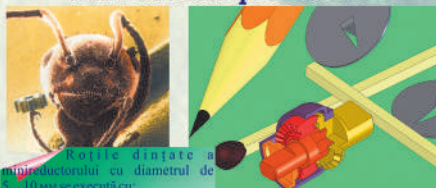
#### Caracteristica Tehnică:

- Raportul de transmitere - 10...3600;
- Randamentul - 0,6-0,8;
- Nivel de zgomot și vibrații, dBA - 50...70.



Reductor precesional cinematic cu sateți din masă plastică sau din pulberi metalici

### Minireductor precesional

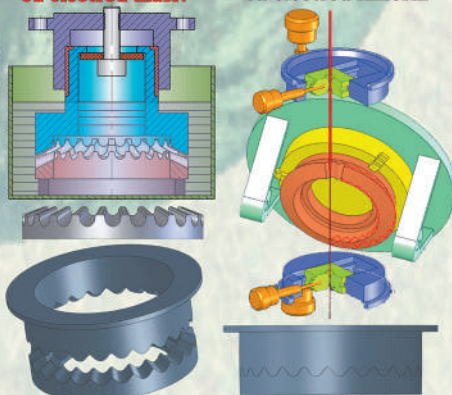


Roțile dințate ale minireductorului cu diametrul de 5...10 mm se execută cu:  
- laser;  
- flux de electroni;  
- prin galvanizare și altele.

### Fabricarea matrițelor prin electroeroziune:

#### cu electrod masiv

#### cu electrod filiform



Universitatea Tehnică a Moldovei  
Bd. Ștefan cel Mare, 168  
MD 2004, Chișinău Republica Moldova

Tel: (373 22) 50-99-88  
Fax: (373 22) 50-99-39  
e-mail: precesia.cad@mail.utm.md





**Universitatea Tehnică a Moldovei**



## Dispozitiv de prelucrare a roţilor dinţate precesionale

**Autorii:**

*Acad. dr. hab. Ion Bostan,  
Drd Ion Dicusară,*

*Dr. hab. Valeriu Dulgheru,  
Ing. Alexandru Olevschi.*

**Scopul:**

*Lărgirea posibilităţilor tehnologice, simplificarea şi rigidizarea construcţiei, majorarea fiabilităţii.*

**Soluţie:**

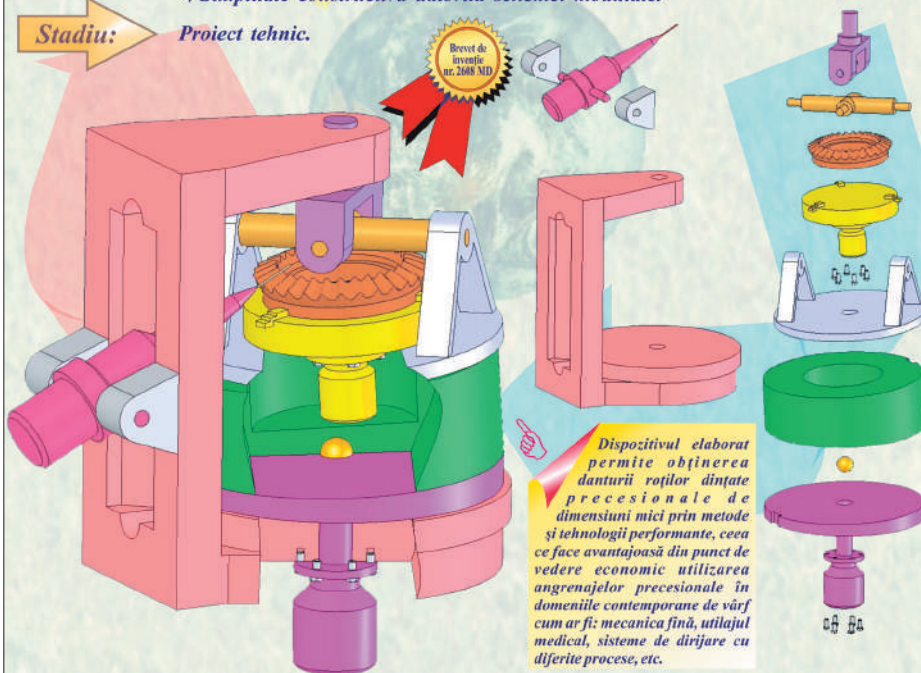
*Elaborarea unui dispozitiv original, dirijat numeric, având la bază tehnologii moderne de prelucrare a roţilor dinţate precesionale.*

**Avantaje:**

- ↳ *Mișcarea sfero-spațială și de rotație este efectuată de către semifabricat, scula fiind fixă;*
- ↳ *Lipsa manivelei și a sistemului mecanic de corecție, fapt ce asigură dispozitivului rigiditate;*
- ↳ *Mișcarea precesională și de rotație se realizează prin intermediul servomotoarelor în baza ecuațiilor parametrice cu considerarea corecției profilului;*
- ↳ *Unghiul de inclinare a mecanismului pentru generarea mișcării sfero-spațiale este reglabil, fapt ce permite lărgirea posibilităților tehnologice;*
- ↳ *Simplitate constructivă datorită schemei modulate.*

**Stadiu:**

*Proiect tehnic.*



*Dispozitivul elaborat permite obținerea danturii roților dințate precesionale de dimensiuni mici prin metode și tehnologii performante, ceea ce face avantajoasă din punct de vedere economic utilizarea angrenajelor precesionale în domeniile contemporane de vârf cum ar fi: mecanica fină, utilajul medical, sisteme de dirijare cu diferite procese, etc.*



Technical University of Moldova  
Bd. Ștefan cel Mare, 168  
MD 2004, Chişinău  
Republic of Moldova

Tel: (37322) 23-78-61  
44-50-88  
Fax: (37322) 44-50-88  
e-mail: [precesia.cud@mail.tum.md](mailto:precesia.cud@mail.tum.md)



# Universitatea Tehnică a Moldovei



## Minimotor-reductor frontal

Brevet de invenție nr. 2943 MD

**Autorii:**

Ion BOSTAN, dr. hab. acad., prof. univ., Rector,  
Valeriu DULGHERU, dr. hab., conf. univ., șef catedră,  
Ion DICUSARĂ, lector universitar.

**Scopul:**

Lărgirea posibilităților cinematice, simplificarea construcției și a procesului de asamblare, majorarea fiabilității.

**Soluție:**

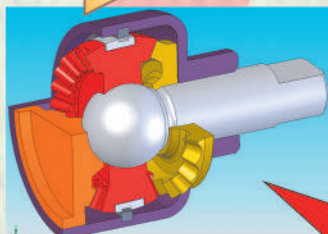
Elaborarea soluțiilor constructive simple de minimotoare-reductoare precesionale, cu număr redus de elemente, care asigură costuri reduse de fabricare.

**Avantaje:**

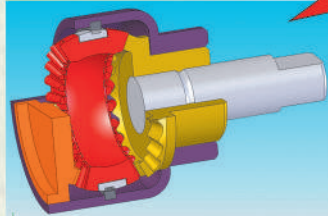
- ✓ Minimotorul-reductor frontal este compus dintr-un număr minim de elemente, simplificându-se astfel construcția, și procesul de asamblare, majorându-se fiabilitatea;
- ✓ Cu același număr de elemente se poate obține o gamă largă de raporturi de transmitere, lărgindu-se astfel posibilitățile cinematice;
- ✓ Toate elementele mobile sunt executate din materiale compozite cu proprietăți de autoungere, excluzându-se astfel lagărele de rostogolire, care, la dimensiuni mici, creează probleme de execuție și de asamblare.

**Stadiu:**

Model computerizat, proiect tehnic.



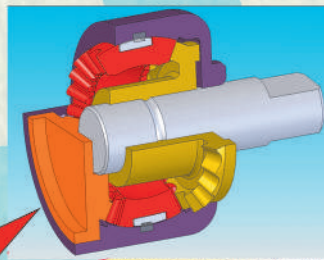
Minimotorul-reductorul frontal, la care satelitul se sprijină pe un suport sferic și este antrenat în mișcare precesională de blocuri de piezoelemente, amplasate între suprafața sferică exterioară a satelitului și carcasă.



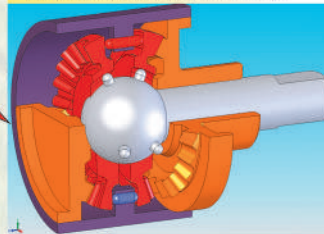
Minimotorul-reductor frontal, la care satelitul este amplasat liber între roțile dinate centrale.

### Domenii de aplicare:

Tehnologia medicală;  
Biotehnologia;  
Tehnologia automobilelor;  
Fabricație și metrologie;  
Microactuatori etc.



Minimotorul-reductor frontal, la care satelitul se sprijină pe suprafața interioară sferică a carcasei.



În minimotorul-reductor frontal, satelitul, care este compus din două părți simetrice cu un număr egal de dinți, amplasate cu joc una față de alta, este antrenat în mișcare precesională de elemente magnetostriuctive, amplasate uniform pe perimetru între aceste părți.

### Concluzie:

Turația înaltă a micromotoarelor electrice, folosite pe larg ca elemente de acționare a microsistemelor (până la 100.000 min<sup>-1</sup>), necesită transmisii mecanice cu raport de transmitere mare. Posedând posibilități cinematice foarte largi (raportul de transmitere până la 5000 într-o singură treaptă realizată doar cu 4 elemente de bază), precizie cinematică înaltă, construcție simplă, angrenajele precesionale își pot găsi o aplicație largă în domeniile nominalizate.



Universitatea Tehnică a Moldovei  
Bd. Ștefan cel Mare, 168  
MD 2004, Chișinău Republica Moldova

Tel: (373 22) 44-50-88  
Fax: (373 22) 44-50-88  
e-mail: precesia.cad@mail.utm.md





## TEHNOLOGII DE FABRICARE A ROȚILOR DINȚATE PRIN DEFORMARE PLASTICĂ

### Autori:

Ion BOSTAN, academician al AȘM, dr.hab.șt.teh., profesor, rector;  
Valeriu DULGHERU, dr.hab.șt.teh., șef catedră;  
Nicolae TRIFAN, lector superior.

### Scopul:

Majorarea productivității de prelucrare prin deformare plastică, asigurarea unei structuri optime a metalului la suprafața dinților.

### Soluția:

Executarea sculei și portsculei în formă de satelit al transmisiei precesionale.

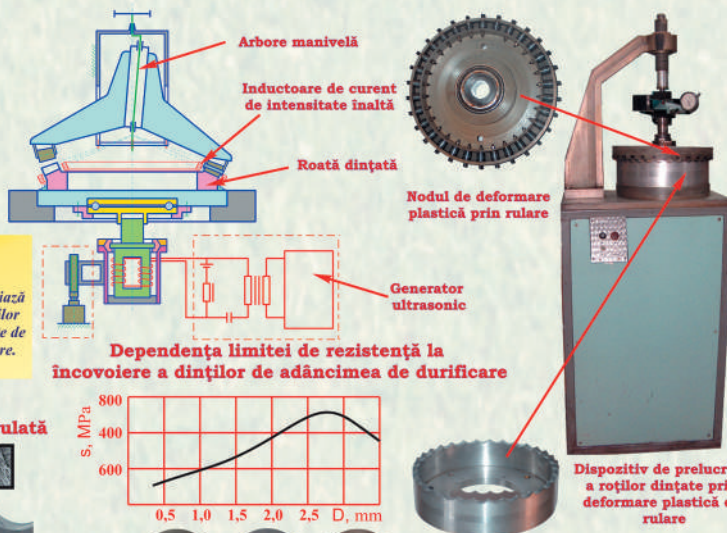
### Avantaje:

- ♣ Calitate superioară a suprafeței și precizie de prelucrare înaltă datorită curgerii lente în trepte a materialului deplasat de mai multe role de deformare plastică;
- ♣ Productivitatea este de 5...6 ori mai mare decât la frezare, iar gradul de utilizare a materialului crește cu peste 10%;
- ♣ Cheltuielile de fabricație se reduc cu 30% față de prelucrarea prin așchiere;
- ♣ Microduritatea pe dantură este de 1.5 ori mai mare față de cea măsurată pe o roată obținută prin așchiere.



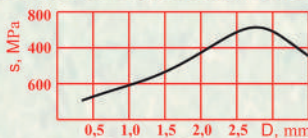
### Stadiul de elaborare:

Instalație de laborator a dispozitivului de deformare plastică a roților dințate.

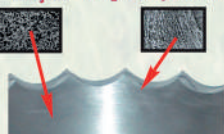


Durificarea suprafeței se efectuează prin intermediul microdeplasărilor alternative de translație generate de un generator de unde ultrasonore.

Dependența limitei de rezistență la încovoiere a dinților de adâncimea de durificare



Semifabricat inițial Suprafață rulată



Roată dințată obținută prin deformare plastică



Fazele de deformare plastică


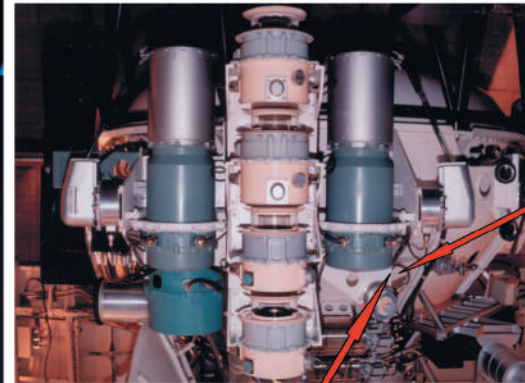



Universitatea Tehnică a Moldovei  
Bd. Ștefan cel Mare, 168  
MD 2004, Chișinău Republica Moldova


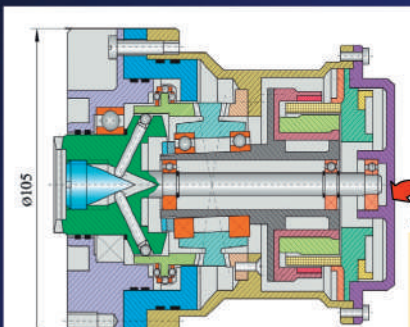
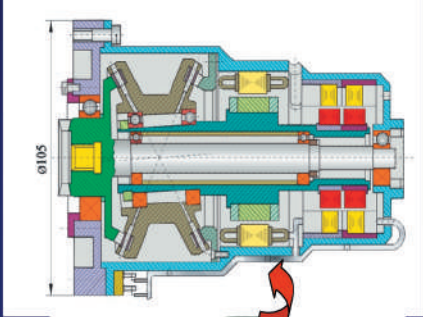
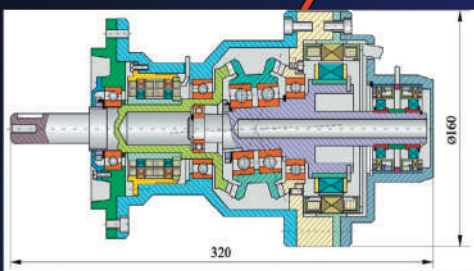
Tel: (373 22) 50-99-88  
Fax: (373 22) 50-99-39  
e-mail: precisia.cad@mail.utm.md



## MODULE PRECESIONALE ELECTROMECHANICE PENTRU APARATE COSMICE DE ZBOR



Caracteristica tehnică:	
Puterea, W	- 80;
Raport de transmitere	- 840;
Randament	- 0,7;
Precizia cinematică, sec.ungh.	- 70;
Nivelul puterii acustice, dBa	- 60...75.



Caracteristica tehnică:	
Puterea, W	- 80;
Raport de transmitere	- 2115;
Randament	- 0,6;
Precizia cinematică, sec.ungh.	- 70;



# Universitatea Tehnică a Moldovei

## MECANISME DE ACŢIONARE PENTRU APARATE DE ZBOR



### Autori:

Ion BOSTAN, Dr. hab. academician, profesor universitar, rector;  
 Florin IONESCU dr. ing. prof. D.H.C. Univ. de Ştiinţe Aplicate, Konstanz, Germania;  
 Valeriu DULGHERU, Dr. hab., conferenţiar universitar, şef catedră;  
 Radu CIOBANU, lector universitar; Iulian MALCOCI, lector asistent.

Brevet:  
 Nr. 3510 MD  
 2008.

Aprecieri Expoziţii:  
 NEW TIME 2008, Sevastopol - cupa de aur.

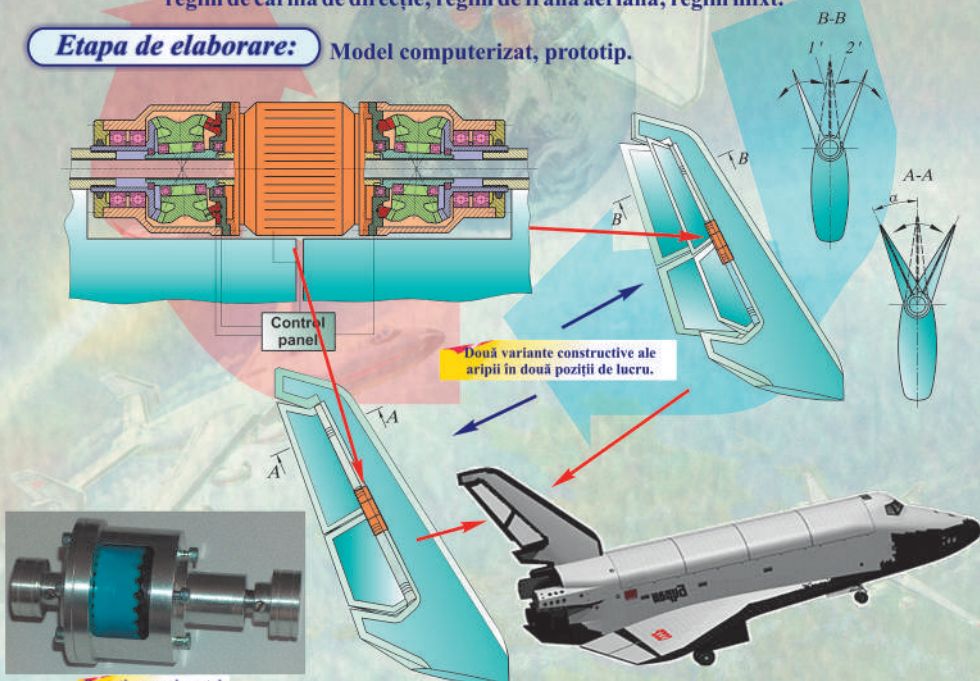
**Scopul:** Invenţia se referă la construcţia de aparate de zbor şi poate fi utilizată în sistemele de dirijare şi frânare a aparatului de zbor.

**Avantaje:**

- reducerea neuniformităţii mişcării de rotaţie, care este sursă generatoare de vibraţii;
- precizie înaltă de poziţionare şi dimensiuni de gabarit şi masă reduse;
- construcţie relativ simplă.

**Soluţie:** Mecanismul de dirijare a aparatului de zbor, include două secţii turnante, instalate pe osii, pe partea din spate a aripii, care sunt rotite de mecanisme de acţionare. Noutatea constă în faptul că secţiile turnante sunt instalate pe o osie comună, iar la mijlocul osiei este amplasat un motor electric cu doi arbori de ieşire. Acest mecanism asigură funcţionarea mecanismului de acţionare în trei regimuri: regim de cârmă de direcţie; regim de frână aeriană; regim mixt.

**Etapa de elaborare:** Model computerizat, prototip.



Prototip experimental



Universitatea Tehnică a Moldovei  
 Bd. Ştefan cel Mare, 168  
 MD 2004, Chişinău Republica Moldova

Tel: (373 22) 50-99-88  
 Fax: (373 22) 50-99-39  
 e-mail: precesia.cad@mail.utm.md





# UNIVERSITÉ TECHNIQUE DE MOLDAVIE

Chișinău

## TRANSMISSIONS PRÉCESSIONNELLES CINÉMATIQUE POUR LES ROBOTS ET L'INDUSTRIE DE L'AUTOMOBILES

**Auteurs:** Prof.PhD.Dr.Sc. Ion Bostan, ass.Prof.PhD.Dr.Sc. Valeriu Dulgheru, lect. univ. Ion Bodnariuc, lect. univ. Anatol Sochirean, thésard Ion Dicusară.

**But:** Élaboration des mécanismes d'actionnement par les transmissions planétaires précessionnelles cinématiques à effet cinématique élevé en Faibles gabarits, utilisables pour les automobiles

**Solution:** Utilisation de la transmission planétaire précessionnelle du type 2K-H d'un seul degré, ayant des schémas structuraux optimaux et des technologies de pointe de fabrication des engrenages basées sur L'utilisation des matières plastiques et des poudres métalliques

**Avantages:**

- Effet cinématique élevé ( $i = 10...5000$ );
- Gabarit et masse réduit;
- Compacité;
- Coût réduit.

**État:** Modèle expérimental.



Brevet  
No. 2142 MD  
Dreșion  
No. 427

### MÉCANISME PRÉCESSIONNEL D'ÉLEVATION DES VITRES

Caractéristique technique:

Rapport de transmission	- 84,3;
Rendement	- 0,7;
Niveau de bruit et de vibrations, dBA	- 40...60.




### MÉCANISME PRÉCESSIONNEL CINÉMATIQUE

Caractéristique technique:

Rapport de transmission	- 10...500;
Rendement	- 0,7...0,8;
Gabarit, mm	d x L - 60 x 50;
Moment de torsion, Nm	- 2...5.




Les roues dentées sont exécutées en matière plastique par tournage

### SUSPENSION POLYFONCTIONNELLE DU MOYEN DE TRANSPORT

Transmission précessionnelle

Les oscillations verticales de l'automobile se transforment par le biais des leviers, de la transmission précessionnelle et du générateur, en énergie électrique.



Universit e Technique de Moldavie  
Bd. Ștefan cel Mare, 168  
MD 2004, Chișinău  
Republica de Moldavie

Tel: (37322)23-78-61  
44-50-88  
Fax: (37322)44-50-88  
e-mail: precesia.ca@mail.utm.md





# Universitatea Tehnică a Moldovei

## REDUCTOARE PLANETARE PRECESIONALE CINEMATICE

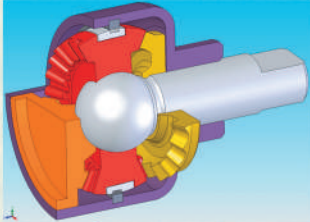


**Aprecieri Expozitive:**  
**INVENTICA 2006 - medalie de aur;**  
**EURECA 2004 - medalie de argint;**  
**GENEVA 2005 - medalie de argint.**

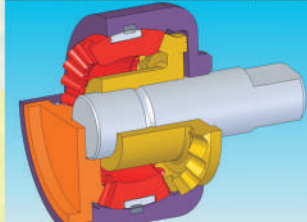
**Ion BOSTAN, Dr. hab. academician, profesor universitar, rector;**  
**Valeriu DULGHERU, Dr. hab., conferențiar universitar, șef catedră;**  
**Ion BODNARIUC, lector universitar; Ion DICUSARĂ, lector universitar;**  
**Alexandru OLEVSKI, doctorand; Iulian MALCOCI, doctorand.**



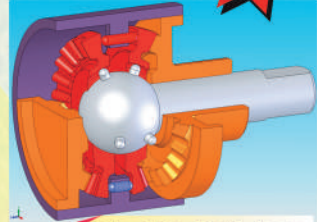
### Minimotoare-reductoare precesionale



Motor-reductor frontal, la care satelitul se sprijină pe un suport sferic și este antrenat în mișcare precesională de un set de piezoelemente.

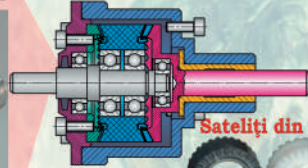


Motor-reduct frontal, la care satelitul se sprijină pe suprafața interioară sferică a carcasei.



Motor-reductor frontal, la care satelitul este compus din două părți simetrice cu un număr egal de dinți, între flanșele cărora sunt amplasate elemente magnetostriuctive de generare a mișcărilor precesionale.

### Reductoare precesionale cinematice și tehnologii de fabricare



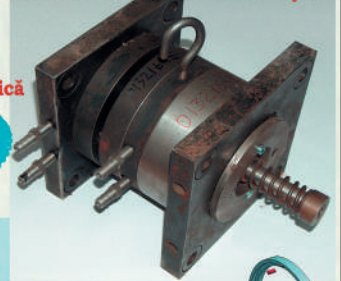
Sateți din masă plastică



Matrițe



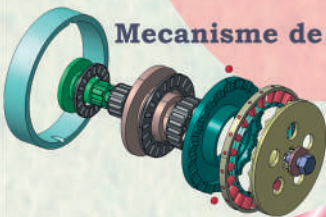
Forma de turnare a sateliților



**Caracteristica Tehnică:**

- Momentul de torsiune, Nm - 3,7;
- Raportul de transmitere - 72;
- Randamentul - 0,7;
- Nivel de zgomot și vibrații, dBA - 55...70;

### Mecanisme de acționare a frânei automobilului



**Caracteristica tehnică:**

- Raportul de transmitere - 144;
- Randamentul - 0,7;
- Nivel de zgomot și vibrații, dBA - 55 - 70.



#### Domenii de aplicare:

- Tehnologii medicale;
- Biotehnologii;
- Tehnologia automobilelor;
- Utilaj tehnologic;
- Metrologie;
- Microactuatori;
- Microrobotica.

#### Avantaje:

- motorul-reductor frontal este compus dintr-un număr minim de elemente, asigurându-i simplitate constructivă și de asamblare, fiabilitate sporită;
- cu același număr de elemente se poate obține o gamă largă de raporturi de transmitere, lărgindu-se posibilitățile cinematice.
- toate elementele mobile sunt executate din materiale compozite cu proprietăți de autungere, excluzându-se astfel lagărele de rostogolire, care, pentru dimensiuni mici, creează probleme de execuție și de asamblare.

#### Concluzie:

Turația înaltă a micromotoarelor electrice folosite pe larg ca elemente de acționare a microsistemelor (până la 100.000min<sup>-1</sup>) necesită transmisii mecanice cu raport de transmitere mare. Posedând posibilități cinematice foarte largi (raportul de transmitere până la 5000 într-o singură treaptă realizată doar cu 4 elemente de bază), precizie cinematică înaltă, construcție simplă, angrenajele precesionale își pot găsi o aplicație largă în domeniile nominalizate.



Universitatea Tehnică a Moldovei  
 Btl. Ștefan cel Mare, 168  
 MD 2004, Chișinău Republica Moldova

Tel: (373 22) 44-50-88  
 Fax: (373 22) 44-50-88  
 e-mail: precestia.cad@mail.utm.md





9

**DESCRIERI  
DE INVENȚII  
ALE AUTORILOR**



Antologia invențiilor autorilor cuprinde descrierea a 204 invenții inserate în 4 volume, structurate pe domenii și subdomenii. Prin structură și conținut, Antologia urmărește scopul de a îndruma cititorul pe întreg parcursul elaborării produsului inovativ – de la idee până la aplicarea industrială.

Volumul 4 patru al Antologiei cuprinde descrierea a 57 de invenții referitoare la minitransmisii planetare precesionale și la mecanismele de acționare, elaborate în baza lor, destinate pentru diverse domenii de aplicare: robototehnică, tehnica cosmică de zbor, industria de automobile, utilaj tehnologic etc. De asemenea, sunt descrise invenții de tehnologii neconvenționale de fabricare a roților miniangrenajelor precesionale prin electroeroziune cu electrozi filiform și masiv, cu laser și cu flux de electroni, prin moletare, turnare și presare în forme. Brevetele de invenție dedicate tehnologiilor neconvenționale de fabricare a danturilor prin mișcare sfero-spațială a sculei sunt fundamentate teoretic în capitolele 2 și 4.

Soluțiile tehnice utilizate în TPPC și protejate cu brevete de invenție au fost verificate prin cercetări experimentale pe mostre reale, prin simulări CAE și fundamentate prin proiectare de produse concrete, solicitate de diverși utilizatori (v. capitolele 5 și 6).

Înserarea în același volum a conceptelor tehnologiilor neconvenționale de fabricare a miniangrenajelor, a elaborărilor concrete de TPPC și de mecanisme de acționare în baza lor, a algoritmului de calcul al angrenajului precesional cinematic și a descrierilor de invenție va permite beneficiarilor și producătorilor de mecanică fină să extindă aria de utilizare a acestora.

Elaborarea soluțiilor tehnice protejate cu brevete de invenție au rezultat prin executarea celor 39 de proiecte naționale și granturi internaționale din perioada 1983-2010, prezentate în capitolul 7.

Invențiile în domeniul transmisiilor planetare precesionale și al tehnologiilor neconvenționale de fabricare a roților dințate cu profil convex-concav, în arc de cerc și cicloidal au fost prezentate în anii 1985-2010 la peste 70 de expoziții internaționale *Cercetare, Inovație, Transfer Tehnologic*, printre care cele mai prestigioase din lume: *EURECA*, Bruxelles (Belgia); Geneva (Elveția); *INPEX*, Pittsburgh (SUA); *ARHIMED*, Moscova (Rusia); Salonul de Aeronautică *Le Bourget*, Paris (Franța); București, Iași și Cluj-Napoca (România); Leipzig, Drezda și Hanovra (Germania); New Deli (India); Viena, Austria, etc. În capitolul 8 se aduc câteva prezentări de invenții la Saloanele Internaționale *Cercetare, Inovații și Transfer Tehnologic*, care au fost apreciate cu 55 de medalii de aur, 26 de argint și 10 de bronz, cu premii speciale și două medalii de aur ale Organizației Mondiale de Proprietate Intelectuală etc.





СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1455094 A1

(SD) 4 F 16 H 1/32

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

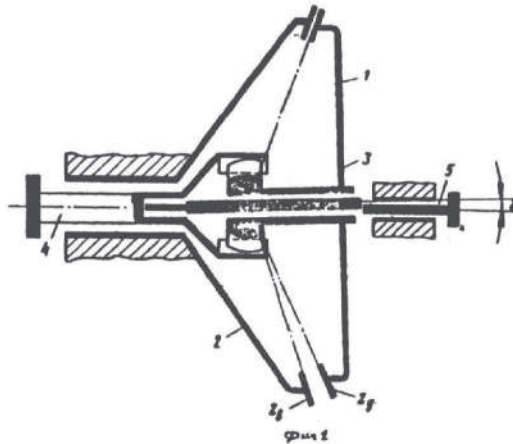
## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4068048/25-28  
(22) 13.05.86  
(46) 30.01.89. Бюл. № 4  
(71) Кишиневский политехнический институт им.С.Лазо  
(72) И.А.Бостан  
(53) 621.833.6 (088.8)  
(56) Кудрявцев В.Н. Планетарные передачи. М-Л: Машиностроение, 1966, стр.255.

### (54) ПРЕЦЕССИОННАЯ ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА

(57) Изобретение относится к машиностроению. Целью изобретения является повышение несущей способности за счет одновременного увеличения радиуса кривизны кругового профиля и много-

парности зацепления. Расположенное на кривошипе 3 прецессионное коническое колесо 1 имеет зубья прямолинейного профиля, а находящееся с ним в зацеплении центральное коническое колесо 2 имеет зубья кругового профиля, образованного дугами окружностей, центр каждой из которых размещен на линии, проходящей через точку контакта сопряженных профилей и точку пересечения линий наклона кругового профиля с эквидистантом прямолинейного профиля зубьев колеса 1. Радиус окружностей выбран в пределах от 1 до 7 радиусов вписанного в кругой профиль окружности с центром на эквидистанте прямолинейного профиля, 4 ил.



(19) SU (11) 1455094 A1

1

1455094

2

Изобретение относится к механическим передачам и может быть использовано в машиностроении в механизмах с большим передаточным отношением.

Цель изобретения - повышение несущей способности за счет одновременного увеличения радиуса кривизны кругового профиля и многопарности зацепления.

На фиг.1 приведена схема передачи; на фиг.2 - развертка сопряженных профилей по наружному диаметру для полувинны зубьев для случая, когда радиус кривизны кругового профиля равен радиусу вписанной в него окружности; на фиг.3 - то же, радиус кривизны кругового профиля увеличен; на фиг.4 - то же, радиус вписанной в круговой профиль окружности уменьшен.

Прецессионная зубчатая передача содержит прецессионное коническое колесо 1, находящееся в зацеплении с центральным коническим колесом 2. Прецессионное коническое колесо 1 расположено на кривошипе 3, ось которого находится под углом  $\beta$  прецессии к оси ведомого вала 4. С кривошипом 3 связан ведущий вал 5. Прецессионное колесо 1 имеет  $Z_1$  зубьев прямолинейного профиля, очерченного прямолинейными отрезками  $ab$  и  $bc$  (фиг.2), а центральное коническое колесо 2 (фиг.1) имеет  $Z_2 - Z_1 \pm 1$  зубьев кругового профиля, очерченного дугами окружностей  $de$  и  $ef$ , радиус которых равен  $R = r_2$  (фиг.2), или больше  $R > r_2$  (фиг.3,4) радиуса вписанной в круговой профиль окружности с центром, лежащим на эквидистанте Э прямолинейного профиля.

Центры радиусов  $R$  кругового профиля центрального конического колеса 2 расположены на линии  $L_k$ , проходящего через точку  $L$  контакта сопряженных профилей прецессионного конического колеса 1 и центрального конического колеса 2 и точку  $k$  пересечения линии  $MN$  наклона центрального конического колеса 2 с эквидистантой Э прямолинейного профиля прецессионного конического колеса 2.

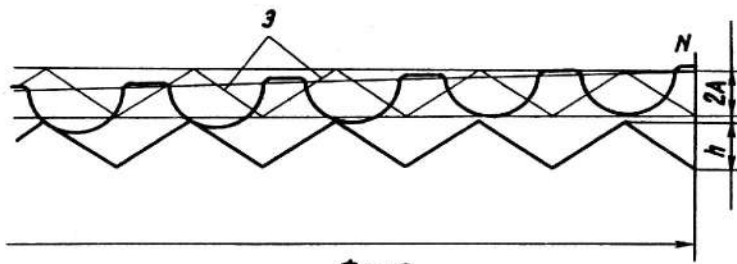
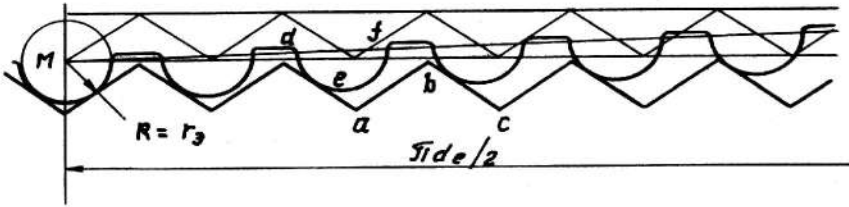
При увеличении радиуса кривизны кругового профиля увеличивается приведенный радиус кривизны сопряженных профилей, следовательно, несущая способность передачи в случае, изображенном на фиг.3 также увеличивается. В случае уменьшения радиуса вписанной в круговой профиль окружности (фиг.4) при увеличении радиуса кривизны кругового профиля увеличивается несущая способность передачи одновременно как за счет увеличения многопарности, так и за счет увеличения радиуса кривизны кругового профиля.

Радиус кривизны кругового профиля находится в интервале от одного до семи радиусов вписанной в круговой профиль окружности. Верхний предел значения радиуса кривизны обусловлен прочностными характеристиками, так как в этом случае зубья кругового профиля будут срезаться из-за чрезмерного уменьшения площади зуба в сечении  $IO$  сопряжения (фиг.4).

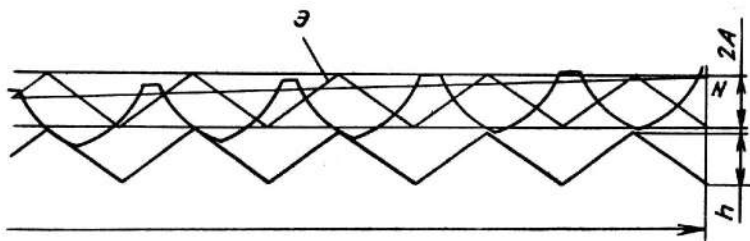
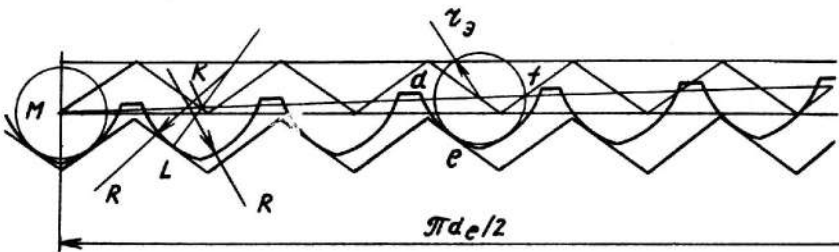
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Прецессионная зубчатая передача, содержащая два зацепляющихся конических колеса с профилем зубьев у одного - круговым, а у другого - прямолинейным с высотой, равной удвоенной амплитуде прецессии, отличаясь тем, что, с целью повышения несущей способности за счет одновременного увеличения радиуса кривизны кругового профиля и многопарности зацепления, круговой профиль зуба образован дугами окружностей, центр каждой из которых размещен на линии, проходящей через точку контакта сопряженных профилей и точку пересечения линии наклона кругового профиля с эквидистантой прямолинейного профиля, а радиус окружностей выбран в пределах от одного до семи радиусов вписанной в круговой профиль окружности, центр которой расположен на эквидистанте прямолинейного профиля.

1455094



$\Phi_{\text{из.2}}$



$\Phi_{\text{из.3}}$



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3623**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 3623 G2 2008.06.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3623 (13) G2

(51) Int. Cl.: B23H 1/00 (2006.01)  
B23H 7/02 (2006.01)  
B23F 9/06 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0032 (22) Data depozit: 2005.02.07 (41) Data publicării cererii: 2006.07.31, BOPI nr. 7/2006</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.06.30, BOPI nr. 6/2008</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD; BODNARIUC Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Roată dințată-sculă pentru prelucrarea matrițelor (variante) și procedeu de prelucrare a ei (variante)

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la industria constructoare de  
mașini, și anume la roțile dințate-sculă și procedeele  
de prelucrare a roților dințate-sculă pentru con-  
fecționarea matrițelor.  
Roata dințată-sculă include o coroană dințată cu  
dinți curbilini modificați, profilul cărora poate fi  
convex-concav sau circular și este descris de ecuații  
parametrice.  
Pentru prelucrarea roților dințate-sculă cu  
profilul dinților modificat se propune un procedeu în  
cadru cărui scula abrazivă efectuează o mișcare de  
precesie modificată, ținând cont de compensarea  
valorii erorii de profil a dinților matriței, obținuți

2  
5 prin eroziune electrochimică. Eroarea de profil sus-  
menționată este generată de faptul că unele porțiuni  
ale dinților sunt supuse eroziunii electrochimice un  
timp mai îndelungat, în urma căreia se produce o  
dizolvare suplimentară a materialului.  
10 Pentru realizarea modificării profilului dinților  
roții dințate-sculă, sculei abrazive i se comunică  
deplasări suplimentare, generate de camele meca-  
nismului de legătură, profilul cărora este descris de  
ecuații parametrice.  
15 Revendicări: 4  
Figuri: 9



**MD 3623 G2 2008.06.30**

3

**Descriere:**

Invenția se referă la industria constructoare de mașini, și anume la roțile dințate-sculă și procedeele de prelucrare a roților dințate-sculă pentru confecționarea matrițelor.

5 Este cunoscut electrodul-sculă pentru prelucrarea prin electroeroziune a roților dințate, care este executat din material dielectric și include plăci conductoare de curent electric, prinse de o parte și de alta a electrodului-sculă, totodată suprafața de lucru a plăcilor e perpendiculară bisectoarei unghiului format de suprafețele laterală și concentrică a dintelui roții prelucrate. Electrodul-sculă cunoscut nu poate fi utilizat pentru prelucrarea dinților matrițelor formelor de turnare a roților dințate din masă plastică [1].

10 Este cunoscut procedeele de prelucrare a dinților elementelor transmisiei precesionale, în care sculei i se comunică o mișcare sfero-spațială în raport cu sistemele de coordonate mobil și fix, care este caracterizată de unghiurile Euler și o mișcare suplimentară. Posibilitățile tehnologice relativ înguste nu permit prelucrarea cu precizie înaltă a dinților modificați ai matrițelor formelor de turnare a roților dințate [2].

15 Este cunoscută de asemenea roata dințată cu profil convex-concav al dinților, descrisă în secțiune normală de ecuații parametrice și procedeele de prelucrare a roților dințate, în care scula, efectuând mișcare de precesie, este legată cu partea imobilă printr-un mecanism de legătură, care primește microdeplasări de la o camă. Procedeele examinate, deși dispune de o serie de avantaje, nu permite totuși prelucrarea dinților modificați ai matrițelor formelor de turnare a roților dințate [3].

20 Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este lărgirea posibilităților tehnologice și majorarea preciziei de prelucrare.

Problema pusă se rezolvă prin aceea că roata dințată-sculă cu profil curbiliniu al dinților, descris în secțiune normală de ecuațiile parametrice:

$$\xi^m = X_E^m \cos \frac{\pi}{Z_1} + [R_D \cos(\delta + \theta + \beta) + Y_E^m] \sin \frac{\pi}{Z_1};$$

$$\xi^m = X_E^m \sin \gamma \sin \frac{\pi}{Z_1} - [R_D \cos(\delta + \theta + \beta) + Y_E^m] \sin \gamma \cos \frac{\pi}{Z_1} + [R_D \sin(\delta + \theta + \beta) + Z_E^m] \cos \gamma.$$

25 unde:

$$\sin \gamma = \operatorname{tg}(\delta + \theta + \beta) / \left[ \cos^2 \frac{\pi}{Z_1} + \operatorname{tg}^2(\delta + \theta + \beta) \right]^{1/2};$$

$$\cos \gamma = \cos \frac{\pi}{Z_1} / \left[ \cos^2 \frac{\pi}{Z_1} + \operatorname{tg}^2(\delta + \theta + \beta) \right]^{1/2}.$$

Profilul dinților roții dințate este executat convex-concav, coordonata  $\xi^m$  a căruia, modificată cu valoarea  $\Delta_i(\psi)$ , este descrisă de ecuația parametrică:

$$\xi^m = X_E^m \cos \frac{\pi}{Z_1} + [R_D \cos(\delta + \theta + \beta) + Y_E^m] \sin \frac{\pi}{Z_1} - \Delta_i(\psi),$$

30 unde:  $\Delta_i(\psi)$  este valoarea modificării profilului dinților roții dințate - sculă

$$\Delta_i(\psi) = a \left( \frac{1}{\cos \alpha_i(\psi)} - 1 \right),$$

unde:  $a = (0,08...0,76)$  mm – valoarea interstițiului la prelucrarea cu roata dințată-sculă prin eroziunea electrochimică a matrițelor,

$$\alpha_i(\psi) = \operatorname{arctg} \frac{\xi_{i+1}^m - \xi_i^m}{\xi_{i+1}^m - \xi_i^m} \quad \text{- unghiul dintre tangenta dusă la punctul considerat al profilului}$$

35 dintelui roții dințate-sculă și direcția de avans la prelucrarea ei.

În roata dințată-sculă pentru prelucrarea matrițelor, care este executată cu profil curbiliniu al dinților, profilul dinților roții dințate este executat în arc de cerc și este descris de ecuațiile:

**MD 3623 G2 2008.06.30**

4

$$\xi^m = r \cos \psi - \Delta_i(\psi);$$

$$\xi^m = r \sin \psi,$$

5 unde:  $r$  este raza de curbură a profilului în arc de cerc,  $\Delta_i(\psi)$  - valoarea modificării profilului dinților roții dințate-sculă.

10 Procedul de prelucrare a roții dințate-sculă, care este executată cu profilul dinților convex-concav, include comunicarea sculei unei mișcări coordonate în raport cu sistemele de coordonate mobil ( $X_i, Y_i, Z_i$ ) și imobil ( $X, Y, Z$ ), originea cărora coincide cu centrul mișcării de precesie și este legată cu partea imobilă prin intermediul unui mecanism de legătură. Noutatea constă în aceea că sculei  $i$  se comunică o deplasare suplimentară față de coordonatele  $X_i$  și  $Y_i$ , generată de cama mecanismului de legătură și descrisă de ecuațiile parametrice:  $X_C^{*m} = 0$ ;  $Y_C^{*m} = Y_C^m - \Delta(i\psi)$ ;  $Z_C^{*m} = Z_C^m$ ,

$$\text{unde: } \Delta i(\psi) = a \left( \frac{1}{\cos \alpha_i(\psi)} - 1 \right),$$

iar traiectoria modificată a centrului  $D$  al sculei este descrisă de ecuațiile:

$$X_D^{*m} = -\sin \delta \sin \left[ Y_C^{*m} \sin \theta + Z_C^{*m} (1 - \cos \theta) \cos \psi \right];$$

$$Y_D^{*m} = -Y_C^{*m} \cos \delta + Z_C^{*m} \sin \delta \left[ \cos^2 \psi + \cos \theta \sin^2 \psi \right];$$

$$Z_D^{*m} = -Y_C^{*m} \sin \delta \left( \cos^2 \psi + \cos \theta \sin^2 \psi \right) - Z_C^{*m} \cos \delta.$$

15 Conform altei variante a procedurii de prelucrare a roții dințate-sculă care este executată cu profilul dinților în arc de cerc, include comunicarea sculei unei mișcări coordonate în raport cu sistemele de coordonate mobil ( $X_i, Y_i, Z_i$ ) și imobil ( $X, Y, Z$ ), originea cărora coincide cu centrul mișcării de precesie și este legată cu partea imobilă prin intermediul unui mecanism de legătură. Noutatea constă în aceea că sculei  $i$  se comunică o deplasare suplimentară față de coordonatele  $X_i$  și  $Y_i$ , generată de cama mecanismului de legătură și descrisă de ecuațiile parametrice:

$$20 \xi_{1S}^m = \frac{R_C}{Y_{1C}} \cdot X_{1C};$$

$$\xi_{1S}^m = \frac{R_C}{Y_{1C}} \cdot Z_{1C} - \Delta_i(\psi),$$

iar traiectoria modificată a centrului  $D$  al sculei este descrisă de ecuațiile:

$$X_{D1}^m = R_C \cos \delta \left[ -\cos \psi \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + \sin \psi \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \cos \Theta \right] - R_C \sin \delta \sin \psi \sin \Theta;$$

$$Y_{D1}^m = R_C \cos \delta \left[ \sin \psi \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + \cos \psi \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \cos \Theta \right] + R_C \sin \delta \cos \psi \sin \Theta - \Delta i;$$

$$Z_{D1}^m = -R_C \cos \delta \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \sin \Theta - R_C \sin \delta \cos \Theta,$$

25

**MD 3623 G2 2008.06.30**

5

unde:

$$X_{1c}^* = X_{c1} \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + Y_{c1} \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2};$$

$$Y_{1c}^* = -X_{c1} \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + Y_{c1} \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} - a \cdot \operatorname{tg} \alpha_i;$$

$$Z_{1c}^* = \sqrt{R_c^2 - B_1^2 - (A_1^2 + 1)Y_{c1}^{*2} - 2A_1 B_1 Y_{c1}^* - \Delta i(\psi)};$$

5 unde:

$$Y_{c1} = R_c \left( \sin \psi \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + \cos \psi \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \cos \Theta \right);$$

$$A_1 = \frac{X_{D1}^m}{Y_{D1}^m}; \quad B_1 = \frac{R_c^2}{Y_{D1}^m} \sin \delta \sin \Theta \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2}.$$

Roțile dințate-scule cu profil convex-concav și în arc de cerc al dinților asigură prelucrarea matrițelor formelor de turnare a roților dințate din mase plastică cu o precizie înaltă a profilului dinților roților dințate, precum și realizarea unor diverși parametri geometrici.

10 Procedul de prelucrare a roților dințate-scule pentru realizarea matrițelor, conform invenției, asigură următoarele avantaje:

- posibilitatea obținerii roților dințate-scule cu profil, care ia în considerație particularitățile prelucrării ulterioare a matrițelor formelor de turnare prin eroziune electrochimică;
- precizia înaltă a suprafețelor generatoare ale sculei;
- 15 - posibilitatea realizării profilurilor dinților sculei cu forme diferite (convex-concav, în arc de cerc);

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...9, care reprezintă:

fig. 1, schema roții dințate-scule cu profil convex-concav al dinților;

fig. 2, schema dintelui modificat cu profil convex-concav;

20 fig. 3 și 4, scheme de calcul a abaterii interstițiului în urma dizolvării suplimentare a materialului în masa dintelui matriței;

fig. 5, schema roții dințate-scule cu profil în arc de cerc al dinților;

fig. 6, schema dintelui modificat cu profil în arc de cerc al dinților;

25 - fig. 7, schema principală de realizare a procedurii de prelucrare a dinților modificați ai roții dințate-scule pentru prelucrarea prin eroziune electrochimică a matrițelor formei de turnare a roților din masă plastică;

- fig. 8, traiectoria mișcării sculei (pietrei de rectificat) la prelucrarea dinților modificați ai roții dințate-sculă cu profil curbiliniu;

- fig. 9, traiectoria mișcării sculei (pietrei de rectificat) la prelucrarea dinților modificați ai roții dințate-sculă cu profil în arc de cerc.

30 Roata dințată-sculă (fig. 1) include coroana dințată 1 cu dinți curbiliniu 2, profilul cărora (fig. 2) este descris de ecuațiile parametriche:

$$\xi^m = X_E^m \cos \frac{\pi}{Z_1} + [R_D \cos(\delta + \theta + \beta) + Y_E^m] \sin \frac{\pi}{Z_1} - \Delta i(\psi); \quad u$$

$$\xi^{*m} = X_E^m \sin \gamma \sin \frac{\pi}{Z_1} - [R_D \cos(\delta + \theta + \beta) + Y_E^m] \sin \gamma \cos \frac{\pi}{Z_1} + [R_D \sin(\delta + \theta + \beta) + Z_E^m] \cos \gamma,$$

nde:

$$\sin \gamma = \operatorname{tg}(\delta + \theta + \beta) / \left[ \cos^2 \frac{\pi}{Z_1} + \operatorname{tg}^2(\delta + \theta + \beta) \right]^{1/2};$$

$$\cos \gamma = \cos \frac{\pi}{Z_1} / \left[ \cos^2 \frac{\pi}{Z_1} + \operatorname{tg}^2(\delta + \theta + \beta) \right]^{1/2}.$$

35 unde:  $X_E^m, Y_E^m, Z_E^m$ , - proiecțiile punctului  $E^m$  pe planul transversal al dinților;

$R_D$  - distanța de la centrul de curbură a dintelui în arc de cerc până la centrul de precisie;

MD 3623 G2 2008.06.30

6

- $Z_1$  – numărul dinților roții dințate-sculă cu profil convex-concav;
- $\theta$  – unghiul de nutație;
- $\beta$  – unghiul de concitate a sculei (pietrei de rectificat) pentru prelucrarea roții dințate-sculă;
- $\delta$  – unghiul axoidei conice;

5  $\Delta i(\psi)$  – valoarea modificării profilului dinților roții dințate-scule.

Pentru determinarea valorii modificării profilului dinților  $\Delta i(\psi)$  analizăm schemele (fig. 3 și 4).

Din fig. 3 se obține:

$$\xi_{Si}^m = \xi_{Pi}^m - PM, \tag{1}$$

$$\xi_{Si}^m = \xi_{Pi}^m - SM,$$

iar

$$PM = PS \sin \alpha_i, \tag{2}$$

$$SM = PS \cos \alpha_i, \tag{3}$$

$$PS = a_{1i} = \frac{a_{90^\circ}}{\cos \alpha_i},$$

unde:  $a_{90^\circ}$  este valoarea interstițiului între sculă și semifabricat în cazul când  $\alpha=90^\circ$  (punctele minim de jos și maxim de sus ale dinților) care se recomandă în limitele ( $a=0,08+0,76$ )mm.

10 După înlocuirea ecuațiilor (3) în (2) și (2) în (1) obținem:

$$\xi_{Si}^m = \xi_{Pi}^m - atg \alpha_i, \tag{4}$$

$$\xi_{Si}^m = \xi_{Pi}^m - a,$$

unde valoarea unghiului  $\alpha_i$  poate fi determinat din relația:

$$\alpha_i = arctg \frac{\xi_{Pi+1}^m - \xi_{Pi}^m}{\xi_{Pi+1}^m - \xi_{Pi}^m}, \tag{5}$$

și este funcție  $\alpha_i=f(\psi)$ , unde  $\psi$  este unghiul de rotire a manivelei 3 (fig. 7).

15 Din analiza relațiilor obținute și a figurilor 2 și 3 vom stabili relația pentru determinarea valorii modificării profilului dinților roții dințate-scule.

$$\Delta i(\psi) = a_{1i} - a = a \left( \frac{1}{\cos \alpha_i(\psi)} - 1 \right). \tag{6}$$

Analiza relației arată că în cazul când  $\alpha_i = 0$ ,  $\Delta i = 0$ . În cadrul unui ciclu complet de precesie (pasul unui dinte)  $\alpha_i = 0$  se repetă de trei ori: la originea lui, care corespunde unghiului  $\psi = 0$ , la vârful lui  $\psi = 180^\circ$  și la finele pasului  $\psi = 360^\circ$ . În intervalul  $\psi = 0 \dots 180^\circ$  profilul dintelui va avea abaterea  $\Delta i$  – maximă pentru unghiul de angrenare  $\alpha_{max}$  (fig. 4).

20 Roata dințată-sculă (fig. 5) include coroana dințată 1 cu dinți în arc de cerc 2, profilul căroră (fig. 6) este descris de ecuațiile parametrice:

$$\xi^m = r \cos \psi - \Delta i(\psi);$$

$$\xi^m = r \sin \psi,$$

unde:  $r$  este raza de curbură a profilului dinților în arc de cerc.

25 Valoarea modificării  $\Delta i(\psi)$  a profilului dinților se determină analogic cazului dinților cu profil convex-concav.

30 Pentru modificarea profilului dinților roților dințate-scule se propune schema principală de realizare a procedurii (fig. 7), în care semifabricatul 1 este prins de masa dispozitivului de realizare a procedurii, iar scula 2 (care efectuează mișcare de precesie, cu traiectoria mișcării corectate la valoarea necesară pentru compensarea erorii de profil a dinților matriței, obținuți prin eroziune electrochimică) primește mișcare precesională de la manivela 3, legată rigid cu axul principal al dispozitivului 4. Scula 2 este legată de asemenea cu partea imobilă prin mecanismul de legătură 5 căruia i se comunică microdeplasări în planul  $X_1Y_1$  de la cama 6 prin intermediul pârghiei 7. Semifabricatul se prinde de masa dispozitivului cu ajutorul mecanismului de prindere 8.

MD 3623 G2 2008.06.30

7

La prelucrarea dinților matrițelor formelor de turnare prin eroziune electrochimică forma dinților se obține cu o oarecare eroare de profil. Aceasta se explică prin faptul că unele porțiuni ale dinților sunt supuse timp mai îndelungat prelucrării, realizându-se o dizolvare suplimentară de material în acele zone, mărimea interstițiului neavând valoare constantă pe întreaga suprafață a dintelui (fig. 3).

5 Pentru obținerea profilului real al dinților matrițelor (compensarea abaterii generate de dizolvarea suplimentară de material) este necesară modificarea profilului dinților roții dințate-sculă cu valoarea  $\Delta i$ .

Pentru realizarea acestei modificări pe profilul dinților roții dințate-scule cu profil convex-concav, sculei (pietrei de rectificat) i se comunică deplasări suplimentare față de coordonatele  $X_1$  și  $Y_1$ , generate de cama mecanismului de legătură și stabilite de ecuațiile parametrice:

$$X_C^{*m} = 0; \tag{7}$$

$$Y_C^{*m} = Y_C^m - \Delta i;$$

$$Z_C^{*m} = Z_C^m.$$

10 Astfel traiectoria mișcării centrului  $D^m$  al sculei (fig. 8) se va modifica și va fi descrisă de ecuațiile:

$$X_D^{*m} = -\sin \delta \sin [Y_C^{*m} \sin \theta + Z_C^{*m} (1 - \cos \theta) \cos \psi]; \tag{8}$$

$$Y_D^{*m} = -Y_C^{*m} \cos \delta + Z_C^{*m} \sin \delta [\cos^2 \psi + \cos \theta \sin^2 \psi];$$

$$Z_D^{*m} = -Y_C^{*m} \sin \delta (\cos^2 \psi + \cos \theta \sin^2 \psi) - Z_C^{*m} \cos \delta.$$

Cama pentru realizarea modificării va fi descrisă în coordonate polare  $r, \varphi$ . Raza  $r$  se calculează conform formulei:

$$r = C_1 + C_2 \cdot X_C. \tag{9}$$

15 unde:  $C_1$  este o constantă egală cu raza camei în punctele  $X_C = 0$ , iar  $C_2$  este raportul dintre brațele pârghiei de transmitere a valorii modificării sculei. Coordonata  $X_C$  este funcție de unghiul de precesie  $\psi$ .

Ecuațiile parametrice ale camei sunt:

$$X_{Ca} = r \cos \psi; \tag{10}$$

$$Y_{Ca} = r \sin \psi - \Delta i(\psi),$$

în care  $\psi$  este unghiul de rotație,  $\Delta i(\psi)$  – vezi (6).

20 Pentru realizarea modificării profilului, roții dințate-sculă cu profil în arc de cerc al dinților, sculei (pietrei de rectificat) i se comunică deplasări suplimentare față de coordonatele  $X_1$  și  $Y_1$ , generate de cama mecanismului de legătură și stabilite de ecuațiile parametrice:

$$\xi_{1S}^m = \frac{R_C}{Y_{1C}} \cdot X_{1C}; \xi_{1C}^m = \frac{R_C}{Y_{1C}} \cdot Z_{1C} - \Delta i(\psi), \tag{11}$$

iar traiectoria mișcării centrului  $D^m$  al sculei (fig. 8) se va modifica și va fi descrisă de ecuațiile:

$$X_{D1}^m = R_C \cdot \cos \delta \left[ -\cos \psi \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + \sin \psi \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \cos \Theta \right] - R_C \sin \delta \sin \psi \sin \Theta;$$

$$Y_{D1}^m = R_C \cdot \cos \delta \left[ \sin \psi \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + \cos \psi \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \cos \Theta \right] + R_C \sin \delta \cos \psi \sin \Theta - \Delta i(\psi);$$

$$Z_{D1}^m = -R_C \cdot \cos \delta \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \sin \Theta - R_C \sin \delta \cos \Theta, \tag{12}$$

unde:

$$X_{1C}^* = X_{C1} \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + Y_{C1} \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2};$$

$$Y_{1C}^* = -X_{C1} \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + Y_{C1} \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} - a \cdot \operatorname{tg} \alpha_i;$$

$$Z_{1C}^* = \sqrt{R_C^2 - B_1^2 - (A_1^2 + 1)Y_{C1}^2 - 2A_1 B_1 Y_{C1}^*} - \Delta i(\psi),$$

25

unde:

MD 3623 G2 2008.06.30

8

$$Y_{C1} = R_C \left( \sin \psi \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + \cos \psi \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \cos \Theta \right);$$

$$A_1 = \frac{X_{D1}^m}{Y_{D1}}; B_1 = \frac{R_C^2}{Y_{D1}} \sin \delta \sin \Theta \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2}.$$

Cama necesară pentru realizarea profilului modificat al dinților roții dințate-sculă cu profil în arc de cerc al dinților va fi descrisă în coordonate polare. Raza  $r$  se calculează conform formulei:

$$r = C_1 + C_2 \xi_{1S}^m,$$

5 unde:  $C_1$  și  $C_2$  vezi (9).

Procedul de prelucrare a roților dințate-scule permite lărgirea posibilităților tehnologice exprimată prin prelucrarea unei game largi de profile modificate ale dinților cu valoarea de modificare dictată de fiecare caz concret, funcție de parametrii geometrici ai dinților și de valorile interstițiului.

10

(57) Revendicări:

15 1. Roată dințată-sculă pentru prelucrarea matrițelor, care este executată cu profil curbiliniu al dinților, descris în secțiune normală de ecuațiile parametrice:

$$\xi^m = X_E^m \cos \frac{\pi}{Z_1} + [R_D \cos(\delta + \theta + \beta) + Y_E^m] \sin \frac{\pi}{Z_1};$$

$$\xi^m = X_E^m \sin \gamma \sin \frac{\pi}{Z_1} - [R_D \cos(\delta + \theta + \beta) + Y_E^m] \sin \gamma \cos \frac{\pi}{Z_1}$$

$$+ [R_D \sin(\delta + \theta + \beta) + Z_E^m] \cos \gamma.$$

unde:

$$\sin \gamma = tg(\delta + \theta + \beta) / \left[ \cos^2 \frac{\pi}{Z_1} + tg^2(\delta + \theta + \beta) \right]^{1/2};$$

20

$$\cos \gamma = \cos \frac{\pi}{Z_1} / \left[ \cos^2 \frac{\pi}{Z_1} + tg^2(\delta + \theta + \beta) \right]^{1/2},$$

caracterizată prin aceea că profilul dinților roții dințate este executat convex-concav, coordonata

$\xi^m$  a căruia, modificată cu valoarea  $\Delta_i(\psi)$ , este descrisă de ecuația parametrică:

$$\xi^m = X_E^m \cos \frac{\pi}{Z_1} + [R_D \cos(\delta + \theta + \beta) + Y_E^m] \sin \frac{\pi}{Z_1} - \Delta_i(\psi),$$

unde:  $\Delta_i(\psi)$  este valoarea modificării profilului dinților roții dințate-sculă

25

$$\Delta_i(\psi) = a \left( \frac{1}{\cos \alpha_i(\psi)} - 1 \right),$$

unde:  $a = (0,08...0,76)$  mm -valoarea interstițiului la prelucrarea cu roata dințată-sculă prin eroziune electrochimică a matrițelor,

$$\alpha_i(\psi) = \arctg \frac{\xi_{i+1}^m - \xi_i^m}{\xi_{i+1}^m - \xi_i^m} - \text{unghiul dintre tangenta dusă la punctul considerat al profilului}$$

dintelui roții dințate-sculă și direcția de avans la prelucrarea ei.

30

## MD 3623 G2 2008.06.30

9

2. Roata dințată-sculă pentru prelucrarea matrițelor, care este executată cu profilul curbiliniu al dinților, caracterizată prin aceea că profilul dinților roții dințate este executat în arc de cerc și este descris de ecuațiile:

$$\xi^m = r \cos \psi - \Delta i(\psi);$$

5

$$\xi^m = r \sin \psi,$$

unde:  $r$  este raza de curbură a profilului în arc de cerc,

$\Delta i(\psi)$  - valoarea modificării profilului dinților roții dințate-sculă.

3. Procedeu de prelucrare a roții dințate-sculă, care este executată cu profilul dinților convex-concav, include comunicarea sculei unei mișcări coordonate în raport cu sistemele de coordonate mobil ( $X_b, Y_b, Z_b$ ) și imobil ( $X, Y, Z$ ), originea cărora coincide cu centrul mișcării de precesie și este legată cu partea imobilă prin intermediul unui mecanism de legătură, caracterizat prin aceea că sculei  $i$  se comunică o deplasare suplimentară față de coordonatele  $X_i$  și  $Y_i$ , generată de cama mecanismului de legătură și descrisă de ecuațiile parametrice:

$$X_C^{*m} = 0; \quad Y_C^{*m} = Y_C^m - \Delta(i\psi); \quad Z_C^{*m} = Z_C^m,$$

15

$$\text{unde: } \Delta i(\psi) = a \left( \frac{1}{\cos \alpha_i(\psi)} - 1 \right),$$

iar traiectoria modificată a centrului  $D^m$  al sculei este descrisă de ecuațiile:

$$X_D^{*m} = -\sin \delta \sin \left[ Y_C^{*m} \sin \theta + Z_C^{*m} (1 - \cos \theta) \cos \psi \right];$$

$$Y_D^{*m} = -Y_C^{*m} \cos \delta + Z_C^{*m} \sin \delta \left[ \cos^2 \psi + \cos \theta \sin^2 \psi \right];$$

$$Z_D^{*m} = -Y_C^{*m} \sin \delta \left( \cos^2 \psi + \cos \theta \sin^2 \psi \right) - Z_C^{*m} \cos \delta.$$

20

4. Procedeu de prelucrare a roții dințate-sculă, care este executată cu profilul dinților în arc de cerc, include comunicarea sculei unei mișcări coordonate în raport cu sistemele de coordonate mobil ( $X_b, Y_b, Z_b$ ) și imobil ( $X, Y, Z$ ), originea cărora coincide cu centrul mișcării de precesie și este legată cu partea imobilă prin intermediul unui mecanism de legătură, caracterizat prin aceea că sculei  $i$  se comunică o deplasare suplimentară față de coordonatele  $X_i$  și  $Y_i$ , generată de cama mecanismului de legătură și descrisă de ecuațiile parametrice:

$$\xi_{1S}^m = \frac{R_c}{Y_{1C}} \cdot X_{1C};$$

25

$$\xi_{1S}^m = \frac{R_c}{Y_{1C}} \cdot Z_{1C} - \Delta i(\psi),$$

iar traiectoria modificată a centrului  $D^m$  al sculei este descrisă de ecuațiile:

$$X_{D1}^m = R_c \cos \delta \left[ -\cos \psi \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + \sin \psi \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \cos \Theta \right] - R_c \sin \delta \sin \psi \sin \Theta;$$

$$Y_{D1}^m = R_c \cos \delta \left[ \sin \psi \sin \frac{Z_1 \psi}{Z_2} + \cos \psi \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \cos \Theta \right] + R_c \sin \delta \cos \psi \sin \Theta - \Delta i;$$

$$Z_{D1}^m = -R_c \cos \delta \cos \frac{Z_1 \psi}{Z_2} \sin \Theta - R_c \sin \delta \cos \Theta,$$

30

MD 3623 G2 2008.06.30

11

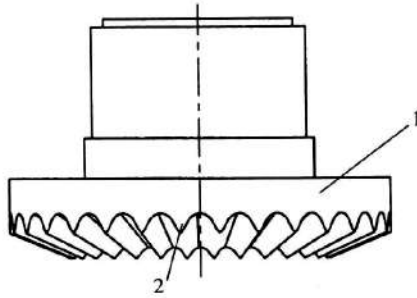


Fig. 1

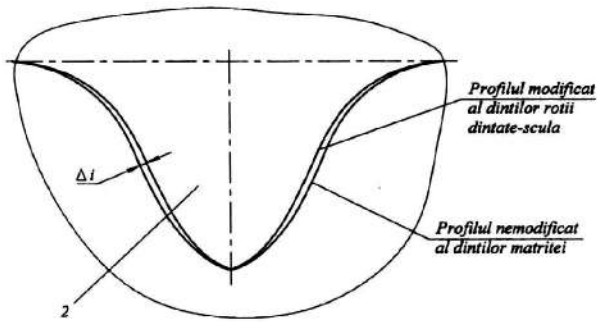


Fig. 2

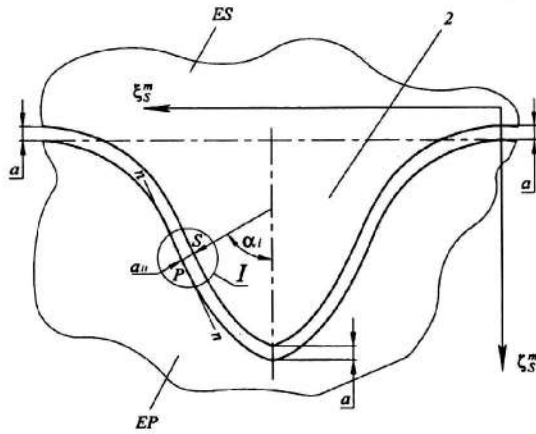


Fig. 3



MD 3623 G2 2008.06.30

12

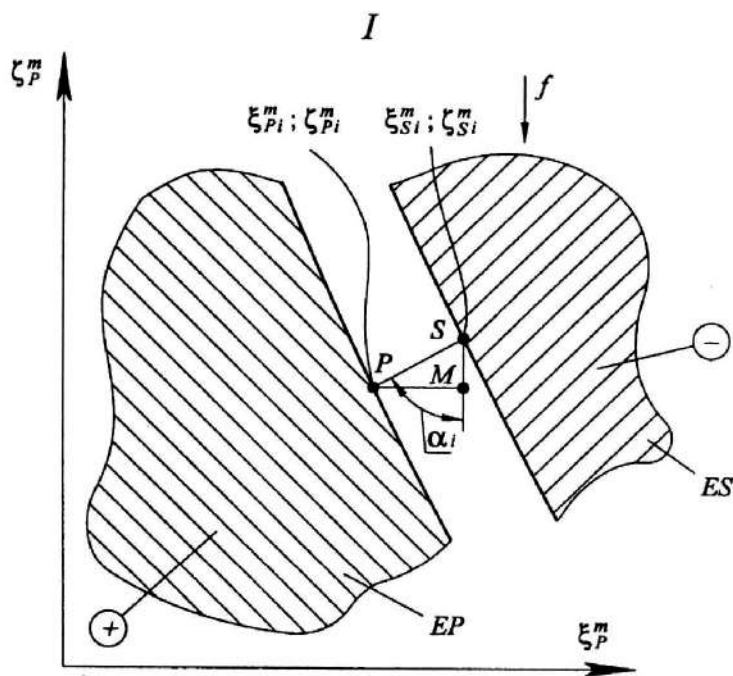
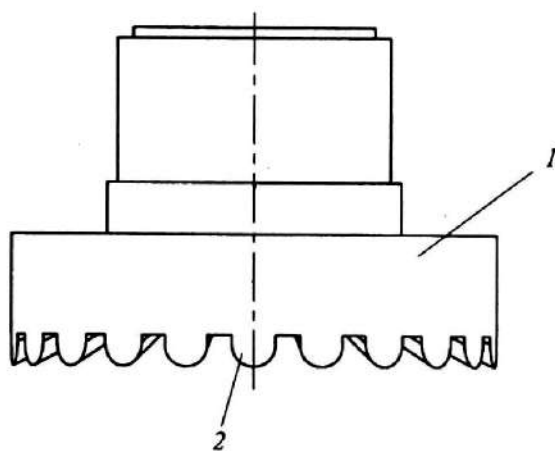


Fig. 4



MD 3623 G2 2008.06.30

13

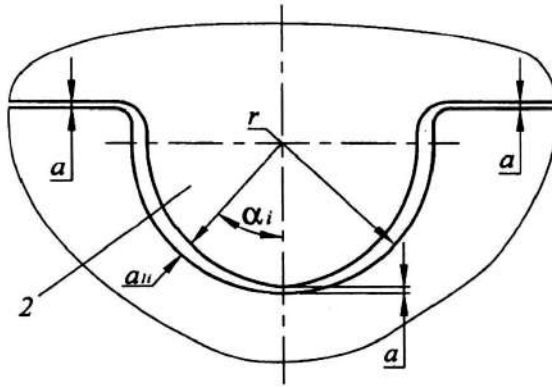


Fig. 6

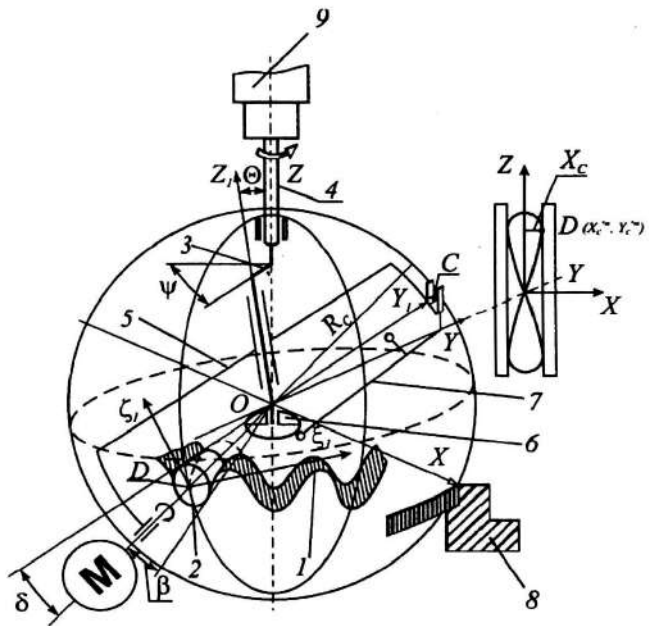


Fig. 7



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALA

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3595**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 3595 G2 2008.05.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3595 (13) G2

(51) Int. Cl.: B23H 1/00 (2006.01)  
B23H 7/02 (2006.01)  
B23H 7/06 (2006.01)  
B23F 9/06 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0068 (22) Data depozit: 2005.03.04 (41) Data publicării cererii: 2006.10.31, BOPI nr. 10/2006</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.05.31, BOPI nr. 5/2008</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Procedeu și dispozitiv de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate (variante)

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la construcția de mașini, și anume la prelucrarea prin electroeroziune a roților dințate.

Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate, conform primei variante, constă în aceea că coroana roții dințate se formează printr-o serie de deplasări consecutive coordonate ale sculei-electrod filiforme, obținute printr-un program computerizat de dirijare de la interpolatoare liniare. Noutatea invenției constă în aceea că roții dințate i se comunică o mișcare sfero-spațială de precesie în jurul centrului de precesie „O” și o mișcare de rotație. Totodată, sculei-electrod filiforme i se comunică prin intermediul interpolatoarelor astfel de mișcări coordonate ( $Z_2, Y_2$ ) și ( $Z_3, Y_3$ ), care asigură trecerea generatoarei conului format la uzarea sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui prin centrul de precesie „O”.

Procedeu, conform variantei a doua, constă în aceea că roții dințate i se comunică o mișcare de rotație în jurul axei sale. Totodată, sculei-electrod filiforme i se comunică prin intermediul interpolatoarelor mișcări coordonate ( $Z_2, Y_2$ ) și ( $Z_3, Y_3$ ), care-i asigură unui punct „F” de pe generatoarea conului format la uzarea sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui o mișcare sfero-spațială de precesie în jurul centrului de precesie „O”.

2  
Dispozitivul de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate, conform primei variante, include o carcasă, pe care sunt montate o sculă (3), un mecanism de rotire a roții prelucrate (2), instalat cu posibilitatea deplasării sfero-spațiale în jurul centrului de precesie „O”, și un sistem de comandă computerizat. Noutatea constă în aceea că scula (3) este executată în formă de electrod filiform. Carcasa este dotată cu două interpolatoare, amplasate în zone diametral opuse față de centrul de precesie „O”, totodată interpolatoarele includ câte două servomotoare (6) cu axele reciproc perpendiculare, aflate în planurile  $Y_2O_2X_2$  și, respectiv,  $Y_3O_3X_3$  și legate cinematic prin ghidaje (4, 5) cu scula-electrod (3) filiformă.

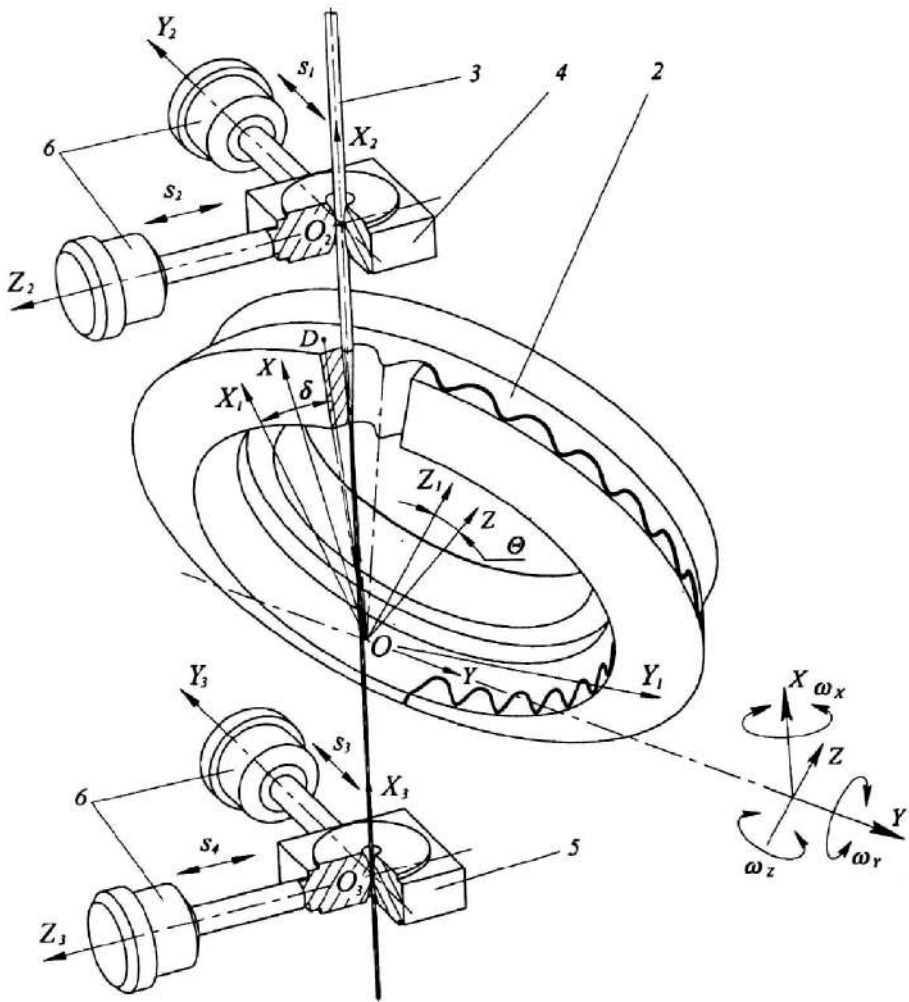
În dispozitiv, conform variantei a doua, interpolatoarele includ câte un element turnant, pe care sunt fixate două servomotoare, unul dintre care este amplasat cu axa de rotație verticală, iar al doilea cu axa de rotație orizontală, și este legat cinematic cu o sanie montată pe elementul turnant. În sanii este fixată cinematic scula-electrod filiformă.

Revendicări: 5

Figuri: 10

MD 3595 G2 2008.05.31

3



## MD 3595 G2 2008.05.31

4

### Descriere:

Invenția se referă la construcția de mașini, și anume la prelucrarea prin electroeroziune a roților dințate.

5 Este cunoscut aparatul de prelucrare prin electroeroziune cu fir, care include o baie pentru fluidul dielectric instalată pe o carcasă, un electrod filiform fiind tensionat cu ghidaje. Un semifabricat instalat cu zona de prelucrare și plasat în plan vertical, un element mobil care conține un pantograf și un mecanism de acționare [1].

Dezavantajul acestei soluții constă în gabaritele prea mari ale dispozitivului.

10 Mai este cunoscut un procedeu de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate, în care coroana roții dințate se formează printr-o consecutivitate de deplasări coordonate ale unei scule-electrod filiforme obținute printr-un program computerizat de dirijare de la interpolatoare liniare [2].

Dezavantajul acestei soluții constă în aceea că nu permite prelucrarea dinților modificali ai roților dințate precesionale.

15 Cea mai apropiată soluție este dispozitivul de prelucrare a roților dințate precesionale, care include o carcasă, pe care sunt montate o sculă și un mecanism de rotire a roții prelucrate. Mecanismul de rotire a roții prelucrate este montat cu posibilitatea deplasării suplimentare sfero-spațială față de centrul de precesie și este dotat cu un sistem de comandă computerizat [3].

Dezavantajul acestei soluții constă în aceea că dispozitivul nu permite compensarea erorii apărute în urma uzurii sculei-electrod filiform.

20 Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este lărgirea posibilităților tehnologice și compensarea erorii apărute în urma uzurii sculei-electrod filiforme.

Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate, conform primei variante, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că coroana roții dințate se formează printr-o serie de deplasări consecutive coordonate ale sculei-electrod filiforme, obținute printr-un program computerizat de dirijare de la interpolatoare liniare. Roții dințate i se comunică o mișcare sfero-spațială de precesie în jurul centrului de precesie „O”, în care mișcarea unui punct „D” al roții dințate este descrisă de ecuațiile:

$$\begin{aligned} X_D &= R \cos \delta [-\cos \psi \sin (Z_1/Z_2) + \sin \psi \cos (Z_1\psi/Z_2)] - R \sin \delta \sin \psi \sin \theta; \\ Y_D &= -R \cos \delta [\sin \psi \sin (Z_1/Z_2) + \cos \psi \cos (Z_1\psi/Z_2)] - R \sin \delta \cos \psi \sin \theta; \\ Z_D &= -R \cos \delta \cos (Z_1\psi/Z_2) \sin \theta - R \sin \delta \cos \theta, \end{aligned}$$

30 și o mișcare de rotație determinată de relația:

$$\varphi = (Z_1 - Z_2) \cdot 2\pi/Z_2,$$

unde:  $\theta$  este unghiul de nutație;

$\psi$  – unghiul de precesie;

R – distanța de la originea axelor de coordonate X, Y, Z până la punctul examinat;

35  $Z_1, Z_2$  – numărul de dinți ai roții dințate și, respectiv, ai roții cu care va angrena, totodată, sculei-electrod filiforme i se comunică prin intermediul interpolatoarelor astfel de mișcări coordonate ( $Z_2, Y_2$ ) și ( $Z_3, Y_3$ ), care asigură ca generatoarea conului format la uzura sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui să treacă prin centrul de precesie „O”.

40 Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate, conform variantei a doua constă în aceea că coroana roții dințate se formează printr-o serie de deplasări consecutive coordonate ale sculei-electrod filiforme, obținute printr-un program computerizat de dirijare de la interpolatoare liniare. Roții dințate i se comunică o mișcare de rotație în jurul axei sale determinată de relația:

$$\varphi = (Z_1 - Z_2) \cdot 2\pi/Z_2,$$

45 unde:  $Z_1, Z_2$  – numărul de dinți ai roții dințate și, respectiv, ai roții cu care va angrena, totodată, sculei-electrod filiforme i se comunică prin intermediul interpolatoarelor mișcări coordonate ( $Z_2, Y_2$ ) și ( $Z_3, Y_3$ ), care-i asigură unui punct „F” de pe generatoarea conului format la uzura sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui o mișcare sfero-spațială de precesie în jurul centrului de precesie „O”, descrisă de ecuațiile:

$$\begin{aligned} X_F &= R \cos \delta [-\cos \psi \sin (Z_1/Z_2) + \sin \psi \cos (Z_1\psi/Z_2)] - R \sin \delta \sin \psi \sin \theta; \\ Y_F &= -R \cos \delta [\sin \psi \sin (Z_1/Z_2) + \cos \psi \cos (Z_1\psi/Z_2)] - R \sin \delta \cos \psi \sin \theta; \\ Z_F &= R \cos \delta \cos (Z_1\psi/Z_2) \sin \theta - R \sin \delta \cos \theta. \end{aligned}$$

55 Dispozitivul de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate, conform primei variante, include o carcasă, pe care sunt montate o sculă, un mecanism de rotire a roții prelucrate, instalat cu posibilitatea deplasării sfero-spațiale în jurul centrului de precesie „O” și un sistem de comandă computerizat. Scula este executată în formă de electrod filiform, carcasa este dotată cu două interpolatoare, amplasate în zone diametral opuse față de centrul de precesie „O”, totodată interpolatoarele includ câte două servomotoare cu axele reciproc perpendiculare, aflate în planurile  $Y_2O_2X_2$  și, respectiv,  $Y_3O_3X_3$  și legate cinematic prin ghidaje cu scula-electrod filiformă.

**MD 3595 G2 2008.05.31**

5

Dispozitivul de prelucrare a roților dințate, conform variantei a doua, include o carcasă, pe care sunt montate o sculă, un mecanism de rotire a roții prelucrate, instalat cu posibilitatea deplasării sfero-spațiale în jurul centrului de precesie „O”, și un sistem de comandă computerizat. Scula este executată în formă de electrod filiform, carcasa este dotată cu două interpolatoare, amplasate în zone diametral opuse față de centrul de precesie „O”, totodată interpolatoarele includ câte un element turnant, pe care sunt fixate două servomotoare, unul dintre care este amplasat cu axa de rotație verticală, iar al doilea - cu axa de rotație orizontală și este legat cinematic cu o sanie montată pe elementul turnant; în sanii este fixată cinematic scula-electrod filiformă. Mecanismul de rotire a roții prelucrate este executat ca o masă turnantă.

Modul de realizare a procedurii constă în următoarele:

În prima variantă, roata semifabricat efectuează mișcare precesională în jurul centrului de precesie „O” și de rotație în jurul axei proprii, iar sculei-electrod filiforme i se comunică prin intermediul interpolatoarelor mișcări coordonate, care asigură ca generatoarea conului format la uzura sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui să treacă prin centrul de precesie „O”.

În varianta a doua, roata semifabricat efectuează doar mișcare de rotație în jurul axei proprii, iar sculei-electrod filiform i se comunică suplimentar prin intermediul interpolatoarelor mișcări coordonate, care-i asigură generatoarei conului format la uzura sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui o mișcare sfero-spațială de precesie în jurul centrului de precesie „O”.

Procedul de prelucrare prin electroeroziune cu fir a roților dințate precesionale asigură următoarele avantaje:

- posibilitatea compensării erorii apărute în urma uzurii sculei-electrod filiforme;
- precizie înaltă a suprafețelor prelucrate;
- posibilitatea realizării profilurilor dinților cu forme diferite (convex-concav, în arc de cerc);

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...10, care reprezintă:

- fig. 1, schema de prelucrare prin electroeroziune cu sculă-electrod filiformă a danturii roții dințate precesionale;

- fig. 2, conicitatea apărută în urma uzurii sculei-electrod filiforme la prelucrarea prin electroeroziune a danturii roții dințate precesionale;

- fig. 3, planul normal la profilul dintelui dus prin urma generatoarei conului apărut în urma uzurii sculei-electrod filiforme;

- fig. 4, abaterea unghiulară  $\beta'$  a axei sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui cauzată de uzura sculei, și traiectoria axei sculei în timpul prelucrării;

- fig. 5, vederea I mărită cu explicarea obținerii traiectoriei de mișcare a axei sculei-electrod filiform la modificarea dinților roții dințate precesionale;

fig. 6, schema apariției conicității în urma uzurii sculei-electrod filiforme la prelucrarea danturii roților dințate precesionale și parametrii care o caracterizează;

fig. 7, schema principală de realizare a procedurii de prelucrare a danturii roților dințate precesionale, unde, roata semifabricat efectuează mișcare precesională în jurul centrului de precesie „O” și de rotație în jurul axei proprii, iar sculei-electrod filiform i se comunică prin intermediul interpolatoarelor mișcări coordonate, care asigură ca generatoarea conului format la uzura sculei-electrod filiform în planul normal la profilul dintelui să treacă prin centrul de precesie „O”;

- fig. 8, schema principală de realizare a procedurii de prelucrare a danturii roților dințate precesionale, unde, roata semifabricat efectuează doar mișcare de rotație în jurul axei proprii, iar sculei-electrod filiforme i se comunică suplimentar, prin intermediul interpolatoarelor, mișcări coordonate, care-i asigură generatoarei conului format la uzura sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui mișcare sfero-spațială de precesie în jurul centrului de precesie „O”.

- fig. 9, schema principală de realizare a procedurii de prelucrare a danturii roților dințate precesionale, unde, roata semifabricat efectuează mișcare precesională în jurul centrului de precesie „O” și de rotație în jurul axei proprii, iar sculei-electrod filiforme i se comunică prin intermediul interpolatoarelor polare mișcări coordonate, care asigură ca generatoarea conului format la uzura sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui să treacă prin centrul de precesie „O”.

- fig. 10, schema principală de realizare a procedurii de prelucrare a danturii roților dințate precesionale, unde, roata semifabricat efectuează doar mișcare de rotație în jurul axei proprii, iar sculei-electrod filiforme i se comunică suplimentar prin intermediul interpolatoarelor polare mișcări coordonate, care-i asigură generatoarei conului format la uzura sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui mișcare sfero-spațială de precesie în jurul centrului de precesie „O”.

Dispozitivul de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate precesionale include un mecanism de antrenare 1 a roții semifabricat în mișcare precesională și de rotație, o roata semifabricat 2, o scula-electrod filiformă 3, un ghidaj superior 4, un ghidaj inferior 5, niște servomotoare 6, un servomotor cu axa verticală 7, un servomotor cu axa orizontală 8, un element turnant 9, o sanie superioară 10 și o sanie inferioară 11.

## MD 3595 G2 2008.05.31

6

Procedeu funcționează în felul următor.

La primirea semnalelor electrice, servomotoarele 6 comunică ghidajelor interior 4 și exterior 5 mișcări coordonate  $S_1S_2$  și  $S_3S_4$  în planurile  $Z_2O_2Y_2$  și, respectiv  $Z_3O_3Y_3$ , care asigură ca generatoarea conului format la uzarea sculei-electrod filiforme 3 în planul normal la profilul dintelui să treacă prin centrul de precesie „O”, față de care roata semifabricat 2, care efectuează mișcare precesională și de rotație.

În prima variantă, roata semifabricat 2 efectuează doar mișcare de rotație în jurul axei proprii, iar servomotoarele 6 comunică ghidajelor interior 4 și exterior 5 mișcări coordonate  $S_1S_2$  și  $S_3S_4$  în planurile  $Z_2O_2Y_2$  și, respectiv  $Z_3O_3Y_3$ , care asigură obținerea profilului dinților roților dințate precesionale.

În a doua variantă, sculei-electrod 3 i se comunică mișcări care asigură ca generatoarea conului format la uzarea sculei-electrod filiform în planul normal la profilul dintelui să treacă prin centrul de precesie „O” când roata semifabricat 2 efectuează mișcare precesională și de rotație, primesc sania superioară 10 și sania inferioară 11 prin intermediul servomotoarelor cu axele verticale 7 și servomotoarelor cu axă orizontală 8. Servomotorul cu axa verticală 7 asigură rotirea elementului turnant 9 cu valorile  $\varphi_2$  și, respectiv  $\varphi_3$ , iar servomotorul cu axa orizontală 8, montat pe elementul turnant 9 comunică săniei superioare 10 și săniei inferioare 11 mișcări de translație  $\rho_2$  și  $\rho_3$ . În urma combinărilor mișcărilor de rotație  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  și de translație  $\rho_2$ ,  $\rho_3$  are loc o interpolare polară a mișcării săniilor superioară 10 și inferioară 11 în planurile  $Z_2O_2Y_2$  și, respectiv  $Z_3O_3Y_3$ .

În altă variantă, roata semifabricat 2 efectuează doar mișcare de rotație în jurul axei proprii, iar servomotorul cu axa verticală 7 și servomotorul cu axa orizontală 8 comunică săniilor superioară 10 și respectiv inferioară 11 mișcări de rotație  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  și de translație  $\rho_2$ ,  $\rho_3$  coordonate în planurile  $Z_2O_2Y_2$  și, respectiv  $Z_3O_3Y_3$ , care asigură obținerea profilului dinților roților dințate precesionale.

## (57) Revendicări:

1. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate, care constă în aceea că coroana roții dințate se formează printr-o serie de deplasări consecutive coordonate ale sculei-electrod filiforme, obținute printr-un program computerizat de dirijare de la interpolatoare liniare, caracterizat prin aceea că roții dințate i se comunică o mișcare sfero-spațială de precesie în jurul centrului de precesie „O”, în care mișcarea unui punct „D” al roții dințate este descrisă de ecuațiile:

$$\begin{aligned} X_D &= R \cos \delta [-\cos \psi \sin (Z_1/Z_2) + \sin \psi \cos (Z_1\psi/Z_2)] - R \sin \delta \sin \psi \sin \theta; \\ Y_D &= -R \cos \delta [\sin \psi \sin (Z_1/Z_2) + \cos \psi \cos (Z_1\psi/Z_2)] - R \sin \delta \cos \psi \sin \theta; \\ Z_D &= -R \cos \delta \cos (Z_1\psi/Z_2) \sin \theta - R \sin \delta \cos \theta, \end{aligned}$$

și o mișcare de rotație determinată de relația:

$$\varphi = (Z_1 - Z_2) \cdot 2\pi/Z_2,$$

unde:  $\Theta$  este unghiul de nutație;

$\psi$  – unghiul de precesie;

R – distanța de la originea axelor de coordonate X, Y, Z până la punctul examinat;

$Z_1$ ,  $Z_2$  – numărul de dinți ai roții dințate și, respectiv, ai roții cu care va angrena, totodată, sculei-electrod filiforme i se comunică prin intermediul interpolatoarelor astfel de mișcări coordonate ( $Z_2$ ,  $Y_2$ ) și ( $Z_3$ ,  $Y_3$ ), care asigură ca generatoarea conului format la uzarea sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui să treacă prin centrul de precesie „O”.

2. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a roților dințate, care constă în aceea că coroana roții dințate se formează printr-o serie de deplasări consecutive coordonate ale sculei-electrod filiforme, obținute printr-un program computerizat de dirijare de la interpolatoare liniare, caracterizat prin aceea că roții dințate i se comunică o mișcare de rotație în jurul axei sale determinată de relația:

$$\varphi = (Z_1 - Z_2) \cdot 2\pi/Z_2,$$

unde:  $Z_1$ ,  $Z_2$  – numărul de dinți ai roții dințate și, respectiv, ai roții cu care va angrena,

totodată, sculei-electrod filiforme i se comunică prin intermediul interpolatoarelor mișcări coordonate ( $Z_2$ ,  $Y_2$ ) și ( $Z_3$ ,  $Y_3$ ), care-i asigură unui punct „F” de pe generatoarea conului format la uzarea sculei-electrod filiforme în planul normal la profilul dintelui o mișcare sfero-spațială de precesie în jurul centrului de precesie „O”, descrisă de ecuațiile:

$$\begin{aligned} X_F &= R \cos \delta [-\cos \psi \sin (Z_1/Z_2) + \sin \psi \cos (Z_1\psi/Z_2)] - R \sin \delta \sin \psi \sin \theta; \\ Y_F &= -R \cos \delta [\sin \psi \sin (Z_1/Z_2) + \cos \psi \cos (Z_1\psi/Z_2)] - R \sin \delta \cos \psi \sin \theta; \\ Z_F &= R \cos \delta \cos (Z_1\psi/Z_2) \sin \theta - R \sin \delta \cos \theta. \end{aligned}$$



**MD 3595 G2 2008.05.31**

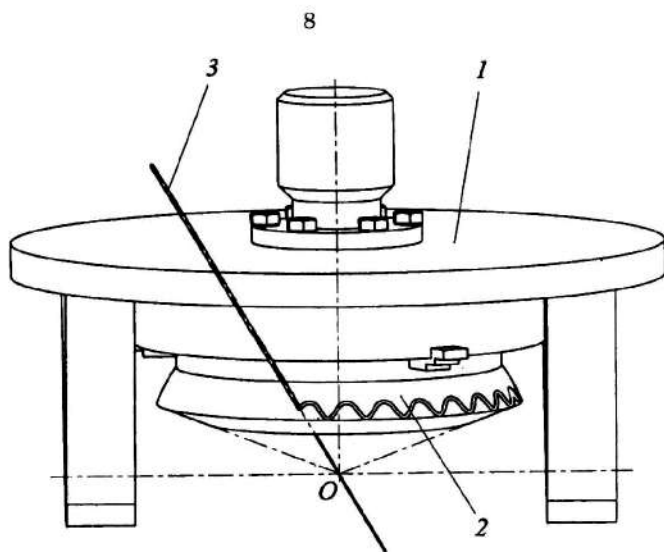


Fig. 1

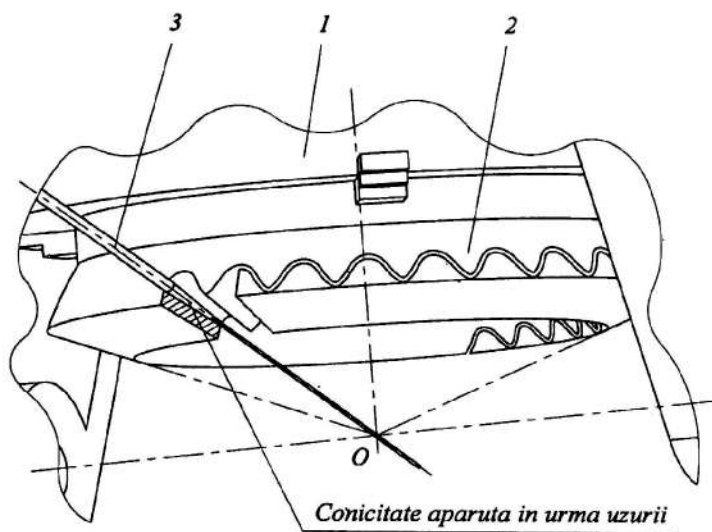


Fig. 2

MD 3595 G2 2008.05.31

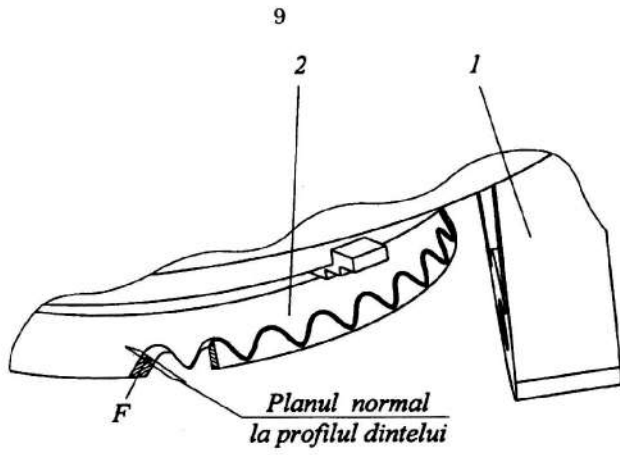


Fig. 3

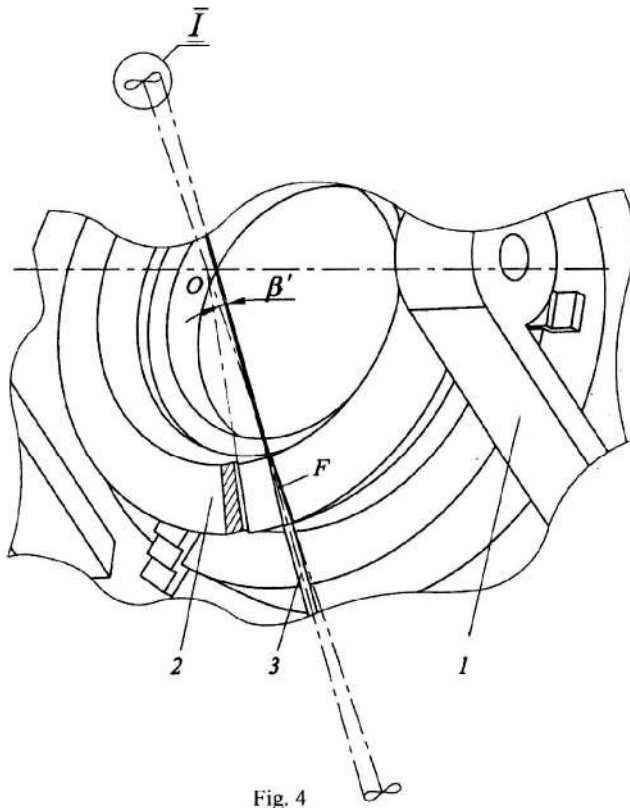


Fig. 4

MD 3595 G2 2008.05.31

10

$\bar{I}$

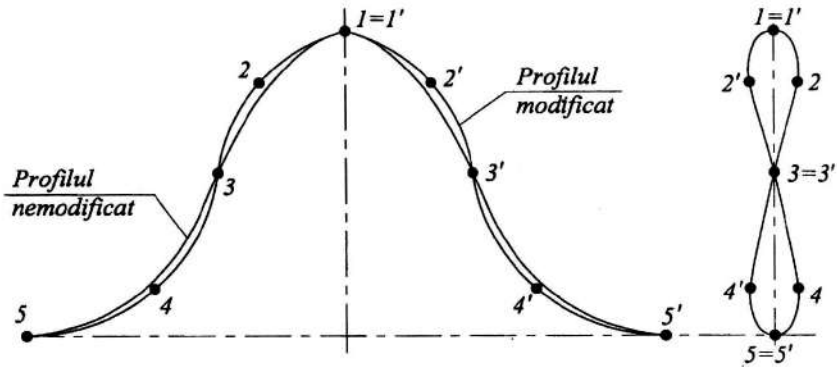


Fig. 5

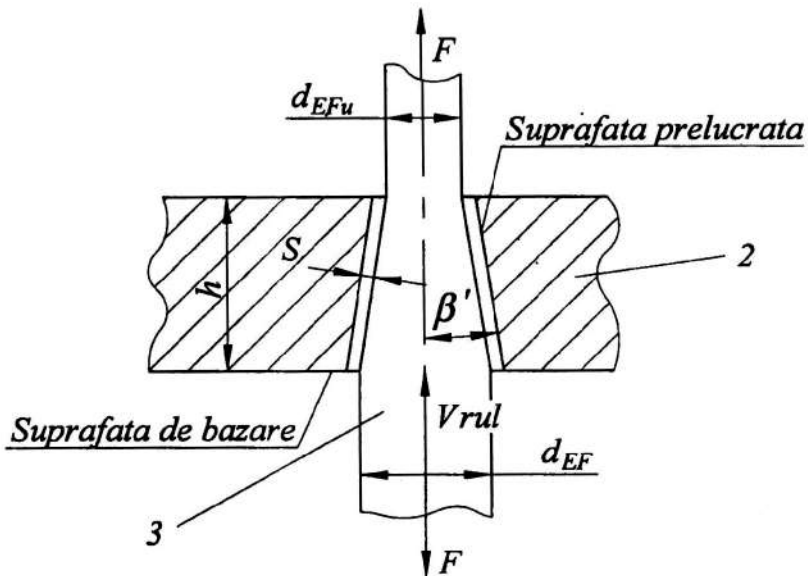


Fig. 6



MD 3595 G2 2008.05.31

12

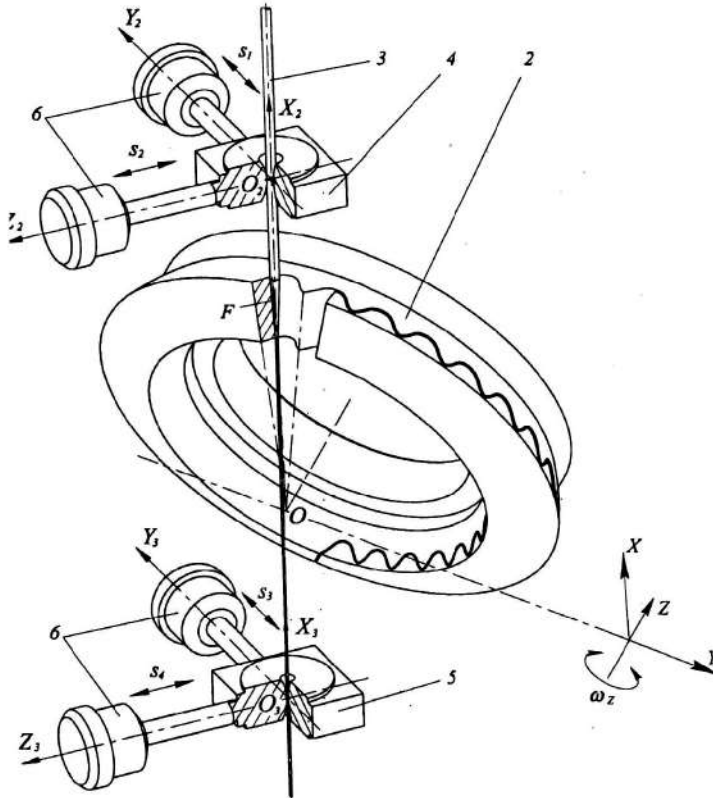


Fig. 8





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2815**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2815 C2 2005.07.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2815 (13) C2  
(51) Int. Cl. B23F 9/06 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2003 0221 (22) Data depozit: 2003.09.10	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2005.07.31, BOP1 nr. 7/2005
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale

(57) Rezumat:

MD 2815 C2 2005.07.31

1 Invenția se referă la construcția de mașini, în special la prelucrarea roților dințate.

Procedeu de prelucrare a roților dințate precesionale constă în aceea că semifabricatului i se comunică o mișcare de rotație în jurul axei sale, prelucrarea se realizează cu o sculă, axa căreia, ca și axa roții prelucrate, trece prin centrul de precesie. Semifabricatului suplimentar i se comunică o mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie, totodată scula se fixează rigid față de acesta.

Dispozitivul conține o carcasă, pe care este montată scula și un mecanism de rotire a roții prelucrate în jurul axei sale verticale, fixată pe o bază. Dispozitivul suplimentar include o furcă în formă de U, fixată pe carcasă, în suporturile furcii este montată articulată o osie a crucii, iar pe a doua

2 osie a ei este montat un susținător în formă de U, pe care este situată baza pentru fixarea roții prelucrate. Baza și fiecare dintre osiile crucii sunt legate cu servomotoare. Scula, fixată rigid pe carcasă, și servomotoarele sunt conectate la un sistem de dirijare computerizat. Scula poate fi executată ca un fascicul laser, jet de apă, fascicul de electroni, raze X sau ca un fir de electroeroziune.

10 Revendicări: 7  
Figuri: 7



## MD 2815 C2 2005.07.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la construcția de mașini, în special la prelucrarea roților dințate.

Este cunoscut procedeul de prelucrare a dinților modificați ai elementelor angrenajului precesional, care asigură realizarea unei mulțimi de profile ale dinților, utilizându-se o sculă cu aceiași parametri geometrici. Sculei (frezei sau pietrei de rectificat) i se comunică o mișcare oscilatorie în jurul centrului de precesie, iar roții dințate prelucrate – mișcare de rotație în jurul axei sale, mișcările fiind coordonate între ele, cu parametri care depind de profilul dinților. Legătura cinematică a roții dințate prelucrate cu scula asigură rotirea roții dințate prelucrate cu un unghi ce corespunde pasului dinților, la un ciclu închis al tuturor mișcărilor comunicate sculei [1].

Având avantajele menționate mai sus, soluția tehnică analizată posedă însă posibilități tehnologice reduse și construcție relativ complicată, fapt ce îi reduce fiabilitatea.

Este cunoscut procedeul de moletare a dinților roților conice și dispozitiv de realizare a lui, care asigură realizare profilelor roților dințate conice. Dispozitivul pentru realizarea procedeeului include carcasă, masă turnantă pentru rotirea roților dințate prelucrate, un mecanism de moletare a dinților, care constă dintr-o carcasă, o osie, sculă în formă de rolă conică, un ansamblu de deplasare longitudinală alternativă de translație și un ansamblu al deplasării oscilante [2].

Construcția relativ complicată îi reduce posibilitățile tehnologice și fiabilitatea.

Problema, pe care o rezolvă invenția, este lărgirea posibilităților tehnologice, simplificarea construcției și majorarea fiabilității.

Procedeul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că semifabricatului i se comunică o mișcare de rotație în jurul axei sale, prelucrarea se realizează cu o sculă, axa căreia, ca și axa roții prelucrate, trece prin centrul de precesie. Semifabricatului i se comunică suplimentar o mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie, totodată scula se fixează rigid față de acesta.

Dispozitivul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține o carcasă, pe care este montată scula și un mecanism de rotire a roții prelucrate în jurul axei sale verticale, fixată pe o bază. Dispozitivul include suplimentar o furcă în formă de U, fixată pe carcasă, în suporturile furcii este montată articulat o osie a crucii, iar pe a doua osie a ei este montat un susținător în formă de U, pe care este situată baza pentru fixarea roții prelucrate. Baza și fiecare dintre osiile crucii sunt legate cu servomotoare. Scula, fixată rigid pe carcasă, și servomotoarele sunt conectate la un sistem de dirijare computerizat. Scula poate fi executată ca un fascicul laser, jet de apă, fascicul de electroni, raze X sau ca un fir de electroeroziune.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...7, care reprezintă:

- fig. 1, schema dispozitivului de prelucrare a danturii cu sistem de comandă;
- fig. 2, vederea frontală a dispozitivului din (vezi fig. 1);
- fig. 3, (vezi fig. 2);
- fig. 4, vederea A, secțiunea B-B (vezi fig. 2);
- fig. 5, poziția sculei la prelucrarea dinților din interiorul roții prelucrate;
- fig. 6, o altă poziție a sculei la prelucrarea dinților din interiorul roții prelucrate;
- fig. 7, poziția sculei la prelucrarea dinților din exteriorul roții prelucrate.

Procedeul constă în aceea că roții prelucrate i se comunică suplimentar o mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie, coordonată cu mișcarea de rotație, totodată axa sculei fixe trece prin centrul de precesie.

Dispozitivul de prelucrare a danturii roților dințate precesionale (fig. 1) include carcasa 1 pe care este fixat generatorul laser 2 pentru generarea fascicolului laser 3 (scula) și furca superioară 4. De furca superioară 4, prin intermediul inimii de încrucișare 5 este legată cinematic furca inferioară 6, pe care este instalată masa turnantă 7 cu roata dințată prelucrată 8. Două din capetele reciproc perpendiculare ale inimii de încrucișare 5 sunt legate cinematic cu servomotoarele 9 și 10. Masa turnantă 7 este legată cinematic cu servomotorul 11. Pentru coordonarea mișcărilor servomotoarelor 9, 10 și 11, precum și pentru dirijarea sculei, dispozitivul este înzestrat cu sistem de comandă 12.

Dispozitivul funcționează în modul următor.

La primirea semnalelor electrice conform ecuațiilor parametriche, care descriu profilul dinților de la sistemul de comandă 12, prin intermediul servomotoarelor 9 și 10, roții dințate 8 i se comunică o mișcare sfero-spațială (precesională) în jurul centrului fix de precesie O. Mișcarea de precesie se obține din mișcarea oscilatorie a inimii de încrucișare 5 împreună cu furca inferioară 6, roata prelucrată 8, fixată pe masa turnantă 7, și servomotoarele 10 și 11 în jurul axei

*I-I* (fig.2) și mișcarea oscilatorie concomitentă a furcii inferioară 6, roții prelucrate 8, fixate pe masa turnantă 7, și servomotorului 11 în jurul axei *II-II* (fig. 3,4). În același timp, fiecărui ciclu închis al mișcării precesionale îi corespunde rotirea roții prelucrate 8 împreună cu masa turnantă 7 cu un unghi ce corespunde pasului unghiular al dinților în jurul axei *III-III* (fig. 2) de către servomotorul 11.

## MD 2815 C2 2005.07.31

4

Sistemul de comandă 12 dirijează de asemenea durata impulsului, puterea necesară în cazul sculei-laser, presiunea de lucru în cazul sculei-jet de apă de înaltă presiune, intensitatea în cazul sculei-fascicol de electroni și sculei-fascicol de raze X, intensitatea curentului și durata impulsului descărcării electrice în cazul sculei-fir electrod de electroeroziune.

5 Pentru compensarea erorii de schemă a satelitului la rotirea lui sfero-spațială și a mecanismului de legătură, ecuațiile parametrice care descriu profilul dinților se vor modifica, în dependență de erorile respective. Cu alte cuvinte, la prelucrarea dinților prin soluția propusă, profilul lor se corectează cu o valoare corespunzătoare erorii unghiulare a arborelui condus, generată de mecanismul de legătură a satelitului cu carcasa și de mișcarea lui sfero-spațială.

10 Schema de prelucrare, conform (fig. 5 – duza se află în centrul de precesie), se folosește în cazul semifabricatelor de dimensiuni medii. Prelucrarea din interiorul roții prelucrate va exclude lipirea stropilor metalului topit și purjat.

15 În cazul prelucrării unei roți de dimensiuni mai mari, se va folosi schema de prelucrare conform (fig. 6). Distanța mică dintre duză și roata dințată va micșora consumul de gaz de protecție și de oxigen.

Prelucrarea din exterior (fig. 7) se va efectua, în cazul când din cauza dimensiunilor mici ale roții dințate, amplasarea duzei în interiorul lui este practic imposibilă.

20 În toate cele trei cazuri menționate mai sus duza va fi orientată vertical în jos pentru a înlesni eliminarea materialului topit prin purjare.

### (57) Revendicare:

5 1. Procedeu de prelucrare a roților dințate precesionale, care constă în aceea că semifabricatului i se comunică o mișcare de rotație în jurul axei sale, prelucrarea se realizează cu o sculă, axa căreia, ca și axa roții prelucrate, trece prin centrul de precesie, **caracterizat prin aceea că** semifabricatului suplimentar i se comunică o mișcare sfero-spațială în jurul centrului de precesie, totodată scula se fixează rigid față de acesta.

10 2. Dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale, ce conține o carcasă, pe care este montată o sculă și un mecanism de rotire a roții prelucrate în jurul axei sale, fixată pe o bază, **caracterizat prin aceea că** suplimentar include o furcă în formă de U, fixată pe carcasă, în suporturile furcii este montată articulat o osie a crucii, iar pe a doua osie a ei este montat un susținător în formă de U, pe care este amplasată baza pentru fixarea roții prelucrate, totodată baza și fiecare dintre osiile crucii sunt legate cu servomotoare, iar scula, fixată rigid pe carcasă, și servomotoarele sunt conectate la un sistem de dirijare computerizat.

MD 2815 C2 2005.07.31

7

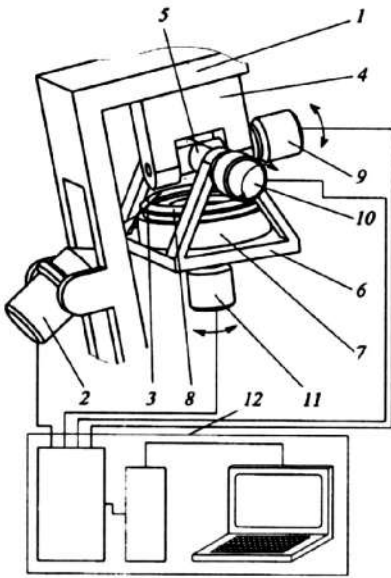


Fig. 1

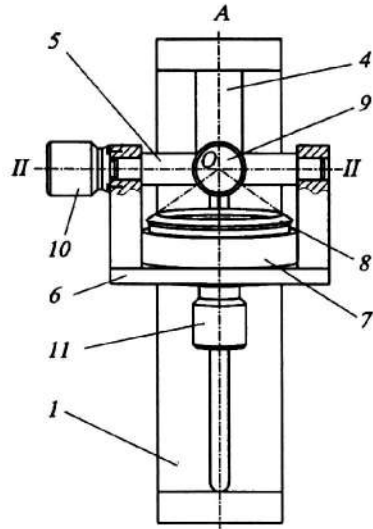


Fig. 3

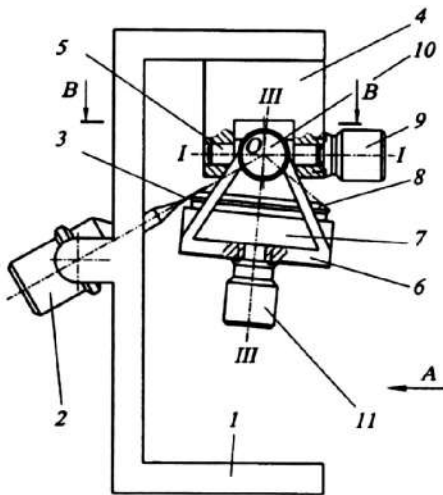


Fig. 2

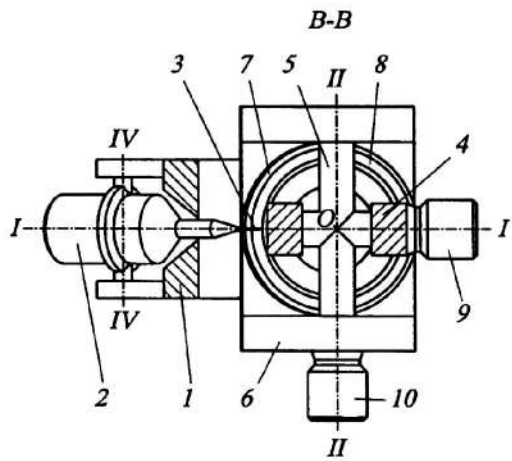


Fig. 4

MD 2815 C2 2005.07.31

8

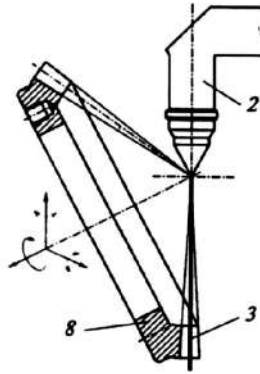


Fig. 5

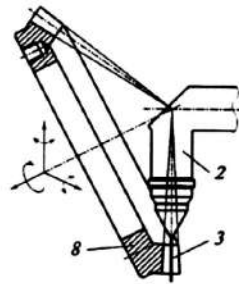


Fig. 6

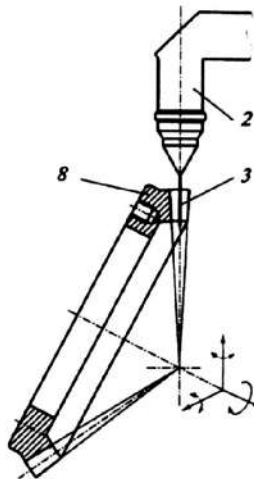


Fig. 7



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGETPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2609**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINAU**



MD 2609 B2 2004.11.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2609 (13) B2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 23 H 1/00

(12) BREVET DE INVENȚIE

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
<p>(21) Nr. depozit: a 2002 0100 (22) Data depozit: 2002.03.21 (41) Data publicării cererii: 2004.02.29, BOPI nr. 2/2004</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2004.11.30, BOPI nr. 11/2004</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEINICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; MAZURU Sergiu, MD; VACULENCO Maxim, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEINICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate ale transmisiei precesionale

(57) Rezumat:

Invenția se referă la tehnologia construcției de mașini, și anume la procedeele de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor conjugate a elementelor constructive ale mașinilor, de exemplu, a roților dințate, șuruburilor etc.

Procedeu constă în aceea că sculei-electrod, executată ca un corp de rotație, i se comunică o mișcare de rotație și avans spre piesa-electrod de la mecanismul de urmărire a mașinii-unelte. Pe masa turtantă a mașinii-unelte, care este legată rigid cu sistemul fix dreptunghiular de coordonate  $Oxyz$ , este fixată piesa-electrod, axa cărei coincide cu axa  $z$ . Scula-electrod este legată rigid cu sistemul mobil dreptunghiular de coordonate  $Ox_1y_1z_1$ , totodată, originea sistemelor dreptunghiulare de coordonate  $Oxyz$  și  $Ox_1y_1z_1$  coincide cu centrul de precesie, axa  $z_1$  descrie o suprafață conică cu vârful în centrul de precesie, formând unghiul de nutație cu axa  $z$ . Sculei-electrod, axa cărei trece prin centrul de precesie, sub un unghi față de planul format de axele  $x_1y_1$ , i se comunică o mișcare suplimentară

față de axele de coordonate  $x_1$  și  $y_1$  în concordanță cu relația:

$$\begin{aligned} x &= (j \sqrt{r/\lg\beta})(1-\cos\theta)\cos\psi/\sin\psi, \\ y &= (j \sqrt{r/\lg\beta})(\sin^2\psi \sqrt{\cos\theta\cos^2\psi}), \\ z &= (j \sqrt{r/\lg\beta})(\sin\theta\cos\psi), \end{aligned}$$

unde  $\beta$  este unghiul conicității sculei-electrod;  
 $r$  – raza sculei-electrod;  
 $j$  – jocul între electrozi;  
 $\theta$  – unghiul de nutație, egal cu unghiul dintre axele  $z$  și  $z_1$ ;  
 $\psi$  – unghiul de precesie.

La o rotație a axei de bază, scula-electrod efectuează o mișcare de precesie, iar piesa-electrod se rotește sub un unghi determinat de corelația  $\psi = (Z_1 - Z_2)2\pi/Z_2$ , unde  $Z_1$  – numărul de dinți a roții dințate;  
 $Z_2$  – numărul ciclurilor de precesie.  
Suprafața activă a sculei-electrod este executată ca un hiperboloid de rotație cu o pânză.

Revendicări: 3  
Figuri: 1

MD 2609 B2 2004.11.30

## MD 2609 B2 2004.11.30

3

### Descriere:

Invenția se referă la tehnologia construcției de mașini, și anume la procedeele de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor conjugate ale elementelor constructive ale mașinilor, de exemplu, a roților dințate, șuruburilor etc.

Este cunoscut procedeul de prelucrare prin electroeroziune, în care sculei-electrod executată ca un corp de rotație, i se comunică o mișcare de rotație în direcție opusă deplasării longitudinale a piesei.

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că scula-electrod se uzează, iar micșorarea diametrului ei exterior scade precizia de prelucrare [1].

Este cunoscut procedeul de prelucrare prin electroeroziune, în care sculei-electrod executat ca un corp de rotație, i se comunică o mișcare de rotație și avans spre piesa-electrod de la mecanismul de urmărire a mașinii-unelte [2].

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că nu permite sporirea preciziei de prelucrare a angrenajelor și micșorarea timpului de prelucrare la schimbarea regimurilor de prelucrare și are o evacuare nesatisfăcătoare a produselor eroziunii din zona de prelucrare, din cauza valorii extrem de mici a jocului dintre electrozi și cursei sporite de prelucrare.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în mărirea preciziei de prelucrare, extinderea posibilităților tehnologice prin asigurarea contactului multiplu încontinuu în angrenaj și pe lungimea dinților, precum și în sporirea productivității prelucrării.

Invenția înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că sculei-electrod executată ca un corp de rotație, i se comunică o mișcare de rotație și avans spre piesa-electrod de la mecanismul de urmărire a mașinii-unelte. Pe masa turnantă a mașinii-unelte, care este legată rigid cu sistemul fix dreptunghiular de coordonate  $Oxyz$ , este fixată piesa-electrod, axa cărei coincide cu axa  $z$ . Scula-electrod este legată rigid cu sistemul mobil dreptunghiular de coordonate  $Ox_1y_1z_1$ , totodată, originea sistemelor dreptunghiulare de coordonate  $Oxyz$  și  $Ox_1y_1z_1$  coincide cu centrul de precesie, axa  $z_1$  descrie o suprafață conică cu vârful în centrul de precesie, formând unghiul de nutație cu axa  $z$ . Sculei-electrod, axa cărei trece prin centrul de precesie, sub un unghi față de planul format de axele  $x_1y_1$ , i se comunică o mișcare suplimentară față de axele de coordonate  $x_1$  și  $y_1$  în concordanță cu relația:

$$x = (j + r/tg\beta)(1 - \cos\theta)\cos\psi/\sin\psi,$$

$$y = (j + r/tg\beta)(\sin^2\psi + \cos\theta\cos^2\psi),$$

$$z = (j + r/tg\beta)(\sin\theta\cos\psi),$$

unde  $\beta$  este unghiul conicității sculei-electrod;

$r$  – raza sculei-electrod;

$j$  – jocul între electrozi;

$\theta$  – unghiul de nutație, egal cu unghiul dintre axele  $z$  și  $z_1$ ;

$\psi$  – unghiul de precesie.

La o rotație a axei de bază, scula-electrod efectuează o mișcare de precesie, iar piesa-electrod se rotește sub un unghi determinat de corelația

$$\psi = (Z_1 - Z_2)2\pi/Z_2,$$

unde  $Z_1$  – numărul de dinți a roții dințate;

$Z_2$  – numărul ciclurilor de precesie.

Suprafața activă a sculei-electrod este executată ca un hiperboloid de rotație cu o pânză.

Rezultatul constă în mărirea preciziei de prelucrare a angrenajelor, extinderea posibilităților tehnologice de prelucrare, sporirea productivității procedurii, prelucrarea roților călite (cu diametre mari și mici în forma de colac).

Invenția se explică prin desenul din figură, care reprezintă schema de prelucrare prin electroeroziune conform procedurii propus.

Pentru a descrie traiectoria mișcării sculei-electrod 1, ea se leagă cu sistemul mobil de coordonate  $Ox_1y_1z_1$ , iar mașina-unealtă cu sistemul fix de coordonate  $Oxyz$ . Originile ambelor sisteme de coordonate coincid în punctul  $O$ , numit centru de precesie. Semifabricatul prelucrat (de exemplu roata dințată) 2 se rotește cu o viteză unghiulară  $\omega_y$  în jurul axei, care coincide cu axa  $z$ . Axa sculei-electrod se plasează sub un unghi  $\delta \geq 0$  față de planul format de axele  $x_1y_1$ . Sculei-electrod care execută o mișcare de rotație în jurul axei sale, i se comunică mișcări oscilatorii și suplimentare față de dinții prelucrați. În același timp, axa  $z_1$  a sistemului de coordonate mobil  $Ox_1y_1z_1$  (legat cu scula-electrod) se amplacează față de axa  $z$  sub un unghi de rotație  $\theta$  și descrie o suprafață conică (se prezintă cu linii întrerupte) cu vârful, amplasat în centrul de precesie. Totodată, sistemul mobil de coordonate  $Ox_1y_1z_1$

## MD 2609 B2 2004.11.30

4

corespunzătoare după traiectorii cu parametri, caracterizați cu unghiurile lui Fuler – nutație  $\theta$  și precesie  $\psi$ .

Totodată, axa sculei-electrod trece prin centrul mișcării de precesie sub unghiul  $\delta \geq 0$  față de planul format de axele  $x_1$  și  $y_1$ .

5 În timpul prelucrării roții dințate, care lucrează în cuplu cu roata satelit, axa sculei-electrod coincide cu axa  $y_1$ , iar la prelucrarea dinților roții, care lucrează în cuplu cu satelitul cu angrenare interioară, axa sculei-electrod este înclinată sub unghiul  $\delta$  față de planul format de axele  $x_1$  și  $y_1$ .

10 Deci, când  $\delta=0$  orice punct al axei sculei-electrod descrie aceeași traiectorie ca și punctele, care se află pe axa  $y_1$ , iar când  $\delta>0$  traiectoria descrisă de punctele aflate pe axa sculei-electrod, diferă de traiectoria, descrisă de punctele axei  $y_1$  după formă și dimensiuni. Cu cât unghiul  $\delta$  de înclinare a sculei-electrod este mai mare, cu atât e mai mare diferență dintre aceste traiectorii.

Contopirea traiectoriei mișcării sculei-electrod față de sistemul Oxyz, descris de ecuațiile, cu traiectoria mișcării oscilatorii a sculei-electrod față de acest sistem permite de a obține profilul angrenajului.

15 La realizarea procedurii dat, poate fi utilizat dispozitivul, compus din carcasa 3 având un reazem semicilindric pentru prinderea în locașul căruciorului mașinii-unelte, traversa 4, prinsă cu șuruburi pe suprafața frontală a carcasei 3, manivela 5, balansierul 6. Balansierul 6 echipat cu ghidajele 7 pentru prinderea mecanismului de acționare 8 cu scula-electrod 1, instalată cu posibilitatea de a se roti. Mecanismul de acționare 8 instalat cu posibilitatea varierii unghiului  $\delta$  între axa geometrică a sculei-electrod 1 și planul, format de axele  $x_1, y_1$ .

20 Axa fixă și cea mobilă a manivelei 5 se intersectează într-un punct (centru de precesie), plasat pe axa semifabricatului 2. Semifabricatul este amplasat în dispozitiv și prins de masa rotativă 9. Balansierul 6 este legat cu sistemul de coordonate mobil  $Ox_1y_1z_1$ , iar carcasa 3 - cu sistemul de coordonate fix Oxyz. Axa manivelei 5 coincide cu axa  $z_1$ , iar axa semifabricatului rotitor cu axa  $z$ .

25 La rotirea arborelui manivelei 5, balansierului 6 și sculei-electrod 1 li se comunică mișcare oscilatorie în jurul punctului centrului de precesie – punctul de intersecție a axelor fixă și mobilă ale manivelei 5.

Balansierul 6 nu se rotește în jurul axei geometrice proprii, ci are posibilitatea de a balansa în jurul axei  $z$  a sistemului fix Oxyz cu unghiul  $\theta$ . Rotirea balansierului 6 este blocată de mecanismul legăturii cinematice 10, care mai are o funcție - comunică sculei-electrod o mișcare suplimentară, descrisă de relațiile prezentate mai sus.

Schimbarea unghiului  $\delta$  de plasare a sculei-electrod se realizează prin deplasarea suportului cu scula-electrod 1 pe o suprafață arc de cerc.

Procedul se realizează în felul următor.

35 Spre scula-electrod 1 profilată, care are forma unui corp de rotație, și la semifabricatul 2, prins de masa rotativă 9 a mașinii-unelte, se aplică o tensiune de lucru de la sursa de alimentare, utilizată la prelucrarea prin electroeroziune. Zona de prelucrare este situată în lichidul de lucru. Sculei-electrod 1 i se comunică mișcare de avans de la mecanismul de acționare 8 a mașinii-unelte. La apropierea semifabricatului 2 și sculei-electrod 1 până la o valoare anumită a jocului  $j$  apar descărcări electrice care duc la îndepărtarea materialului de pe suprafața semifabricatului 2 și sculei-electrod 1. În urma acestor descărcări, jocul dintre ele se mărește, descărcările încetează și mecanismul de urmărire a mașinii-unelte le aproprie din nou. După un șir de deplasări periodice, scula-electrod 1 se implementează în semifabricat și se obține suprafața necesară.

40 Regimurile electrice, utilizate la realizarea procedurii propus, coincid în totalmente cu regimurile cunoscute, utilizate în prelucrările prin electroeroziune, și se aleg în dependență de suprafața de prelucrare (în cazul de față suprafața de contact a sculei-electrod cu piesa), rugozitatea necesară de prelucrare etc.

45 Utilizarea procedurii propus permite mărirea preciziei de prelucrare a angrenajelor, extinderea posibilităților tehnologice de prelucrare, sporirea productivității procedurii și modificarea profilului angrenajului longitudinal.

50



**MD 2609 B2 2004.11.30**

5

**(57) Revendicări:**

5 1. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate ale transmisiei  
precesionale, care constă în aceea că sculei-electrod, executată ca un corp de rotație, i se comunică o  
mișcare de rotație și avans spre piesa-electrod de la mecanismul de urmărire a mașinii-unelte,  
**caracterizat prin aceea că** pe masa turnantă a mașinii-unelte, care este legată rigid cu sistemul fix  
dreptunghiular de coordonate Oxyz, este fixată piesa-electrod, axa cărei coincide cu axa z, scula-  
10 electrod este legată rigid cu sistemul mobil dreptunghiular de coordonate Ox<sub>1</sub>y<sub>1</sub>z<sub>1</sub>, totodată, originea  
sistemelor dreptunghiulare de coordonate Oxyz și Ox<sub>1</sub>y<sub>1</sub>z<sub>1</sub> coincide cu centrul de precesie, axa z<sub>1</sub>  
descrie o suprafață conică cu vârful în centrul de precesie, formând unghiul de nutație cu axa z, iar  
sculei-electrod, axa cărei trece prin centrul de precesie, sub un unghi față de planul format de axele  
x<sub>1</sub>y<sub>1</sub>, i se comunică o mișcare suplimentară față de axele de coordonate x<sub>1</sub> și y<sub>1</sub> în concordanță cu  
relația:

15 
$$x = (j + r/\operatorname{tg}\beta)(1 - \cos\theta)\cos\psi/\sin\psi,$$
  
$$y = (j + r/\operatorname{tg}\beta)(\sin^2\psi + \cos\theta\cos^2\psi),$$
  
$$z = (j + r/\operatorname{tg}\beta)(\sin\theta\cos\psi),$$

unde  $\beta$  este unghiul conicității sculei-electrod;

$r$  – raza sculei-electrod;

20  $j$  – jocul între electrozi;

$\theta$  – unghiul de nutație, egal cu unghiul dintre axele z și z<sub>1</sub>;

$\psi$  – unghiul de precesie.

25 2. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate a transmisiei  
precesionale, conform rev. 1, **caracterizat prin aceea că** la o rotație a axei de bază, scula-electrod  
efectuează o mișcare de precesie, iar piesa-electrod se rotește sub un unghi determinat de corelația  
 $\psi = (Z_1 - Z_2)2\pi/Z_2$ ,

unde Z<sub>1</sub> – numărul de dinți a roții dințate;

Z<sub>2</sub> – numărul ciclurilor de precesie.

30 3. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate a transmisiei  
precesionale, conform rev. 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** suprafața activă a sculei-electrod este  
executată ca un hiperboloid de rotație cu o pânză.

35

**(56) Referințe bibliografice:**

- (56) 1. Л. И. Попилов. Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки материалов. Ленинград, Машиностроение, 1970 г., с. 331  
2. SU 961915 A 1982.10.05

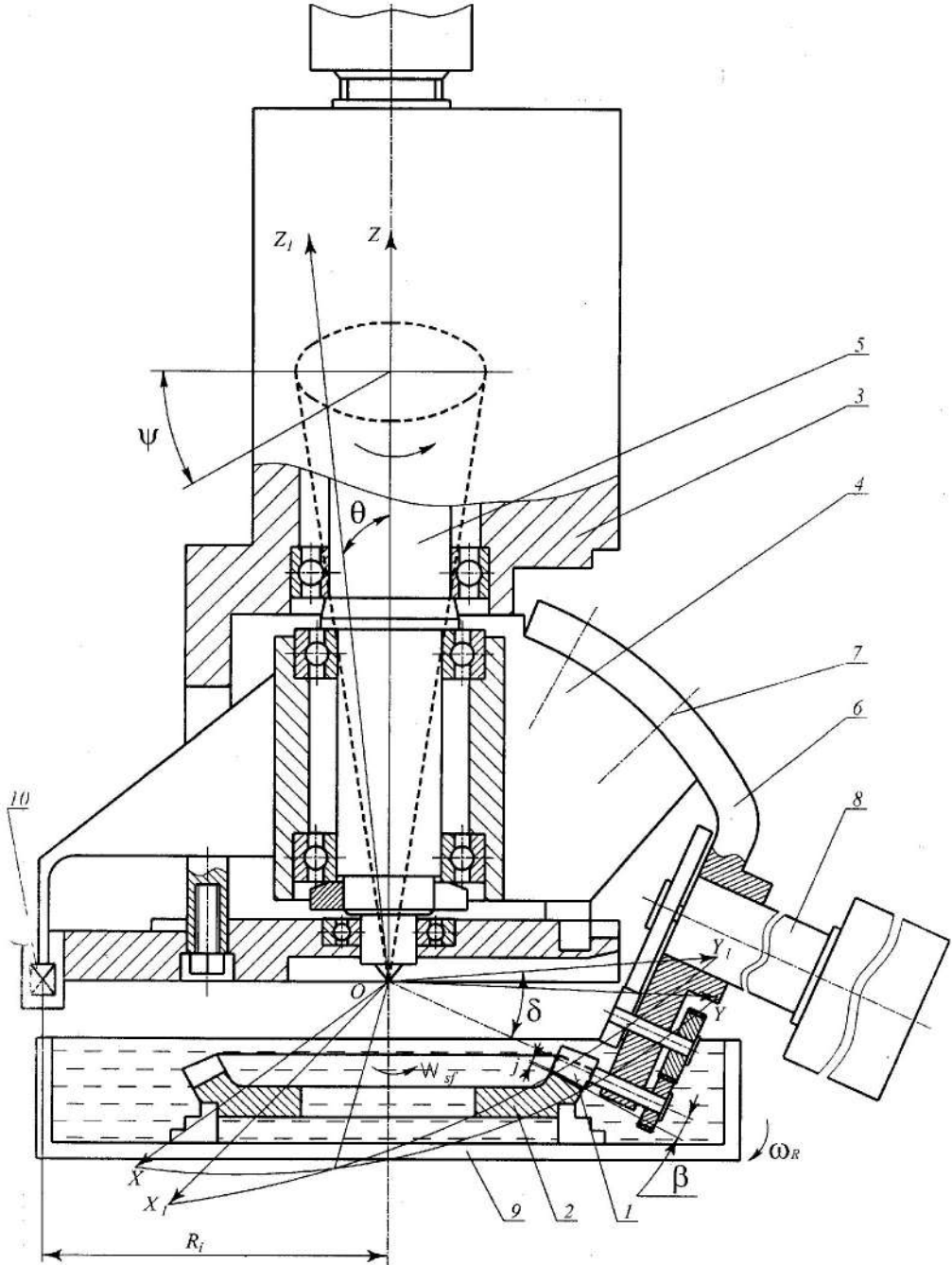
**Șef Secție:** NEKLIUDOVA Natalia

**Examinator:** SĂU Tatiana

**Redactor:** UNGUREANU Mihail

MD 2609 B2 2004.11.30

6





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2674**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2674 B2 2005.0

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2674 (13) B2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 23 H 1/00

(12) BREVET DE INVENȚIE

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi  
revocată în termen de 6 luni de la data publicării

<p>(21) Nr. depozit: a 2002 0162 (22) Data depozit: 2002.06.07 (41) Data publicării cererii: 2004.06.30, BOPI nr. 6/2004</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2005.01.31, BOPI nr. 1/2005</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; MAZURU Sergiu, MD; VACULENCO Maxim, MD; TRIFAN Nicolae, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a pieselor cu contur complicat și suprafețe oblice

(57) Rezumat:

Invenția se referă la procedeele de prelucrare prin electroeroziune a metalelor și poate fi utilizată la prelucrarea suprafețelor conjugate ale diverselor piese ale mașinilor.

Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a pieselor cu contur complicat și suprafețe oblice efectuat cu un electrod-sârmă, care se înfășoară pe două elemente de reazem, amplasate din două părți ale piesei pentru prelucrare, care constă în aceea că pe masa turnantă a mașinii-unelte legată rigid cu sistemul fix dreptunghiular de coordonate Oxyz, se fixează piesa-electrod, axa căreia coincide cu axa z, totodată, electrodul-sârmă este legat rigid cu sistemul mobil dreptunghiular de coordonate O<sub>x<sub>1</sub>y<sub>1</sub>z<sub>1</sub></sub>. Originea sistemelor dreptunghiulare de coordonate Oxyz și O<sub>x<sub>1</sub>y<sub>1</sub>z<sub>1</sub></sub> coincide cu centrul de precesie, axa z<sub>1</sub> descrie o suprafață conică cu vârful în centrul de precesie, formând unghiul de nutație cu axa z. Electroductul-sârmă, amplasat în canelura în formă de spirală cu secțiunea arcuită executată pe suprafața rolei de ghidare și amplasat sub un unghi față de axa rolei de ghidare, care trece prin centrul de precesie, sub un unghi față de planul format de axele x<sub>1</sub>y<sub>1</sub>, i se comunică o mișcare suplimentară față de axele de coordonate x<sub>1</sub> și y<sub>1</sub>, în concordanță cu relația:

$$x = (j + (d_{sp} + r_f) / tg\beta) (1 - \cos\theta) \cos\psi \sin\psi,$$

unde  $\beta$  este unghiul conicității rolei de ghidare;  
 $d_{sp}$  - diametrul electrodului-sârmei;  
 $j$  - jocul între electrozi;  
 $r_f$  - distanța de la axa rolei de ghidare până la canelura în formă de spirală;  
 $\theta$  - unghiul de nutație, egal cu unghiul dintre axele z și z<sub>1</sub>;  
 $\psi$  - unghiul de precesie.  
La o rotație a arborelui manivelei mașinii-unelte, electrodul-sârmă efectuează o mișcare de precesie și oscilatorie în jurul axei rolei de ghidare, iar piesa-electrod se rotește sub un unghi determinat de corelația  $\varphi = (Z_1 - Z_2) 2\pi / Z_2$ , unde Z<sub>1</sub> este numărul de dinți ai roții dințate pentru prelucrare;  
Z<sub>2</sub> - numărul ciclurilor de precesie.  
Suprafața secțiunii canelurii în formă de spirală a rolei de ghidare este egală cu suprafața secțiunii electrodului-sârmă.  
Revendicări: 3  
Figuri: 5

## MD 2674 B2 2005.01.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la procedeele de prelucrare prin electroeroziune a metalelor și poate fi utilizată la prelucrarea suprafețelor conjugate ale diverselor piese ale mașinilor.

Este cunoscut procedeul de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor fasonate, când sculei-electrod  $i$  se comunică mișcarea de avans și simultan o mișcare orbitală pe o traiectorie circulară, perpendiculară direcției avansului [1].

Dezavantajul procedurii este rugozitatea sporită a suprafeței prelucrate. Faptul dat este explicat prin aceea că la prelucrarea piesei nemișcate cu o sculă-electrod cu mișcare de avans, în spațiul între electrozi se formează un curent de lichid, cauzat de blocarea lui de rugozitatea suprafeței sculei. Rugozitatea suprafeței piesei fiind o frână în timpul mișcării fluxului de lichid, ca rezultat se înrăutățesc condițiile de evacuare a căldurii și produselor eroziunii care, la rândul lor, conduc la sporirea rugozității suprafeței prelucrate.

Mai este cunoscut procedeul de prelucrare a pieselor cu contur complicat și a suprafețelor oblice, conform căruia prelucrarea se realizează cu un electrod-sârmă, care se înfășoară pe două elemente de reazem, amplasate de ambele părți ale piesei, și care au posibilitatea deplasării independente de la reglorii copiatori [2].

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că electrodul-sârmă nu permite de a obține conturul real al angrenajului, deoarece prelucrarea se realizează după șablon, totodată procedeul nu permite sporirea preciziei de prelucrare a angrenajelor, micșorarea timpului de prelucrare la schimbarea regimurilor de prelucrare și are o evacuare nesatisfăcătoare a produselor eroziunii din zona de prelucrare din cauza valorii extrem de mici a jocului dintre electrozi și cursei sporite de prelucrare.

Scopul invenției este mărirea preciziei de prelucrare, extinderea posibilităților tehnologice prin asigurarea contactului multiplu încontinuu în angrenaj și pe lungimea dinților, sporirea productivității prelucrării și obținerea angrenajului cu profil modificat longitudinal.

Procedeul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că este efectuat cu un electrod-sârmă, care se înfășoară pe două elemente de reazem, amplasate din două părți ale piesei prelucrate, care constă în aceea că pe masa turnantă a mașinii-unelte, legată rigid cu sistemul fix dreptunghiular de coordonate  $Oxyz$ , se fixează piesa-electrod, axa cărei coincide cu axa  $z$ , totodată, electrodul-sârmă este legat rigid cu sistemul mobil dreptunghiular de coordonate  $Ox_1y_1z_1$ . Originea sistemelor dreptunghiulare de coordonate  $Oxyz$  și  $Ox_1y_1z_1$  coincide cu centrul de precesie, axa  $z_1$  descrie o suprafață conică cu vârful în centrul de precesie, formând unghiul de nutație cu axa  $z$ . Electroodului-sârmă, amplasat în canelura în formă de spirală cu secțiunea arcuită executată pe suprafața rolei de ghidare și amplasat sub un unghi față de axa rolei de ghidare, care trece prin centrul de precesie, sub un unghi față de planul format de axele  $x_1y_1$ ,  $i$  se comunică o mișcare suplimentară față de axele de coordonate  $x_1$  și  $y_1$ , în concordanță cu relația:

$$x = (j + (d_{sr} + r_f) / \operatorname{tg} \beta) (1 - \cos \theta) \cos \psi \sin \psi,$$

$$y = (j + (d_{sr} + r_f) / \operatorname{tg} \beta) (\sin^2 \psi + \cos \theta \cos^2 \psi),$$

$$z = (j + (d_{sr} + r_f) / \operatorname{tg} \beta) (\sin \theta \cos \psi),$$

unde  $\beta$  este unghiul conicității rolei de ghidare;

$d_{sr}$  - diametrul electrodului-sârmă;

$j$  - jocul între electrozi;

$r_f$  - distanța de la axa rolei de ghidare până la canelura în formă de spirală;

$\theta$  - unghiul de nutație, egal cu unghiul dintre axele  $z$  și  $z_1$ ;

$\psi$  - unghiul de precesie.

La o rotație a arborelui manivelei mașinii-unelte, electrodul-sârmă efectuează o mișcare de precesie și oscilație în jurul axei rolei de ghidare, iar piesa-electrod se rotește sub un unghi determinat de corelația

$$\psi = (Z_1 - Z_2) 2\pi / Z_2,$$

unde  $Z_1$  este numărul de dinți ai roții dințate pentru prelucrare;

$Z_2$  - numărul ciclurilor de precesie.

Suprafața secțiunii canelurii în formă de spirală a rolei de ghidare este egală cu suprafața secțiunii electrodului-sârmă.

Rezultatul constă în mărirea preciziei de prelucrare a angrenajelor, extinderea posibilităților tehnologice de prelucrare, sporirea productivității procedurii, prelucrarea roților călite (cu diametre mari și mici în formă de coroană care nu pot fi prelucrate), micșorarea costului produsului.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-5, care reprezintă:

- fig. 1, schema de prelucrare prin electroeroziune;

- fig. 2, poziția I (vezi fig. 1);

- fig. 3, vederea A (vezi fig. 1);

## MD 2674 B2 2005.01.31

4

- fig. 5 vederea B (vezi fig. 1).

Pentru a descrie traiectoria mișcării electrodului-sârmă 1 el este legat rigid cu sistemul de coordonate mobil  $Ox_1y_1z_1$ , iar mașina-unealtă cu sistemul fix  $Oxyz$ . Originea coordonatelor ambelor sisteme coincid în punctul  $O$ , numit centru de precesie. Semifabricatul prelucrat (de exemplu roata dințată) 2 se rotește cu o viteză unghiulară  $\omega_y$  în jurul axei, care coincide cu axa  $z$ . Axa rolei pe care se amplasează electrodul-sârma  $O-O$  se plasează sub un unghi  $\delta \geq 0$  față de planul, format de axele  $x_1$  și  $y_1$ . Electrodul-sârma execută o mișcare de rulare în jurul axei  $O-O$ , căreia i se comunică mișcări oscilatorii și suplimentare față de dinții prelucrați. Totodată axa  $z_1$  a sistemului de coordonate mobile  $Ox_1y_1z_1$  (legat cu electrodul-sârma) se plasează față de axa  $z$  sub un unghi de nutație  $\Theta$  și descrie o suprafață conică (se prezintă cu linii întrerupte) cu vârful, amplasat în centrul de precesie. Totodată, sistemul de coordonate mobil  $Ox_1y_1z_1$  se fixează față de sistemul  $Oxyz$  astfel, ca axele  $x_1$  și  $y_1$  să se deplaseze în jurul axelor corespunzătoare după traiectorii cu parametri, caracterizați cu unghiurile lui Euler-nutație  $\Theta$  și precesie  $\Psi$ .

Totodată, axa rolei pe care se amplasează electrodul-sârma  $O-O$  trece prin centrul mișcării precesionale sub unghi  $\delta \geq 0$  față de planul format de axele  $x_1$  și  $y_1$ .

În timpul prelucrării roții dințate, care lucrează în pereche cu roata satelit, axa  $O-O$  a rolei pe care se amplasează electrodul-sârma coincide cu axa  $y_1$ , iar la prelucrarea dinților roții, care lucrează în cuplu cu satelitul cu angrenaje interioare, axa  $O-O$  a rolei este înclinată sub unghiul  $\delta$  față de planul format de axele  $x_1$  și  $y_1$ .

Deci când  $\delta = 0$  orice punct pe axa  $O-O$  a rolei descrie același traiectorie, ca și punctele, care se află pe axa  $y_1$ , iar când  $\delta > 0$ , traiectoria descrisă de punctele aflate pe axa rolei diferă de traiectoria descrisă de punctele axei  $y_1$ , după formă și dimensiuni. Cu cât unghiul  $\delta$  de înclinare a rolei este mai mare, cu atât e mai mare diferența dintre aceste traiectorii.

Contopirea traiectoriei mișcării rolei împreună cu electrodul-sârma legat de sistemul fix  $Oxyz$ , descris de ecuații, și traiectoriei mișcării oscilatorii a electrodului-sârma față de acest sistem permite de a obține profilul angrenajului.

La realizarea procedurii dat poate fi utilizat dispozitivul, compus din carcasa 3, având un reazem semicilindric pentru prinderea în lăcașul căruciorului mașinii-unelte, traversa 4, prinsă de șuruburi spre suprafața frontală a carcasei 3, manivela 5, balansierul 6. Balansierul 6 este echipat cu pana 7 pentru ghidarea lui față de axa  $z_1$  și reglarea axei rolei 8 în centrul de precesie  $O$ .

Axa fixă și cea mobilă a manivelei 5 se intersectează într-un punct (centru de precesie), amplasat pe axa semifabricatului 2. Semifabricatul este așezat în dispozitiv și prins de masa turnantă 9. Balansierul 6 este legat cu sistemul de coordonate mobil  $Ox_1y_1z_1$ , iar carcasa 3 cu sistemul de coordonate fix  $Oxyz$ . Axa manivelei 5 coincide cu axa  $z_1$ , iar axa semifabricatului cu axa  $z$ .

La rotirea arborelui manivelei 5, balansierului 6 și electrodului-sârmă 1 li se comunică mișcarea oscilatorie în jurul punctului cu centrul de precesie – punctul de intersecție a axelor fixă și mobilă ale manivelei 5.

Balansierul oscilator nu se rotește în jurul axei geometrice proprii, el are posibilitatea de a balansa în jurul axei  $z$  a sistemului fix  $Oxyz$  cu unghiul  $\theta$ . Balansierul este blocat de rotire de mecanismul legăturii cinematice 10, acest mecanism mai are o funcție, comunică electrodului-sârmă și rolei 8 o mișcare suplimentară, descrisă de relațiile prezentate mai sus.

Schimbarea unghiului  $\delta$  de amplasare a electrodului-sârma se realizează prin schimbarea unui alt balansier cu unghiul respectiv. Electrodul-sârma este tras prin reazemele 11 și 12, deplasat și întins de bobinele 13 și 14. La deplasarea electrodului-sârmă, rola 8 fiind fixată pe axa 15, iar ea, la rândul său, pe lagăre 16 obține o mișcare de rotație în jurul axei 15. Rola 8 are o legătură cinematică cu mecanismul 17, pe suprafața conică a rolei este executat un canal spiroidal cu o secțiune circulară cu unghiul de pantă  $\alpha$ .

Procedul se realizează în felul următor.

Spre electrodul-sârmă 1 și spre semifabricatul 2, prins de masa rotativă a mașinii-unelte, se transportă tensiunea de lucru de la sursa de alimentare, utilizată la prelucrarea prin electroeroziune. În zona de prelucrare unde se află semifabricatul și electrodul-sârmă, se transmite lichidul de lucru. Electrodului-sârmă i se comunică mișcarea de avans axial de la mecanismul de acționare a mașinii-unelte, iar semifabricatului mișcarea de rotație. La apropierea semifabricatului și electrodului-sârmă până la o valoare anumită  $j$  (jocul), apar descărcări electrice care conduc la încorporarea sârmei în semifabricat. În urma acestor descărcări, sârma executând mișcările de rulare, oscilatorii și suplimentare va decupa din semifabricat piesa finită cu contur necesar.

Regimurile electrice utilizate la realizarea procedurii propus, coincid în totalmente cu regimurile cunoscute, utilizate la prelucrări prin electroeroziune, și se indică, din considerente: suprafața de prelucrare (în cazul de față suprafața de contact a electrodului-sârma cu piesa), rugozitatea necesară de prelucrare etc.

## MD 2674 B2 2005.01.31

5

Utilizarea invenției propuse permite mărirea preciziei de prelucrare a angrenajelor, extinderea posibilităților tehnologice de prelucrare, sporirea productivității procedurii, micșorarea timpului pentru ajustarea manuală a pieselor și obținerea dinților cu modificarea lor longitudinală.

5

### (57) Revendicări:

1. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a pieselor cu contur complicat și suprafețe oblice, efectuat cu un electrod-sârmă, care se înfășoară pe două elemente de reazem, amplasate din două părți ale piesei pentru prelucrare, **caracterizat prin aceea că** pe masa turnantă a mașinii-unelte, legată rigid cu sistemul fix dreptunghiular de coordonate Oxyz, se fixează piesa-electrod, axa cărei coincide cu axa z, iar electrodul-sârmă este legat rigid cu sistemul mobil dreptunghiular de coordonate Ox<sub>1</sub>y<sub>1</sub>z<sub>1</sub>, totodată, originea sistemelor dreptunghiulare de coordonate Oxyz și Ox<sub>1</sub>y<sub>1</sub>z<sub>1</sub> coincide cu centrul de precesie, axa z<sub>1</sub> descrie o suprafață conică cu vârful în centrul de precesie, formând unghiul de nutație cu axa z, iar electrodului-sârmă, amplasat în canelura în formă de spirală cu secțiunea arcuită executată pe suprafața rolei de ghidare și amplasat sub un unghi față de axa rolei de ghidare, care trece prin centrul de precesie, sub un unghi față de planul format de axele x<sub>1</sub>y<sub>1</sub>, i se comunică o mișcare suplimentară față de axele de coordonate x<sub>1</sub> și y<sub>1</sub>, în concordanță cu relația:

$$\begin{aligned} x &= (j + (d_{sr} + r_f) / \operatorname{tg} \beta) (1 - \cos \theta) \cos \psi \sin \psi, \\ y &= (j + (d_{sr} + r_f) / \operatorname{tg} \beta) (\sin^2 \psi + \cos \theta \cos^2 \psi), \\ z &= (j + (d_{sr} + r_f) / \operatorname{tg} \beta) (\sin \theta \cos \psi), \end{aligned}$$

unde  $\beta$  este unghiul conicității rolei de ghidare;

$d_{sr}$  - diametrul electrodului-sârmei;

25  $j$  - jocul între electrozi;

$r_f$  - distanța de la axa rolei de ghidare până la canelura în formă de spirală;

$\theta$  - unghiul de nutație, egal cu unghiul dintre axele z și z<sub>1</sub>;

$\psi$  - unghiul de precesie.

2. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a pieselor cu contur complicat și suprafețe oblice, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** la o rotație a arborelui manivelei mașinii-unelte, electrodul-sârmă efectuează o mișcare de precesie și oscilatorie în jurul axei rolei de ghidare, iar piesa-electrod se rotește sub un unghi determinat de corelația

$$\psi = (Z_1 - Z_2) 2\pi / Z_2,$$

unde  $Z_1$  - numărul de dinți ai roții dințate pentru prelucrare;

35  $Z_2$  - numărul ciclurilor de precesie.

3. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a pieselor cu contur complicat și suprafețe oblice, conform revendicării 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** suprafața secțiunii canelurii în formă de spirală a rolei de ghidare este egală suprafeței secțiunii electrodului-sârmă.

40

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU 1102663 A 1984.07.15
2. SU 707744 A 1980.01.05

<b>Șef Secție:</b>	NEKLIUDOVA Natalia
<b>Examinator:</b>	SĂU Tatiana
<b>Redactor:</b>	UNGUREANU Mihail

MD 2674 B2 2005.01.31

6

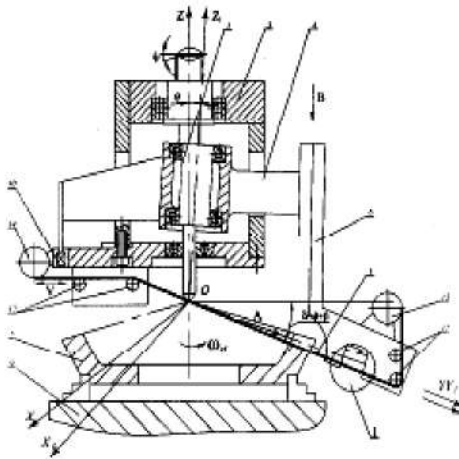


Fig. 1

I

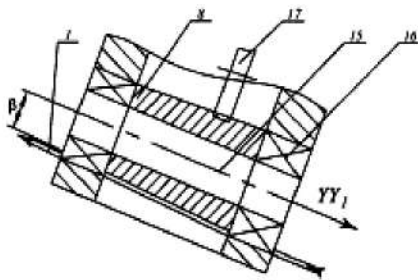


Fig. 2

7

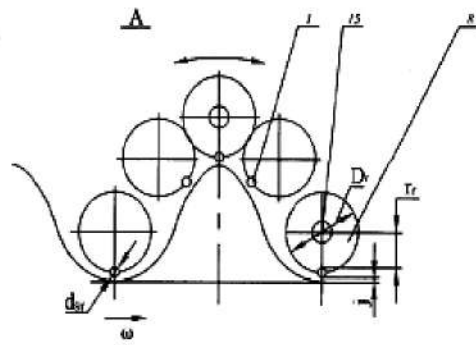


Fig. 3

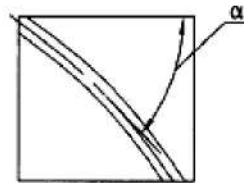


Fig. 4

B

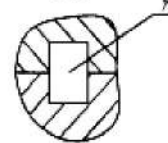


Fig. 5





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3363**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

*D. Chum*

**CHIȘINĂU**



MD 3363 F1 2007.07.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3363** <sup>(13)</sup> **F1**  
(51) Int. Cl.: *B23H 1/00* (2006.01)  
*B23F 9/06* (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării	
(21) Nr. depozit: a 2006 0035 (22) Data depozit: 2006.01.18	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2007.07.31, BOPI nr. 7/2007
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN MOLDOVA, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN MOLDOVA, MD	

(54) **Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale de dimensiuni mici**

(57) **Rezumat:**

Invenția se referă la industria constructoare de mașini, și anume la prelucrarea roților dințate.

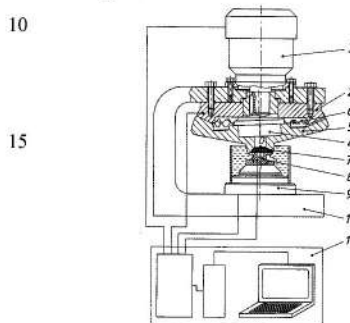
Procedeu de prelucrare a roților dințate precesionale de dimensiuni mici include prelucrarea piesei-electrod (8) cu o sculă-electrod (5) căreia i se comunică mișcare precesională și de rotație în jurul centrului de precesie O, iar piesei-electrod (8) o mișcare axială de avans, totodată, axele sculei-electrod (5) și a piesei-electrod (8) trec prin centrul de precesie O.

Dispozitivul de prelucrare a roților dințate precesionale de dimensiuni mici include o carcasă (1), o sculă (5), un mecanism (9) de fixare a piesei și un arbore-manivelă (4) montat coaxial cu el. Noutatea invenției constă în aceea că scula (5) este executată ca un electrod în formă de satelit cu două coroane dințate (6) și (7) de dimensiuni diferite, legat cinematic cu un servomotor electric (3) prin intermediul arborelui-manivelă (4). Coroana dințată (6) de dimensiuni mai mari este angrenată cu o roată dințată (2) fixată rigid în carcasa (1). Coroana dințată (7) de dimensiuni mai mici este angrenată cu piesa-electrod (8), care este instalată cu posibilitatea deplasării axiale în mecanismul de

fixare (9) acționat de un al doilea servomotor electric. Dispozitivul conține un sistem de comandă (10) computerizat pentru dirijarea servomotoarelor electrice, precum și a regimurilor de lucru ale dispozitivului.

Revendicări: 2

Figuri: 4



MD 3363 F1 2007.07.31

**MD 3363 F1 2007.07.31**

3

**Descriere:**

Invenția se referă la industria constructoare de mașini, și anume la prelucrarea roților dințate precesionale de dimensiuni mici.

Este cunoscut procedeul și dispozitivul de prelucrare a dinților modificați ai elementelor angrenajului precesional care constă în aceea că sculei i se comunică o mișcare oscilatorie în jurul centrului de precesie, iar roții dințate semifabricat – mișcare de rotație în jurul axei sale, mișcările fiind coordonate între ele, cu parametri, care depind de profilul dinților. Legătura cinematică a roții dințate semifabricat cu scula asigură rotirea roții dințate semifabricat cu un unghi ce corespunde pasului dinților, la un ciclu închis al tuturor mișcărilor comunicate sculei [1].

Dezavantajul acestui dispozitiv constă în construcție relativ complicată, fapt ce îi reduce fiabilitatea.

Mai este cunoscut procedeul și dispozitivul de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate ale transmisiei precesionale care constă în aceea că sculei-electrod i se comunică o mișcare precesională în jurul centrului de precesie [2].

Dezavantajul acestui dispozitiv constă în construcția relativ complicată, fapt ce îi reduce precizia și fiabilitatea.

În calitate de cea mai apropiată soluție a fost ales procedeul și dispozitivul de modelare a dinților roților conice care include o carcasă, o sculă și un mecanism de prindere a roții dințate prelucrate [3].

Dezavantajul acestui dispozitiv constă în construcția relativ complicată, fapt ce îi reduce precizia și fiabilitatea.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în simplificarea construcției, majorarea preciziei și a fiabilității.

Problema se soluționează prin aceea că procedeul de prelucrare a roților dințate precesionale de dimensiuni mici include prelucrarea piesei-electrod cu o sculă-electrod, căreia i se comunică o mișcare precesională în jurul centrului de precesie, totodată, sculei-electrod suplimentar i se comunică o mișcare de rotație, iar piesei-electrod o mișcare axială de avans, axele sculei-electrod și a piesei-electrod trec prin centrul de precesie.

Dispozitivul de prelucrare a roților dințate precesionale de dimensiuni mici include o carcasă, o sculă, un mecanism de fixare a piesei și un arbore-manivelă montat coaxial cu el. Scula este executată ca un electrod în formă de satelit cu două coroane dințate de dimensiuni diferite, legat cinematic cu un servomotor electric prin intermediul arborelui-manivelă. Coroana dințată de dimensiuni mai mari este angrenată cu o roată dințată fixată rigid în carcasă, iar coroana dințată de dimensiuni mai mici este angrenată cu piesa-electrod, care este instalată cu posibilitatea deplasării axiale în mecanismul de fixare acționat de un al doilea servomotor electric, totodată, dispozitivul conține un sistem de comandă computerizat pentru dirijarea servomotoarelor electrice, precum și a regimurilor de lucru ale dispozitivului.

Avantajele invenției constau în următoarele:

- mișcarea sfero-spațială și de rotație este executată de către scula-electrod, roata dințată prelucrată având mișcare axială de avans;

- dispozitivul conține un număr mic de elemente, ceea ce îi mărește fiabilitatea;

- ca rezultat al micșorării numărului de elemente ale lanțului cinematic de legătură între sculă și roata dințată prelucrată are loc mărirea preciziei de prelucrare, care depinde în cazul dat doar de precizia roții dințate etalon;

- mișcarea se realizează prin intermediul servomotoarelor comandate numeric conform ecuațiilor parametrice care descriu profilul dinților.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...4, care reprezintă:

- fig. 1, schema dispozitivului cu sistemul de comandă;

- fig. 2, vederea din față a dispozitivului;

- fig. 3, vederea din spate a dispozitivului;

- fig. 4, vederea de sus a dispozitivului.

Esența procedurii constă în următoarele.

Dispozitivul de prelucrare a roților dințate precesionale de dimensiuni mici include carcasa 1 pe care este fixată roata dințată 2, servomotorul electric 3, cuplat cu arborele-manivelă 4, pe care este instalată scula 5, care servește drept electrod și are forma de satelit cu două coroane dințate. Coroana dințată de dimensiuni mai mari 6 este legată cinematic cu roata dințată 2, cealaltă coroană dințată de dimensiuni mai mici 7 este îndreptată către roata dințată semifabricat 8, care este fixată în mecanismul de fixare 9 cu posibilitatea deplasării axiale, totodată dirijarea servomotoarelor electrice și a regimurilor de lucru este realizată de un sistem de comandă 10 computerizat.

## MD 3363 F1 2007.07.31

4

Principiul de funcționare al dispozitivului.

5 La primirea semnalelor electrice conform regimurilor de lucru de la sistemul de comandă 10, prin intermediul servomotorului electric 3 și a arborelui-manivelă 4, sculei 5 i se comunică mișcare precesională în jurul centrului fix de precesie O. Mișcarea de rotație se obține în rezultatul angrenării coroanei dințate de dimensiuni mai mari 6 cu roata dințată 2. Roții dințate semifabricat 8, prin intermediul mecanismului de fixare 9, i se comunică avans de lucru.

10 Sistemul de comandă 10 de asemenea dirijează intensitatea curentului și durata impulsului descărcării electrice conform regimurilor de lucru.

### (57) Revendicări:

15 1. Proceden de prelucrare a roților dințate precesionale de dimensiuni mici, care include prelucrarea piesei-electrod cu o sculă-electrod căreia i se comunică o mișcare precesională în jurul centrului de precesie, **caracterizat prin aceea că** sculei-electrod suplimentar i se comunică o mișcare de rotație, iar piesei-electrod o mișcare axială de avans, totodată, axele sculei-electrod și a piesei-electrod trec prin centrul de precesie.

20 2. Dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale de dimensiuni mici, care include o carcasă, o sculă, un mecanism de fixare a piesei și un arbore-manivelă montat coaxial cu el, **caracterizat prin aceea că** scula este executată ca un electrod în formă de satelit cu două coroane dințate de dimensiuni diferite, legat cinematic cu un servomotor electric prin intermediul arborelui-manivelă, coroana dințată de dimensiuni mai mari este angrenată cu o roată dințată fixată rigid în carcasă, iar coroana dințată de dimensiuni mai mici este angrenată cu piesa-electrod, care este instalată cu posibilitatea deplasării axiale în mecanismul de fixare acționat de un al doilea servomotor electric, totodată, dispozitivul conține un sistem de comandă computerizat pentru dirijarea servomotoarelor electrice, precum și a regimurilor de lucru ale dispozitivului.

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU 1663857 A1 1996.09.20
2. MD 2609 C2 2004.02.29
3. SU 1758941 A1 1996.08.27

Șef Secție:

SĂU Tatiana

Examinator:

MALAI Valeriu

MD 3363 F1 2007.07.31

5

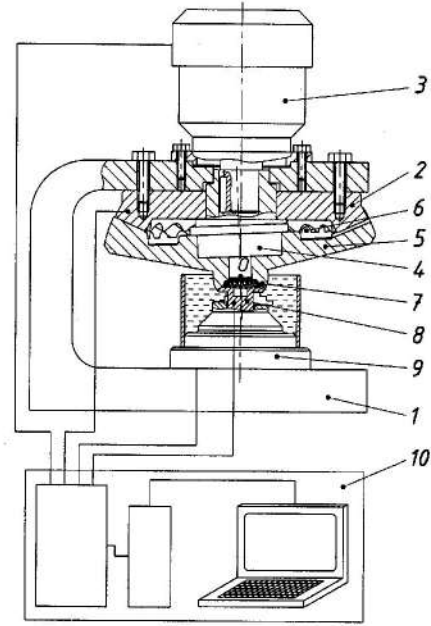


Fig. 1

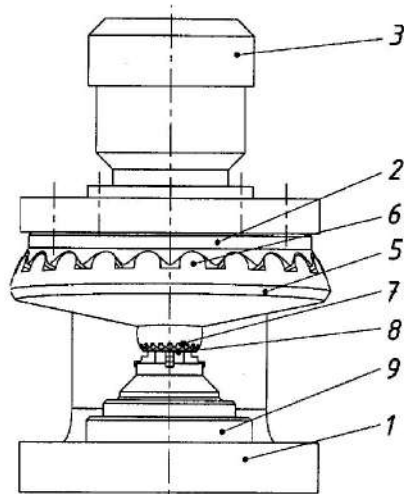


Fig. 2

MD 3363 F1 2007.07.31

6

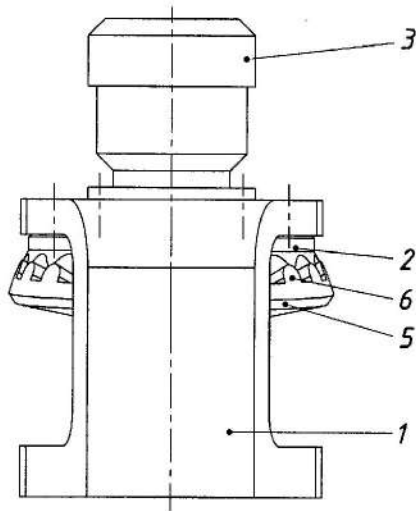


Fig. 3

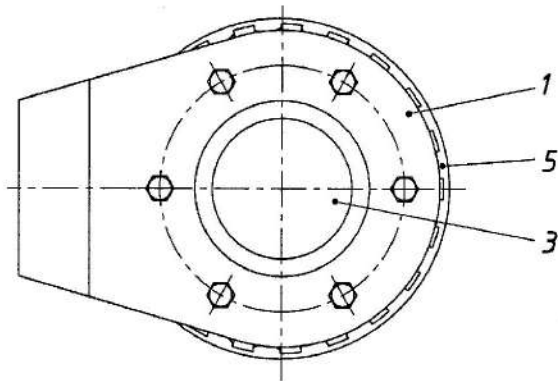


Fig. 4



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3562**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELLECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

*D. Chum*

**CHIȘINĂU**



MD 3562 F1 2008.04.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3562** (13) **F1**  
(51) Int. Cl.: *B21K 1/30* (2006.01)  
*B21J 13/02* (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
(21) Nr. depozit: a 2006 0111 (22) Data depozit: 2006.04.04	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.04.30, BOPI nr. 4/2008
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; MAZURU Sergiu, MD; PEREU Eugen, MD; COSOVSCI Pavel, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) **Procedeu de executare a roților dințate conice**

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la executarea roților dințate, și anume la executarea roților dințate conice prin ștanțare.

Procedeu de executare a roților dințate conice include ștanțarea în două faze cu calibrul prealabil și final, în care, după calibrul prealabil, suprafața și lățimea bazei în secțiunea transversală a dinților este egală corespunzător cu suprafața și lățimea secțiunii piciorușului dintelui final. La calibrul prealabil și final, dinții roții conice se formează în formă de trapez, la calibrul prealabil, grosimea

2  
5 dinților pe cercul de bază se ia mai mare decât grosimea finală a dintelui, valoarea unghiului dintre suprafețele laterale ale trapezului și ale axei de simetrie a dintelui se ia aproximativ egală cu unghiul de pantă a canalului. La calibrul final, poansonului i se comunică la deplasarea axială o mișcare de rotație parțială printr-o legătură cinematică dintre poanson și extractor.

10  
15  
Revendicări: 2  
Figuri: 4

MD 3562 F1 2008.04.30



**MD 3562 F1 2008.04.30**

3

**Descriere:**

Invenția se referă la fabricarea roților dințate, și anume la executarea roților dințate conice prin ștanțare.

5 Este cunoscut un procedeu de fabricare a roților dințate conice prin ștanțare în două calibre, prealabil și final. La baza tehnologică prealabilă pe un semifabricat de formă cilindrică se obțin dinți de o formă prealabilă, diametrul părții superioare a dinților fiind egal cu diametrul golurilor dinților matricelor la formarea formei finale a dinților. Semifabricatul cu dinți de formă prealabilă se ștanțează în matrice în scopul de a obține o roată dințată cu dinți de formă finală [1].

10 Procedeu cunoscut prezintă o serie de dezavantaje: o precizie mică de formare a dinților, necesitatea unor operațiuni suplimentare de prelucrare mecanică prin așchiere, totodată ștanța cu forma finală a dinților (profil ascuțit) are o durabilitate insuficientă, ceea ce conduce la uzura rapidă a matricei din cauza aplicării unor forțe prea mari la deformarea din faza finală.

15 Cea mai apropiată soluție este un procedeu de matrițare a roților dințate din semifabricate cilindrice care conține o matrice cu profil dințat pe suprafața frontală, poanson și o bucsă de ghidare mobilă [2].

Dezavantajele acestui procedeu constau în precizie mică, durabilitate redusă și într-un consum sporit de metal la ștanțare.

Problema pe care o rezolvă invenția este mărirea preciziei de execuție a dinților, sporirea durtății matricei și reducerea consumului de metal.

20 Procedeu, conform invenției înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include ștanțarea în două faze cu calibre prealabil și final, în care, după calibrul prealabil, suprafața și lățimea bazei în secțiunea transversală a dinților este egală corespunzător cu suprafața și lățimea secțiunii piciorușului dintelui final. La calibrul prealabil și final, dinții roții conice se formează în formă de trapez, la calibrul prealabil, grosimea dinților pe cercul de bază se ia mai mare decât grosimea finală a dintelui, valoarea unghiului dintre suprafețele laterale ale trapezului și ale axei de simetrie a dintelui se ia aproximativ egală cu unghiul de pantă a canalului, iar la calibrul final, poansonului i se comunică la deplasarea axială o mișcare de rotație parțială printr-o legătură cinematică dintre poanson și extractor, care se efectuează prin canale elicoidale cu unghi de pantă.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...6, care reprezintă:

- 30 - fig. 1, calibrul prealabil de formare a dinților;  
 - fig. 2, roata dințată conică după calibrul prealabil (vederea A);  
 - fig. 3, schema fazei finale de formare a dintelui;  
 - fig. 4, profilul dintelui după prelucrare în calibrul prealabil;  
 - fig. 5, profilul dintelui după prelucrare în calibrul final;  
 35 - fig. 6, forma canalelor (vederea B).

Roata dințată conică se execută în felul următor.

40 Un semifabricat 1 în formă de inel cu o suprafață conică de ghidare *c*, este așezat în partea superioară 2 a matricei pe un dorn arcuit 3. Un poanson 4 la cursa în jos presează semifabricatul 1 în matricea inferioară 5. Ca rezultat al acestei faze se obține o roată dințată conică 6 cu dinți de o formă prealabilă trapezoidală în secțiune. Suprafața în planul acesta și lățimea piciorușului dintelui coincid cu forma dintelui final.

Roata dințată conică se extrage cu un extractor 7 din partea inferioară a matricei și a dornului arcuit 3.

45 La faza finală, roata dințată cu dinți cu secțiune trapezoidală este așezată pe domul 3 arcuit în matrice, între poanson 4 și extractor 7 există o legătură cinematică în formă de canale 8. Poansonul 4 la cursa în jos obține și o mișcare parțială de rotație și modifică în matrice secțiunile trapezoidale ale dinților în dinți cu forma finală. Roata dințată prelucrată se extrage din matrice și de pe dorn 3. Pentru a se obține după calibrare un profil necesar al roții conice, la matrițarea prealabilă a semifabricatului, dintele se prelucreează cu un profil cu secțiunea transversală în formă de trapez, unde grosimea lui după circumferința de bază se ia egală cu grosimea roții dințate finale.

50 Înălțimea *h* și raza capului profilului dintelui *r* prealabil se alege după relația:

$$r = \frac{0,5 \cdot s - h' \operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha}; h = h' + r(1 - \sin \alpha)$$

unde:

- 55 *α* – unghiul profilului dintelui (grad);  
*s* – grosimea dintelui după diametrul de divizare, mm;  
*h* – înălțimea capului dintelui cu profil prealabil, mm.

## MD 3562 F1 2008.04.30

4

Înălțimea totală a dintelui cu profil prealabil se alege din considerentul ca ea să fie egală cu suprafețele secțiunilor în planul transversal al profilului final.

5 Valoarea unghiului  $\alpha$  între suprafețele laterale ale trapezului și a axei de simetrie a dintelui se ia aproximativ egală cu  $\frac{1}{2}$  din valoarea unghiului de pantă a canalelor elicoidale.

Procedul propus va permite a spori precizia de execuție a dinților, majorarea durabilității sculei și reducerea consumului de metal a semifabricatului prin micșorarea adaosului de prelucrare la așchiere.

10

### (57) Revendicări:

1. Procedul de executare a roților dințate conice, care include ștanțarea în două faze cu calibrul prealabil și final, în care, după calibrul prealabil, suprafața și lățimea bazei în secțiunea transversală a dinților este egală corespunzător cu suprafața și lățimea secțiunii piciorușului dintelui final, **caracterizat prin aceea că** la calibrul prealabil și final, dinții roții conice se formează în formă de trapez, la calibrul prealabil, grosimea dinților pe cercul de bază se ia mai mare decât grosimea finală a dintelui, valoarea unghiului dintre suprafețele laterale ale trapezului și ale axei de simetrie a dintelui se ia aproximativ egală cu unghiul de pantă a canalului, iar la calibrul final, poansonului i se comunică la deplasarea axială o mișcare de rotație parțială printr-o legătură cinematică dintre poanson și extractor.

2. Procedul conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** legătura cinematică dintre poanson și extractor se efectuează prin canale elicoidale cu unghi de pantă.

25

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU 651671 A 1979.03.05
2. SU 618172 A 1978.06.21

**Șef Secție:**

SĂU Tatiana

**Examinator:**

GULPA Alexei

**Redactor:**

UNGUREANU Mihail

MD 3562 F1 2008.04.30

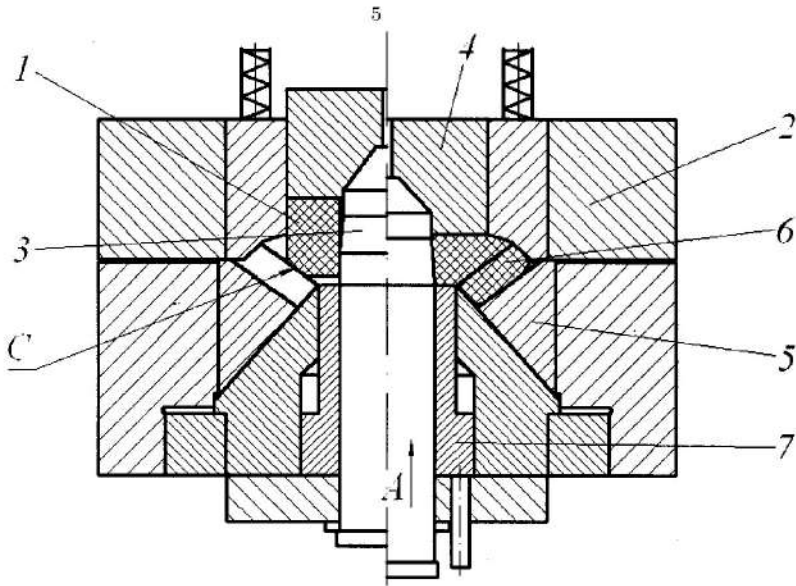


Fig. 1

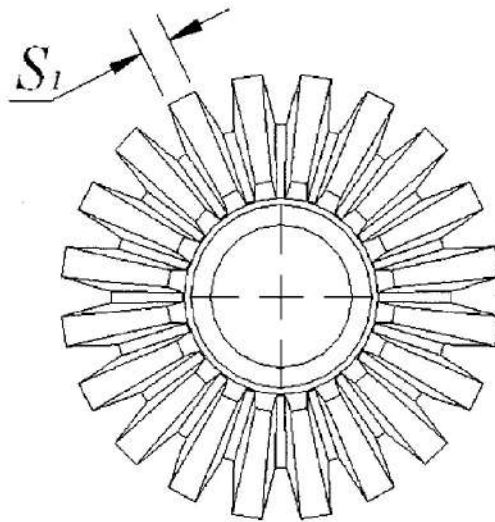


Fig. 2

MD 3562 F1 2008.04.30

6

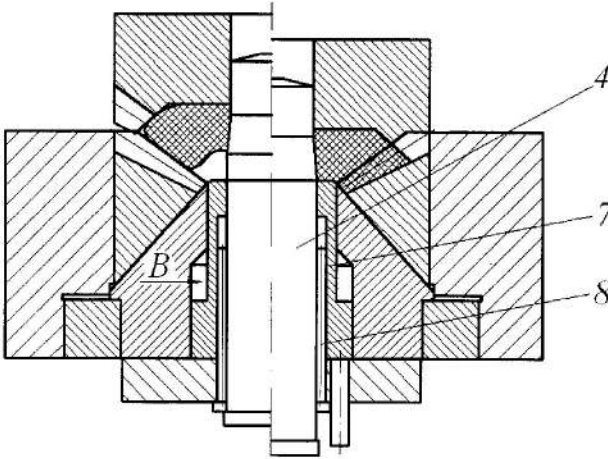


Fig. 3

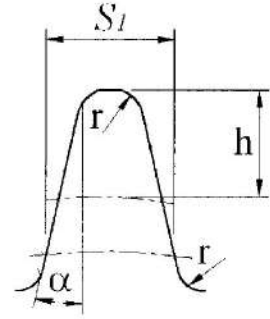


Fig. 4

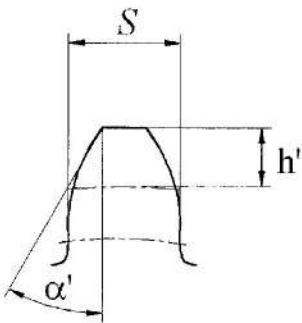


Fig. 5

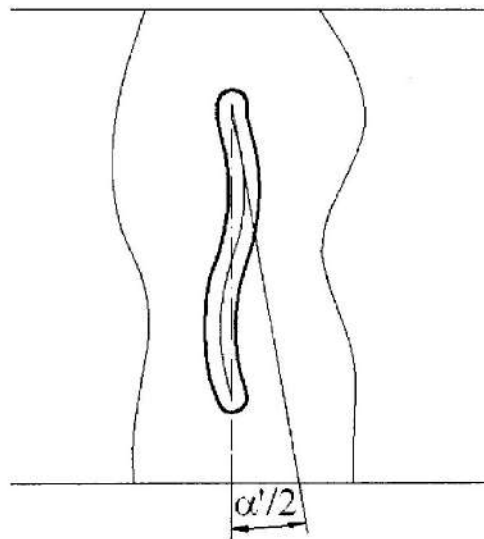


Fig. 6



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2494**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**



**CHIȘINĂU**



MD 2494 B2 2004.07.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2494<sup>(13)</sup> B2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 23 H 1/00

(12) BREVET DE INVENȚIE

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
<p>(21) Nr. depozit: a 2002 0101 (22) Data depozit: 2002.03.21 (41) Data publicării cererii: 2004.02.29, BOPI nr. 2/2004</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2004.07.31, BOPI nr. 7/2004</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; MAZURU Sergiu, MD; VACULENCO Maxim, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Dispozitiv pentru rodarea prin electroeroziune a elementelor conjugate ale mașinilor

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la construcția de mașini, și anume la dispozitivele de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor conjugate ale elementelor mașinilor, de exemplu a roților dinate.

Dispozitivul pentru rodarea prin electroeroziune a elementelor conjugate ale mașinilor, de exemplu a roților dinate, include un corp din material conducător de curent, în care sunt montați arborii conducători și condus, roțile dinate supuse prelucrării și miezul magnetic închis cu înfășurare, care este conectată la un generator de impulsuri. Una dintre roțile dinate supuse prelucrării este fixată în corp din partea arborelui conducător,

2  
5  
10  
15  
cealaltă roată dințată este executată monobloc cu arborele condus, iar între ele este amplasat un satelit cu două coroane, care efectuează o mișcare de precesie, fiecare coroană a cărui conține role ce se rotesc și care angrenează cu roțile corespunzătoare, totodată, satelitul este montat pe arborele conducător prin intermediul bușelor de reazem din material dielectric. Miezul magnetic închis cu înfășurare este amplasat coaxial roților dinate supuse prelucrării, cuprinzând zona lor de angrenare.

Revendicări: 1  
Figuri: 1

MD 2494 B2 2004.07.31

## MD 2494 B2 2004.07.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la construcția de mașini, și anume la dispozitivele de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor conjugate ale elementelor mașinilor, de exemplu a roților dințate.

5 Este cunoscut dispozitivul pentru rodarea prin electroeroziune a roților dințate, în care, prin intermediul unor contacte glisante, spre arborii roților dințate, se transmit impulsuri de curent de la generatorul de impulsuri. Reazemele arborilor sunt izolate de corpul dispozitivului. Trecând prin stratul lubrifiant, impulsurile curentului electric provoacă eroziunea profilurilor conjugate ale dinților roților dințate [1].

10 Dezavantajul acestui dispozitiv constă în randamentul scăzut din cauza pierderilor de energie în conducte.

Mai este cunoscut dispozitivul pentru rodarea elementelor conjugate ale mașinilor, compus dintr-un corp metalic, reazeme, amplasate în corp, arbori cu elemente conjugate, ca exemplu roți dințate, și miez magnetic cu circuit închis cu înfășurare, conectat la generatorul de impulsuri [2].

15 Dezavantajul acestui dispozitiv constă în faptul că acesta nu poate fi utilizat pentru rodarea simultană a mai multor roți dințate a reductoarelor în trepte, roților cu angrenare interioară, transmisiilor armonice și transmisiilor precesionale.

Problema pe care o rezolvă invenția este mărirea preciziei de prelucrare și extinderea posibilităților tehnologice prin asigurarea contactului multiplu încontinuu în angrenaj și pe toată lungimea dinților.

20 Dispozitivul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include un corp din material conducător de curent, în care sunt montați arborii conducători și condus, roțile dințate supuse prelucrării și miezul magnetic închis cu înfășurare, care este conectată la un generator de impulsuri. Una dintre roțile dințate supuse prelucrării este fixată în corp din partea arborelui conducător, cealaltă roată dințată este executată dint-un întreg cu arborele condus, iar între ele este amplasat un satelit cu două coroane, care efectuează o mișcare de precesie, fiecare coroană a cărui conține role ce se rotesc și angrenează cu roțile corespunzătoare, totodată, satelitul este montat pe arborele conducător, prin intermediul bușelor de reazem din material dielectric, iar miezul magnetic închis cu înfășurare este amplasat coaxial roților dințate supuse prelucrării cuprinzând zona lor de angrenare.

30 Rezultatul constă în mărirea preciziei de prelucrare a angrenajului, extinderea posibilităților tehnologice de prelucrare și sporirea productivității dispozitivului.

Invenția se explică prin figura ce reprezintă dispozitivul pentru rodarea simultană a roților dințate a reductorului în trepte.

35 Dispozitivul este compus din mecanismul de acționare 1, generatorul de impulsuri 2, miezul 3 cu înfășurare, corpul 4 din material conducător de curent, bușe de reazem 5 și 6 conducătoare de curent, bușe de reazem 7 și 8 dielectrice. Arborii cu elemente și satelitul 9, care sunt supuse prelucrării, sunt cuprinse cu miezul 3. În capacul 10 se instalează și se fixează roata fixă 11. Roata mobilă 12 executată monobloc cu arborele condus 13, se sprijină în bușele de reazem 6. Momentul de torsiune este transmis de mecanismul de acționare 1 la arborele conducător 14. Arborele conducător 14 este instalat în bușele de reazem 5. Arborele conducător 14 are o suprafață înclinată pe care, în bușele de reazem 7 și 8, se instalează satelitul 9 cu două coroane cu role 15 și 16, cu posibilitatea de a se roti în jurul axelor 17. Axele roților 15 și 16 și generatoarele roților se intersectează în punctul 0 (numit centru de precesie), care se află pe axa arborelui conducător 14. Axa de rotație a arborelui conducător 4 și a suprafeței înclinate se intersectează în punctul 0. Coroanele cu role 15 și 16 contactează cu roțile 11 și 12.

45 Dispozitivul funcționează în felul următor.

La conectarea mecanismului de acționare 1 și a generatorului de impulsuri 2, arborii reductorului, împreună cu satelitul 9 încep să se rotească, satelitul 9 efectuează și o mișcare de precesie, dar fiecare cu viteză diferită. Fiecare roată dințată 11 și 12 are numărul său de dinți  $Z_{11}$  și  $Z_{12}$ , iar coroanele cu role 15 și 16 - un număr de  $Z_{15}$  și  $Z_{16}$  role. Pentru obținerea efectului cinematic maxim al reductorului se alege corelația de dinți:

$$\begin{aligned} Z_{11} &= Z_{15} - 1; \\ Z_{12} &= Z_{16} + 1. \end{aligned}$$

50 Raportul de transmitere a transmisiei se determină prin relația:

$$55 \quad u = Z_{15} Z_{12} / (Z_{11} Z_{16} - Z_{15} Z_{12}).$$

Spre înfășurarea miezului 3 se aplică tensiunea impulsivă. Înfășurarea secundară o formează următorul lanț: corpul 4 - bușe de reazem 5 și 6 - intervalul scânteictor în zona angrenării - roata conjugată cu bușa de reazem - corpul 4. În lanț apare tensiune, aplicată în zona conjugării dinților. Are loc electroeroziunea angrenajului și rodajul reciproc al cuplului.

## MD 2494 B2 2004.07.31

4

Prelucrarea cuplelor angrenajelor cuprinse de miez 3 se desfășoară paralel. Datorită faptului că angrenajele sunt multipare, adică în angrenare se află simultan un număr mai mare de elemente până la 100% (în funcție de numărul de dinți și raportul dintre ele) sporește productivitatea rodării.

- 5 Dispozitivul permite a mări precizia de prelucrare, a extinde posibilitățile tehnologice și a spori productivitatea procedurii de rodaj prin electroeroziune, de asemenea realizarea rodajului simultan a roților dințate cu mai multe trepte ale reductoarelor, transmisiilor planetare și melcate, armonice, cu modul mic și a celor precesionale în ansamblu.

10

### (57) Revendicare:

Dispozitiv pentru rodarea prin electroeroziune a elementelor conjugate ale mașinilor, în special a roților dințate, care include un corp din material conducător de curent, în care sunt montați arborii conducător și condus, roțile dințate supuse prelucrării și miezul magnetic închis cu înfășurare, care este conectată la un generator de impulsuri, **caracterizat prin aceea că** una dintre roțile dințate supuse prelucrării este fixată în corp, din partea arborelui conducător, cealaltă roată dințată este executată dint-un întreg cu arborele condus, iar între ele este amplasat un satelit cu două coroane, care efectuează o mișcare de precesie, fiecare coroană a cărui conține role ce se rotesc și angrenează cu roțile corespunzătoare, totodată, satelitul este montat pe arborele conducător, prin intermediul bușelor de reazem din material dielectric, iar miezul magnetic închis cu înfășurare este amplasat coaxial roților dințate supuse prelucrării cuprinzând zona lor de angrenare.

25

### (56) Referințe bibliografice:

1. Иванченко Ф.К., Афанасьев М.К. и др. Устройство для окончательной обработки зубчатых колес подверженных термическому улучшению. Киев, Технология и организация производства, 1979, Nr. 3, p.16-17
2. SU 532501 A 1976.10.25

<b>Șef Secție:</b>	NEKLIUDOVA Natalia
<b>Examinator:</b>	SĂU Tatiana
<b>Redactor:</b>	UNGUREANU Mihail





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

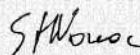
**Nr. 2608**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI



**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2608 C2 2004.11.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2608<sup>(13)</sup> C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 23 F 9/06

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2003 0261 (22) Data depozit: 2003.11.03	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2004.11.30, BOPI nr. 11/2004
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD; OLEVSCHI Alexandru, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale

(57) Rezumat:

1

2

Invenția se referă la industria constructoare de mașini, și anume la prelucrarea roților dințate.

Dispozitivul de prelucrare a roților dințate precesionale include o carcasă, pe care sunt montate scula și mecanismul de rotire a roții prelucrate. Scula conține un cap laser și un generator laser, și este fixată pe carcasă. Mecanismul de rotire a roții prelucrate este montat cu posibilitatea deplasării suplimentare sferospațiale față de centrul de pre-

cesie, include un disc dotat cu o flanșă înclinată cu unghi de înclinare reglabil, și este dotat cu un sistem de comandă computerizat.

Revendicări: 1  
Figuri: 4

10

## MD 2608 C2 2004.11.30

3

### Descriere:

Invenția se referă la industria constructoare de mașini, și anume la prelucrarea roților dințate.

Este cunoscut dispozitivul de prelucrare a dinților drepți sub un unghi față de axă, care asigură prelucrarea dinților roților dințate conice de dimensiuni mici. Dispozitivul include păpușa fixă pentru

5

scule, scula, masa mobilă, păpușa semifabricatului cu mecanismul de divizare, instalată pe osii cu posibilitatea rotirii în raport cu masa. Mecanismul de divizare este executat în forma unui disc cu divizări la unghiul de rotire, montat în partea frontală a arborelui principal [1].

10

Dezavantajul acestui dispozitiv constă în aceea că construcția relativ complicată îi reduce posibilitățile tehnologice.

Mai este cunoscut procedeul de moletare a dinților roților conice și un dispozitiv de realizare a lui, care asigură realizarea profilelor roților dințate conice. Dispozitivul pentru realizarea procedurii include carcasa, un mecanism de rotire a roților în jurul axei verticale a roții, un mecanism de moletare a dinților, care constă dintr-o carcasă, o osie, o sculă în formă de rolă conică, un ansamblu de deplasare longitudinală alternativă de translație și un ansamblu al deplasării oscilante [2].

15

Dezavantajul acestui dispozitiv constă în posibilitățile tehnologice reduse și construcția relativ complicată, fapt ce îi reduce fiabilitatea.

Problema pe care o rezolvă invenția propusă este lărgirea posibilităților tehnologice, simplificarea și rigidizarea construcției, sporirea fiabilității.

20

Dispozitivul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include o carcasă, pe care sunt montate scula și mecanismul de rotire a roții prelucrate. Scula conține un cap laser și un generator laser, și este fixată pe carcasă, iar mecanismul de rotire a roții prelucrate este montat cu posibilitatea deplasării suplimentare sferospațiale față de centrul de precesie, include un disc dotat cu o flanșă înclinată cu unghi de înclinare reglabil și este dotat cu un sistem de comandă computerizat.

25

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...4, care reprezintă:

- fig. 1, vederea generală a dispozitivului de prelucrare a danturii roților dințate precesionale;
- fig. 2, vederea frontală a dispozitivului (vezi fig. 1);
- fig. 3, vederea A (vezi fig. 2);
- fig. 4, secțiunea B-B (vezi fig. 3) cu sistemul de comandă.

30

Dispozitivul (fig. 1) include carcasa 1, generatorul laser 2, furca superioară 3, furca inferioară 4, semifabricatul 5 fixat pe masa rotativă 6, servomotoarele 7 și 8, inima de încrucișare 9, scula în formă de fascicol laser 10, discul cu flanșă înclinată reglabilă compus din discul inferior 11, discul superior 12, bila 13 și sistemul de comandă 14.

Dispozitivul funcționează în modul următor.

35

La primirea semnalelor electrice de la sistemul de comandă 14, prin intermediul servomotorului 8, semifabricatului 5, împreună cu masa rotativă 6 i se comunică mișcare de precesie în jurul centrului fix de precesie 0. Mișcarea de precesie se obține în urma rotirii discului cu flanșă, înclinat de servomotorul 8, suprafața plană superioară a căruia este în permanent contact cu suprafața de jos a furcii inferioare 4, care, prin intermediul furcii superioare 3 și inimii de încrucișare 9, este fixată contra rotirii, în timpul mișcării precesionale. Toate axele de rotație, inclusiv ale sculei 10, se intersectează în centrul de precesie 0. Totodată, fiecărui ciclu închis al mișcării precesionale îi corespunde rotirea semifabricatului 5 împreună cu masa rotativă 6 cu un unghi ce corespunde pasului unghiular al dinților de către servomotorul 7.

45

## MD 2608 C2 2004.11.30

4

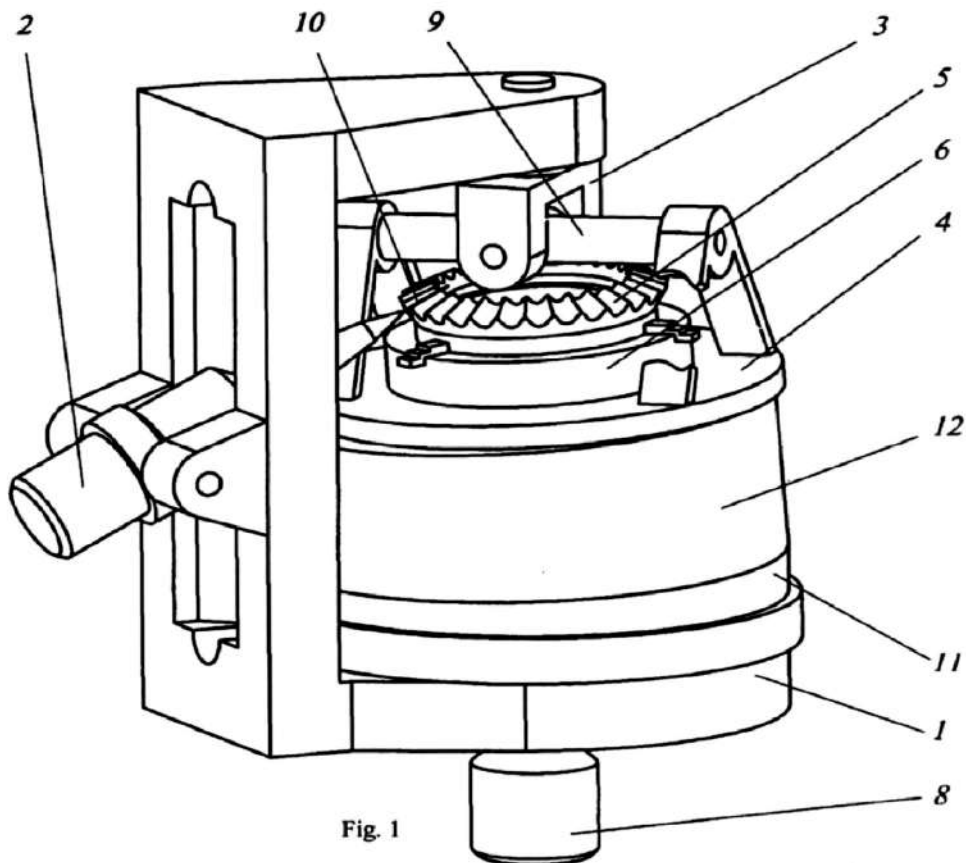
### (57) Revendicare:

5 Dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale, care include o carcasă, pe care sunt montate scula și mecanismul de rotire a roții prelucrate, **caracterizat prin aceea că** scula conține un cap laser și un generator laser, și este fixată pe carcasă, iar mecanismul de rotire a roții prelucrabile este montat cu posibilitatea deplasării suplimentare sferospațiale față de centrul de precesie, include un disc dotat cu o flanșă înclinată cu unghi de înclinare reglabil, și este dotat cu un sistem de comandă computerizat.

10

### (56) Referințe bibliografice:

1. RU 2086388 A1 2001.12.31
2. SU 1758941 A1 1996.08.27



MD 2608 C2 2004.11.30

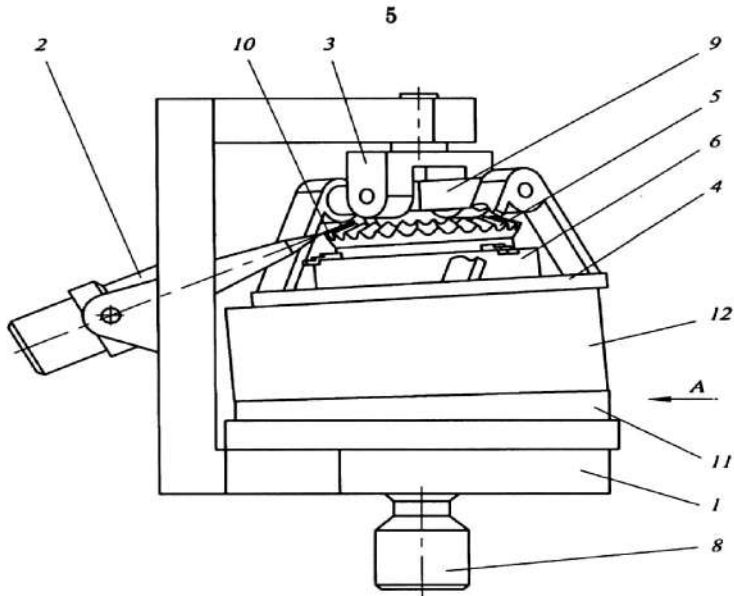


Fig. 2

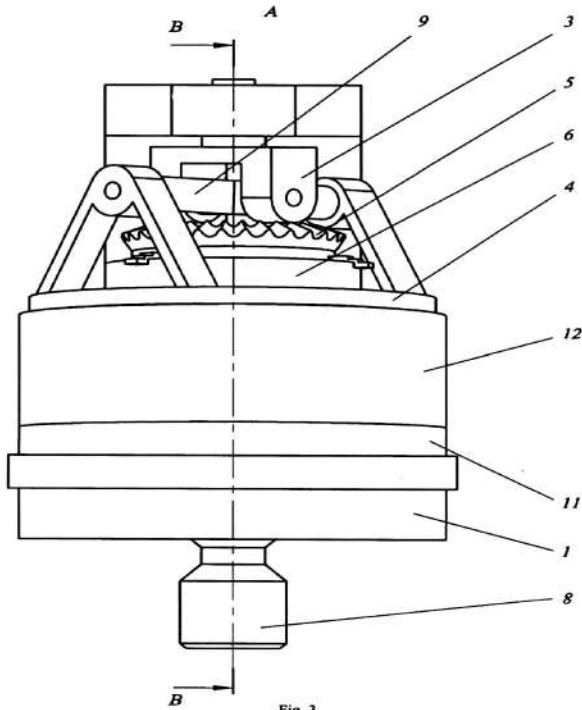


Fig. 3

MD 2608 C2 2004.11.30

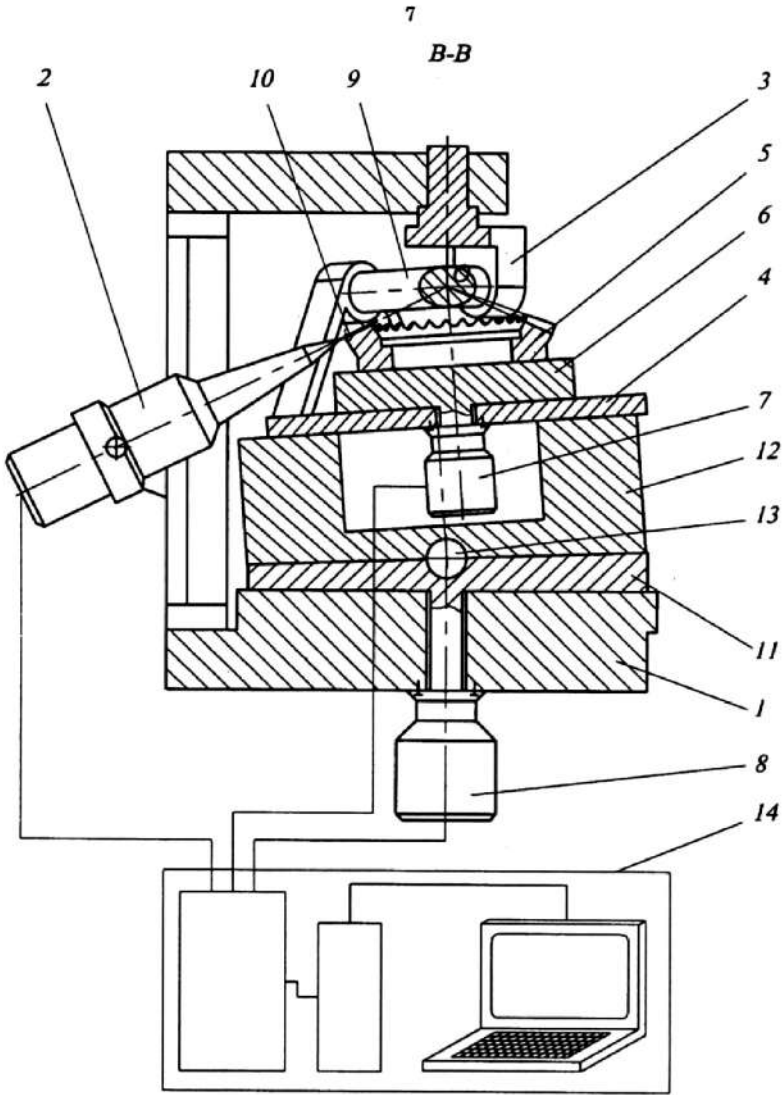


Fig. 4

В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДЕЙСТВИЕ

Начальник отдела  
Государственный комитет



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

**АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО**  
№ 1758941

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,  
Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство  
на изобретение:  
"Способ накатывания зубьев конических колес и  
устройство для его осуществления"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович и Дулгеру Валерий  
Еманоилович

КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.С.ЛАЗО  
Заявитель:

Заявка № 4845624 Приоритет изобретения 23 апреля 1990г.  
Зарегистрировано в Государственном реестре  
изобретений СССР  
1 мая 1992г.  
Действие авторского свидетельства распро-  
страняется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета  
Начальник отдела

Расся  
Зинин



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗ. №

(19) SU (11) 1758941 A1

(51)5 В 21 Д 43/00, В 30 В 15/30

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4845624/27

(22) 23.04.90

(71) Кишиневский политехнический институт им. С.Лазо

(72) И.А.Бостан и В.Е.Дулгеру

(56) 1. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам. М.: Машиностроение, 1987, с. 231.

2. Ивновой В.П., Аникина А.Д. и Брюховец Д.Р. Основные сведения об изготовлении машин. М.: Машиностроение, 1966, рис. 228 в, с. 318.

(54) СПОСОБ НАКАТЫВАНИЯ ЗУБЬЕВ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к области обработки металлов давлением и может быть использовано для накачивания зубьев конических колес. Способ накачивания зубьев конических колес заключается в приведении во вращательное движение колеса вокруг вертикальной оси, накачивание осуществляют несколькими коническими зубчатыми роликами, конические зубчатые ролики располагают по окружности и сообщают им возвратно-поступательное движение

2

вокруг вертикальной оси колеса, создавая их высокочастотным ультразвуковым генератором. Устройство для осуществления способа содержит основание, механизм вращения колес вокруг вертикальной оси колеса, механизм накачивания зубьев, имеющий корпус, ось, конический зубчатый ролик для накачивания зубьев, узел продольного возвратно-поступательного перемещения оси и узел качательного движения. Конический зубчатый ролик установлен с возможностью вращения. Узел качательного перемещения корпуса выполнен в виде кривошипного вала, кронштейна, кулачка, двух подпружиненных ползунов, двуплечего рычага и толкателя. Кривошипный вал смонтирован на основании вертикально над механизмом вращения и соосно с осью его вращения. Узел продольного перемещения оси выполнен в виде генератора ультразвуковых колебаний. Корпус свободно установлен на кривошипе кривошипного вала. Ось и узел ее продольного перемещения закреплены на кронштейне. 2 с.п. ф-лы, 1 з.п. ф-лы, 3 ил.

Изобретение относится к области машиностроения, а именно к металлообработке.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является способ накачивания зубьев конических колес и устройство реализации, в котором 32-92

колесо приводят во вращательное движение вокруг вертикальной оси, накачивают зубья коническим зубчатым роликом путем обкатывания по коническому колесу, механизм накачивания зубьев имеет корпус, по меньшей мере одну ось, установленную параллельно

(19) SU (11) 1758941 A1



образующим поверхностей зубьев, установленный на оси с возможностью вращения движения узел продольного возвратно-поступательного перемещения 5 оси и узел качательного перемещения корпуса [1].

Однако известное техническое решение имеет низкую точность, надежность и производительность процесса нака- 10 тывания.

Известен способ накачивания зубьев конических колес и устройство его реализации, в котором накатному ролику сообщается прецессионное дви- 15 жение, при этом заготовка установлена на столе, кинематически связанном с накатным инструментом, а накатный ролик установлен свободно на наклонном кривошипе, жестко связанном с ведущим валом. Низкая производительность и невысокое качество обработки ограничивает его широкое применение [2].

Целью изобретения является повышение 25 надежности, точности и производительности процесса накачивания.

Поставленная цель достигается тем, что в способе накачивания зубьев конических колес, при котором приво- 30 дят во вращательное движение колесо вокруг вертикальной оси, накачивают зубья коническим зубчатым роликом путем его обкатывания по коническому колесу и возвратно-поступательного перемещения параллельно образующей поверхности зуба, накачивание осу- 35 ществляют несколькими коническими зубчатыми роликами, конические зубчатые ролики располагают по окружности и сообщают возвратно-вращательное движение вокруг вертикальной оси колеса, а возвратно-поступательное перемещение создают высокочастотным 40 ультразвуковым генератором.

В устройстве для осуществления способа накачивания зубьев конических колес, содержащем основание, механизм вращения колес вокруг вертикальной оси колеса, механизм нака- 50 чивания зубьев, имеющий корпус, по меньшей мере одну ось, установленную параллельно образующим поверхностей зуба, конический зубчатый ролик для накачивания зубьев, установленный на оси с возможностью вращательного дви- 55 жения, узел продольного возвратно-поступательного перемещения оси и узел качательного перемещения корпуса,

последний выполнен в виде кривошипного вала, смонтированного на основании вертикально над механизмом вращения и соосно с осью его вращения, кронштейна, закрепленного на корпусе и расположенного в вертикальной плоскости параллельной оси, кулачка, смонтированного на кривошипном валу, двух подпружиненных ползунов, установленных на основании с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости и расположенных по обе стороны кронштейна с возможностью взаимодействия с ним, двуплечего рычага, шарнирно закрепленного на основании и шарнирно связанного одним концом с одним из ползунов, и толкателя, шарнирно связанного с другим концом двуплечего рычага и смонтированного на основании с возможностью взаимодействия с кулачком, узел продольного перемещения оси выполнен в виде генератора ультразвуковых колебаний, причем корпус свободно установлен на кривошипе кривошипного вала, а ось и узел ее продольного перемещения закреплены на кронштейне.

При этом устройство для осуществления способа накачивания зубьев конических колес может быть снабжено дополнительным кронштейном, закрепленным на корпусе и несущим дополнительную ось с дополнительным коническим зубчатым роликом для накачивания зубьев и дополнительный генератор ультразвуковых колебаний.

На фиг.1 приведено приспособление для накачивания зубьев конических колес; на фиг.2 - вид по стрелке А на фиг.1; на фиг.3 показано приспособление с несколькими накатными роликами.

Суть способа заключается в следующем: накачивание осуществляют несколькими коническими зубчатыми роликами, которые располагают по окружности в кронштейне, которому сообщают возвратно-вращательное сферическое движение вокруг вертикальной оси колеса. В стадии финишной обработки зубчатым коническим роликом сообщают также возвратно-поступательные перемещения высокочастотным ультразвуковым генератором.

Устройство для осуществления способа накачивания по фиг.1 содержит неподвижное основание 1, на котором на кривошипном валу 2 вертикально

соосно с его осью вращения свободно установлен корпус 3, к которому жестко закреплены кронштейны 4 и 5. К кронштейну 4 закреплен накатной зубчатый конический ролик 6, установленный на оси 7, жестко связанной с волноводом 8 генератора ультразвуковых колебаний 9. На прямолинейном участке кривошипного вала 2 установлен кулачок 10, который связан через толкатель 11, смонтированный на основании 1, и двуплечий рычаг 12, шарнирно закрепленный на основании 1 и шарнирно связанный одним концом с одним из двух подпружиненных ползунов 13, с кронштейном 5. При этом накатные ролики 6 закреплены на кронштейне 4 с возможностью регулирования на разные диаметры конических колес. Заготовка 14 закреплена на столе 15, кинематически связанном с кривошипным валом 2 и с кинематической цепью станка Б.

Устройство по фиг. 3 содержит дополнительный кронштейн 16, закрепленный на корпусе 3 и несущий дополнительную ось 17 с дополнительным коническим зубчатым роликом 18 для накатывания зубьев и дополнительный генератор ультразвуковых колебаний 19.

Устройство работает следующим образом.

От цепи станка вращательное движение передается кривошипному валу 2, посредством которого превращается в сферическое (возвратно-вращательное) движение кронштейнов 4 и 16 с накатными инструментами. При одном обороте кривошипного вала 2 заготовка 14, закрепленная на столе 13, поворачивается на один зуб. Наличие нескольких накатных инструментов (фиг. 3) повышает производительность процесса. Одновременно для учета особенностей прецессионного движения в реальной передаче кронштейн 5 (вместе с ним и кронштейны 4 и 16) получают дополнительные окружные перемещения от кулачка 10, вращающегося с частотой вращения кривошипного вала 2, через толкатель 11, двуплечий рычаг 12 с большим отношением плеч и подпружиненных ползунов 13. Для упрочнения поверхности зубьев, а также повышения точности профиля за счет уменьшения деформации зубчатых конических роликов 6 (18) ось 7 (17) жестко связано

с волноводом 8 и генератором ультразвуковых колебаний 9.

## 5 Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я .

1. Способ накатывания зубьев конических колес, при котором приводят во вращательное движение колесо во-  
10 круг вертикальной оси, накатывают зубья коническим зубчатым роликом путем его обкатывания по коническому колесу и возвратно-поступательного перемещения параллельно образующей  
15 поверхности зуба, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения надежности, точности и производительности процесса накатывания, накатывание осуществляют несколькими коническими зубчатыми роликами, конические зубчатые ролики располагают по окружности и сообщают возвратно-вращательное движение вокруг вертикальной оси колеса, а возвратно-поступательное перемещение создают высокочастотным ультразвуковым генератором.

2. Устройство для накатывания зубьев конических колес, содержащее основание, механизм вращения колес во-  
30 круг вертикальной оси колеса, механизм накатывания зубьев, имеющий корпус, по меньшей мере одну ось, установленную параллельно образующим поверхностям зуба, конический зубчатый ролик для накатывания зубьев, установленный с возможностью вращательно-поступательного перемещения оси и  
40 узел качательного перемещения корпуса, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что узел качательного перемещения корпуса выполнен в виде кривошипного вала, смонтированного на основании вертикально над механизмом вращения и соосно с осью его вращения, кронштейна, закрепленного на корпусе и расположенного в вертикальной плоскости параллельной оси, кулачка, смонтированного на кривошипном валу, двух  
50 подпружиненных ползунов, установленных на основании с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости и расположенных по обе стороны кронштейна с возможностью взаимодействия с ним, двуплечего рычага, шарнирно закрепленного на основании и шарнирно связанного одним концом с одним из ползунов, и толкателя, шарнирно свя-

7

1758941

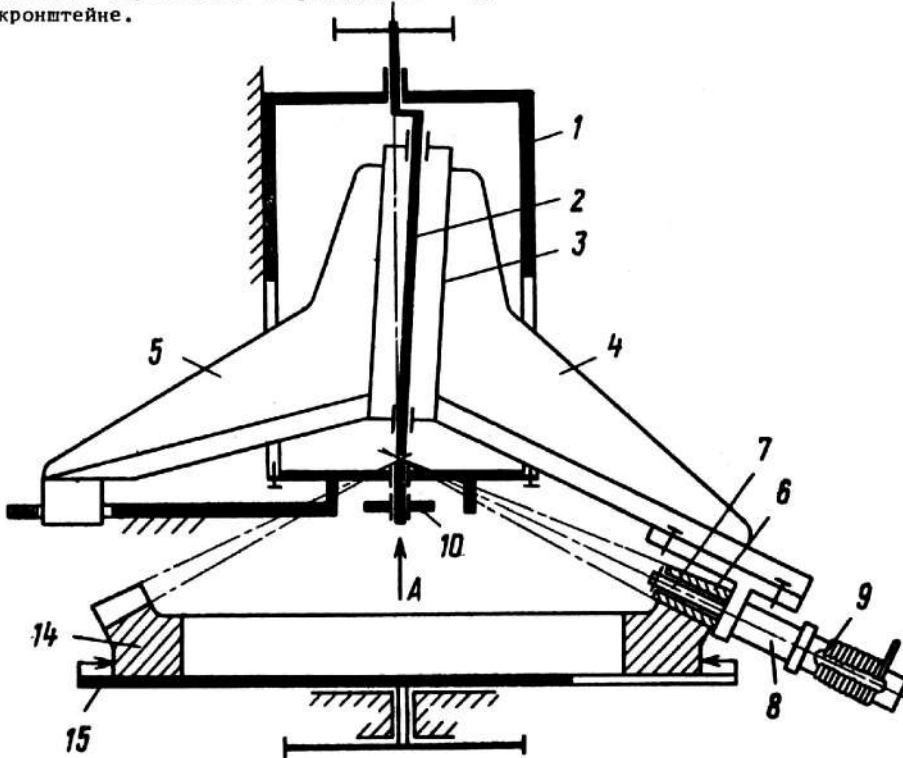
8

занного с другим концом двулучевого рычага и смонтированного на основании с возможностью взаимодействия с кулачком, узел продольного перемещения 5 выполнен в виде генератора ультразвуковых колебаний, причем корпус свободно установлен на кривошипе кривошипного вала, а ось и узел ее продольного перемещения закреплены на кронштейне.

5

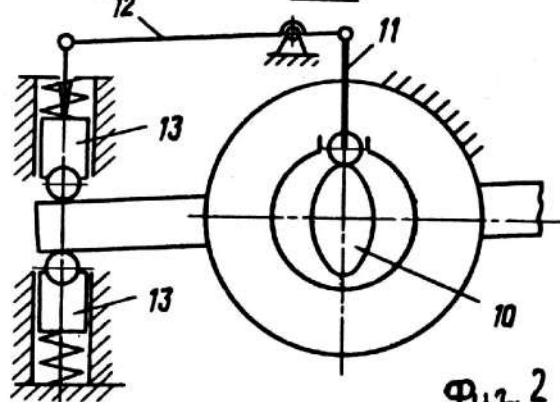
10

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что оно снабжено дополнительными кронштейнами, закрепленными на корпусе и несущими дополнительные оси с дополнительными коническими зубчатыми роликами для накатывания зубьев и дополнительные генераторы ультразвуковых колебаний.



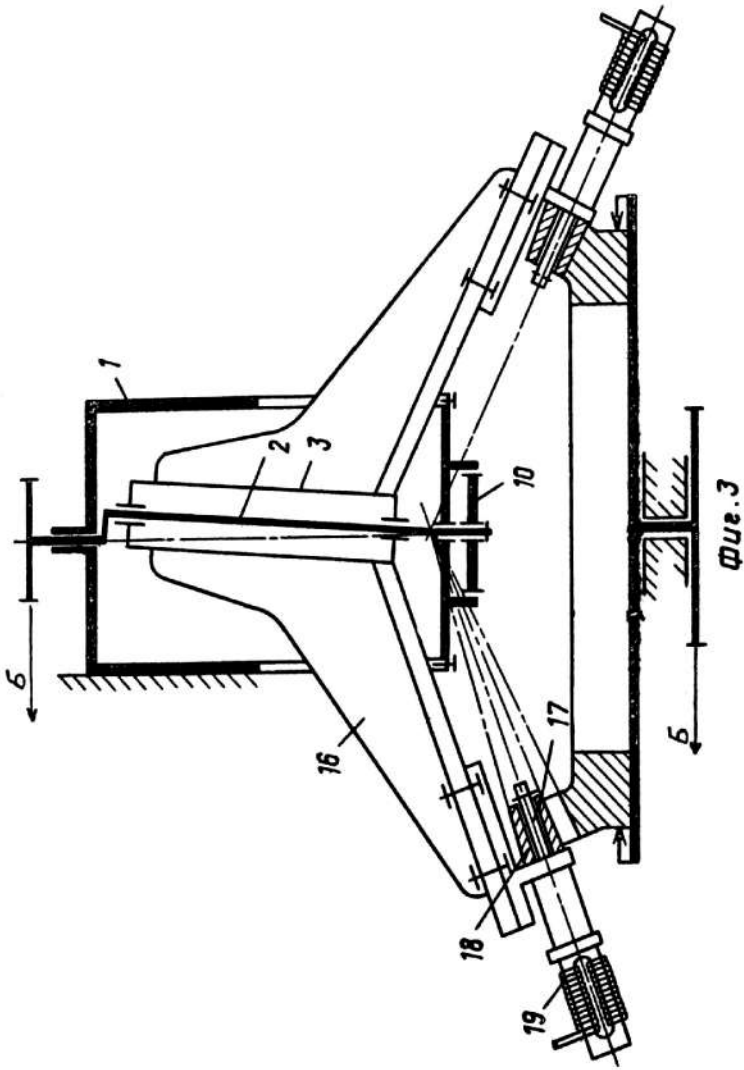
Фиг. 1

Вид А



Фиг. 2

1758941





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2704**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**



**CHIȘINĂU**



MD 2704 B2 2005.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2704<sup>(13)</sup> B2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 21 H 5/00, 1/06

(12) BREVET DE INVENȚIE

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
<p>(21) Nr. depozit: a 2002 0269 (22) Data depozit: 2002.11.05 (41) Data publicării cererii: 2004.11.30, BOPI nr. 11/2004</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2005.02.28, BOPI nr. 2/2005</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; MAZURU Sergiu, MD; TRIFAN Nicolae, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Dispozitiv de moletare a profilurilor dințate pe semifabricate inelare

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la construcția de mașini, în special la prelucrarea prin deformare plastică a profilurilor dințate pe semifabricate de tip inelar.

Dispozitivul de moletare a profilurilor dințate pe semifabricate inelare include un corp, în care coaxial sunt instalate un arbore de acționare și roți dințate etalon de angrenare exterioară, cinematic legate cu valțuri de moletare. Corpul este dotat cu un capac, fixat rigid la el, în orificiul central al căruia, în rulmenți este montat sectorul drept al arborelui de acționare cu manivelă, în interiorul corpului, pe capac, concentric sunt fixate cu formarea unui spațiu inelar între ele pentru amplasarea semifabricatului, roțile dințate etalon, totodată, în orificiile de ghidare, executate în capac, în regiunea spațiului inelar, sunt amplasate împingătoarele, care sunt fixate pe căruciorul plasat în exteriorul

2  
corpului. Pe suprafața oblică a arborelui de acționare cu manivelă este plasat un satelit cu două coroane, care execută o mișcare de precesie, o coroană a lui având valțurile de moletare fixate pe ea angrenează cu roțile dințate etalon, iar a doua coroană, dinții căreia sunt executați în forma de role conice, angrenează cu roata dințată centrală, care este legată cu arborele de acționare și coaxial lui este montată în corp cu posibilitatea rotirii. Suprafața laterală a valțurilor de moletare poate fi executată în forma unui hiperboloid de rotație cu o pânză.

Revendicări: 2

Figuri: 3

MD 2704 B2 2005.02.28

## MD 2704 B2 2005.02.28

3

### Descriere:

Invenția se referă la construcția de mașini, în special la prelucrarea prin deformare plastică a profilurilor dințate pe semifabricate de tip inelar.

5 Este cunoscut dispozitivul de moletare a profilurilor dințate pe semifabricate inelare, care include un corp, colivii amplasate în el cu elemente de moletare și un mecanism de avans radial, o sculă pentru lărgire cu un mecanism de avans axial și un reazem pentru semifabricat [1].

Dezavantajul acestui dispozitiv constă în aceea că deplasarea sculei pentru lărgirea și avansul elementelor de moletare se realizează independent una de alta, ceea ce nu permite obținerea unei productivități înalte, asigurarea unei stabilități tehnologice a procesului și unei calități corespunzătoare a produsului.

10 Mai este cunoscut dispozitivul de moletare a profilurilor dințate interioare care include un corp, în care, coaxial sunt instalate un arbore de acționare și roți dințate etalon de angrenare exterioară, cinematic legate cu valțuri de moletare [2].

Dezavantajul acestui dispozitiv constă în aceea că nu poate fi utilizat pentru alte angrenaje: cilindrice exterioare, conice ș.a.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în mărirea preciziei și extinderea posibilităților tehnologice prin asigurarea contactului multiplu incontinuu în angrenaj și obținerea dinților atât cu o curbură diferită a profilului, cât și cu modificarea longitudinală a dinților.

20 Dispozitivul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include un corp în care sunt instalate coaxial un arbore de acționare și roți dințate etalon de angrenare exterioară, legate cinematic cu valțuri de moletare. Corpul este dotat cu un capac fixat rigid la el, în orificiul central al căruia, în rulmenți, este montat sectorul drept al arborelui de acționare cu manivelă, în interiorul corpului, pe capac, sunt fixate concentric, cu formarea unui spațiu inelar între ele pentru amplasarea semifabricatului, roțile dințate etalon. În orificiile de ghidare executate în capac, în regiunea spațiului inelar, sunt amplasate împingătoare fixate pe căruciorul plasat în exteriorul corpului. Pe suprafața oblică a arborelui de acționare cu manivelă este plasat un satelit cu două coroane, care execută o mișcare de precesie, una din coroanele căruia, având valțurile de moletare fixate pe ea, angrenează cu roțile dințate etalon, iar a doua coroană, dinții căreia sunt executați în forma de role conice, angrenează cu roata dințată centrală, care este legată cu arborele de acționare și coaxial lui este montată în corp cu posibilitatea rotirii.

Suprafața laterală a valțurilor de moletare este executată în forma unui hiperboloid de rotație cu o pânză.

Rezultatul constă în majorarea preciziei de prelucrare a angrenajului, extinderea posibilităților tehnologice a procesului de prelucrare, posibilitatea obținerii profilului cu modificare longitudinală.

35 Invenția se explică prin desenele din fig. 1...3, care reprezintă:

- fig. 1, schema dispozitivului de moletare a profilurilor dințate;
- fig. 2, schema prelucrării la faza inițială;
- fig. 3, schema prelucrării la faza finală.

40 Dispozitivul include valțuri de moletare 1, care sunt legate cinematic cu roțile dințate etalon 2 și 3 care sunt fixate rigid de capacul 4. Satelitul 5 are două coroane dințate, prima având valțuri de moletare 1, iar a doua coroană având dinți în formă de role conice 6. Satelitul 5 este montat pe sectorul înclinat al arborelui de acționare 7.

45 Arborele de acționare 7 este amplasat în rulmenții 8 și 9. Satelitul 5 cu coroanele dințate angrenează concomitent cu dinții roților dințate etalon 2 și 3 dintr-o parte, iar din cealaltă parte - cu roata centrală 10. Ultima este fixată rigid pe arborele condus 11 plasat în rulmenți. Roata centrală 10 se rotește cu un raport de transmisie:

$$i = - \frac{Z_1 Z_6}{Z_2 Z_6 - Z_1 Z_{11}}$$

unde:  $Z_1$  și  $Z_6$  este numărul valțurilor de moletare și numărul de role 6 ale satelitului 5,

50  $Z_2$  și  $Z_{11}$  - numărul de dinți ai roților dințate etalon 2 și 3, și roții centrale 10. Axele valțurilor de moletare 1 și roților 6 se intersectează în punctul 0, numit centru de precesie. Generatoarele profilului angrenajului roților dințate etalon 2 și 3 și ale roții centrale 10 se intersectează de asemenea în centrul de precesie. Capacul 4, arborele de acționare 7 și cel condus 11 se montează în corpul 12 prin intermediul rulmenților. În capacul 4 sunt fixate roțile dințate etalon 2 și 3, între care se instalează semifabricatul 14, căruia i se comunică un avans, prin intermediul împingătoarelor 13, de către căruciorul 16. Corpul 12 este fixat pe masa 15.

## MD 2704 B2 2005.02.28

4

### (57) Revendicări:

5 1. Dispozitiv de moletare a profilurilor dințate pe semifabricatele inelare, care include un  
corp, în care coaxial sunt instalate un arbore de acționare și roți dințate etalon de angrenare exterioară,  
cinematic legate cu valțuri de moletare, **caracterizat prin aceea că** corpul este dotat cu un capac,  
fixat rigid la el, în orificiul central al căruia, în rulmenți este montat sectorul drept al arborelui de  
10 acționare cu manivelă, în interiorul corpului, pe capac concentric sunt fixate cu formarea unui spațiu  
inelar între ele pentru amplasarea semifabricatului, roțile dințate etalon, totodată, în orificiile de  
ghidare, executate în capac, în regiunea spațiului inelar, sunt amplasate împingătoarele, care sunt  
fixate pe căruciorul plasat în exteriorul corpului, totodată, pe suprafața oblică a arborelui de acționare  
15 cu manivelă este plasat un satelit cu două coroane, care execută o mișcare de precesie, o coroană a lui,  
având valțurile de moletare fixate pe ea, angrenează cu roțile dințate etalon, iar a doua coroană, dinții  
căreia sunt executați în forma de role conice, angrenează cu roata dințată centrală, care este legată cu  
arborele de acționare și coaxial lui este montată în corp cu posibilitatea rotirii.

20 2. Dispozitiv de moletare a profilurilor dințate pe semifabricatele inelare, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** suprafața laterală a valțurilor de moletare este executată în forma unui hiperboloid de rotație cu o pânză.

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU 812365 A 1978.12.30
2. SU 1447505 A1 1988.12.30

Șef Secție: NEKLIUDOVA Natalia

Examinator: SĂU Tatiana

Redactor: UNGUREANU Mihail





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3561**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET. CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**



**CHIȘINĂU**



MD 3561 G2 2008.04.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3561 (13) G2  
(51) Int. Cl.: B21D 43/00 (2006.01)

B30B 15/30 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2005 0064 (22) Data depozit: 2005.03.04 (41) Data publicării cererii: 2006.09.30, BOPI nr. 9/2006	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.04.30, BOPI nr. 4/2008
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	
(72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; TRIFAN Nicolae, MD	
(73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Procedeu de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor (variante) și dispozitiv pentru realizarea lui

(57) Rezumat:

1

Invenția se referă la industria constructoare de mașini, în special, la durificarea suprafeței pieselor de prelucrat prin deformare plastică.

Procedeul de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor, conform primei variante, se efectuează cu câteva role conice de deformare plastică, amplasate pe circumferință, cărora li se comunică mișcare de precesie în jurul centrului de precesie. Durificarea suprafeței dinților se efectuează prin intermediul microdeplasărilor alternative de translație, generate de un generator de frecvență înaltă cu unde ultrasonore. Noutatea constă în aceea că deformarea plastică a dinților roții conice are loc sub acțiunea simultană a ultrasunetelor și a curenților de intensitate înaltă, generați de un inductor de curent electric.

În procedeul de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor, conform variantei a doua, durificarea suprafeței dinților se efectuează în faza finală de moletare prin intermediul microdeplasărilor axiale ale semifabricatului roții conice.

Dispozitivul pentru moletarea dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor include un arbore

2

cu manivelă (2), montat vertical pe un batiu (1), deasupra mecanismului rotirii roții și coaxial cu axa lui, console (4) fixate rigid de un corp (3) instalat liber pe manivela arborelui (2), și un ansamblu al microdeplasărilor de deformare plastică, care include un generator de unde ultrasonore (14). Pe console (4) sunt fixate role conice de moletare (5), instalate pe osii (6). Noutatea constă în aceea că ansamblul microdeplasărilor de deformare plastică include suplimentar un rulment axial (11), amplasat între masa turnantă (9) și concentratorul de unde (12) al generatorului de unde ultrasonore (14), și este amplasat în interiorul mesei turnante (9), pe care este fixat semifabricatul (7) roții conice. Generatorul de unde ultrasonore (14) este legat cinematic cu un sistem de acționare (15).

În interiorul și exteriorul semifabricatului (7) roții conice, în zonele apropiate de regiunea de deformare plastică pot fi amplasate inductoare de curent electric de intensitate înaltă.

Revendicări: 4

Figuri: 2

## MD 3561 G2 2008.04.30

3

### Descriere:

Invenția se referă la industria constructoare de mașini, în special, la durificarea suprafeței pieselor de prelucrat prin deformare plastică.

5 Este cunoscută instalația care include un sistem acustic în formă de transformator magnetostrictiv, legat cu concentratorul și emițătorul de ultrasunet, un sistem de deplasare a sistemului acustic în 3 planuri reciproc perpendiculare. Construcția permite lărgirea posibilităților tehnologice ale instalației, însă se complică construcția [1].

10 Este cunoscut procedeul de modificare a parametrilor oscilațiilor mecanice ultrasonore, în care se utilizează efectul electroplastic, bazat pe acțiunea concomitentă a oscilațiilor ultrasonore și a câmpului electric de tensiune înaltă asupra procesului de deformare plastică a metalelor. Invenția permite reglarea parametrilor oscilațiilor ultrasonore și electrice [2].

15 Este cunoscut, de asemenea, procedeul de moletare a dinților roților conice și dispozitivul de realizare a lui. Moletarea se efectuează cu câteva role conice amplasate pe circumferință, cărora li se comunică mișcare alternativă de translație, generală de un generator cu unde ultrasonore de înaltă frecvență. Dispozitivul de realizare a procedurii constă dint-o carcasă, o osic, o rolă conică dințată de moletare a dinților, un ansamblu de deplasare longitudinală alternativă de translație și un ansamblu al deplasării oscilante. În soluția tehnică cunoscută masa mecanismului de moletare a dinților este ridicată, ceea ce conduce la apariția forțelor de inerție și la reducerea preciziei de prelucrare [3].

20 Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este simplificarea constructivă, ridicarea rigidității și creșterea preciziei de prelucrare.

25 Problema pusă se rezolvă prin aceea că procedeul de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor, conform primei variante, se efectuează cu câteva role conice de deformare plastică, amplasate pe circumferință, cărora li se comunică mișcare de precesie în jurul centrului de precesie. Durificarea suprafeței dinților se efectuează prin intermediul microdeplasărilor alternative de translație, generate de un generator de frecvență înaltă cu unde ultrasonore. Noutatea constă în aceea că deformarea plastică a dinților roții conice are loc sub acțiunea simultană a ultrasunetelor și a curenților de intensitate înaltă, generați de un inductor de curent electric.

30 În procedeul de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor, conform variantei a doua, durificarea suprafeței dinților se efectuează în faza finală de moletare prin intermediul microdeplasărilor axiale ale semifabricatului roții conice.

35 Dispozitivul pentru moletarea dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor include un arbore cu manivelă, montat vertical pe un batiu, deasupra mecanismului rotirii roții și coaxial cu axa lui, console fixate rigid de un corp instalat liber pe manivela arborelui, și un ansamblu al microdeplasărilor de deformare plastică, care include un generator de unde ultrasonore. Pe console sunt fixate role conice de moletare, instalate pe osii. Noutatea constă în aceea că ansamblul microdeplasărilor de deformare plastică include suplimentar un rulment axial, amplasat între masa turnantă și concentratorul de unde al generatorului de unde ultrasonore, și este amplasat în interiorul mesei turnante, pe care este fixat semifabricatul roții conice. Generatorul de unde ultrasonore este legat cinematic cu un sistem de acționare.

40 În interiorul și exteriorul semifabricatului roții conice, în zonele apropiate de regiunea de deformare plastică pot fi amplasate inductoare de curent electric de intensitate înaltă.

45 Deformarea plastică a dinților roții conice sub acțiunea simultană a curenților de intensitate înaltă și a ultrasunetului asigură forțe de deformare mult mai mici și proprietăți mecanice îmbunătățite ale materialului.

Dispozitivul pentru moletarea dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor asigură ridicarea productivității muncii în urma automatizării procesului, îmbunătățirea calității suprafeței dinților din contul micșorării rugozității, micșorarea coeficientului de frecare și mărirea durtății în urma oscilației ultrasonice a semifabricatului.

50 Excluderea camei din mecanismul de antrenare a roțelor în microdeplasări axiale de moletare ridică, de asemenea, rigiditatea dispozitivului.

Reducerea inerției mecanismului de moletare a dinților este bazată pe amplasarea concentratorului de unde ultrasonore în masa dispozitivului.

Invenția se explică prin figurile 1...2, care reprezintă:

55 - fig. 1 – schema dispozitivului de realizare a procedurii de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor;

- fig. 2 – schema dispozitivului de realizare a procedurii de moletare a dinților roților conice cu unde ultrasonice și curenți de intensitate înaltă.

Procedeul, conform primei variante, se realizează în modul următor.

## MD 3561 G2 2008.04.30

4

Deformarea plastică a dinților roții conice are loc sub acțiunea simultană a ultrasunetelor și a curenților de intensitate înaltă, generați de un inductor de curent electric.

Procedeeul, conform variantei a doua, se realizează în modul următor.

5 Durificarea suprafeței dinților se efectuează în faza finală de moletare prin intermediul microdeplasărilor axiale ale semifabricatului roții conice.

10 Dispozitivul pentru moletarea dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor (fig. 1) include un batiu imobil 1, pe care este instalat axial pe arbore cu manivelă 2 un corp 3, pe care sunt fixate rigid console 4. Pe console 4 sunt fixate role conice de moletare 5, instalate pe osii 6, ce moletează dinții pe semifabricatul 7 legat rigid prin intermediul bridelor 8 cu masa turnantă 9 ce este amplasată coaxial cu un corp 10 cu posibilitatea de a se roti în jurul axei sale. În masă 9 este instalat un rulment axial 11 pentru a transmite oscilațiile de la concentratorul de unde 12. Traductorul 13 este antrenat într-o mișcare vibratorie cu frecvență ultrasonică de la generatorul de unde ultrasonore 14. Sistemul de acționare 15 aduce în contact concentratorul de unde 12 cu rulmentul 11.

15 Dispozitivul pentru moletarea dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor (fig. 2) include suplimentar inductori de curent electric de intensitate înaltă 16 și 17, amplasați în zona de deformare plastică a dinților în exteriorul roții și, respectiv, în interiorul ei.

Dispozitivul pentru moletarea dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor funcționează în modul următor.

20 Mișcarea de rotație se transmite de la lanțul cinematic al mașinii-unelte arborelui cu manivelă 2, prin intermediul căruia se transformă în mișcare sfero-spațială a consolelor 4 cu role conice de moletare 5. Trebuie de menționat că rolele conice de moletare 5 efectuează mișcare sfero-spațială de precesie similară satelitului din transmisia planetară precesională și formează dinți pe semifabricat 7. La o turație a arborelui cu manivelă 2, semifabricatul 7 se rotește la un dinte. Participarea la rulare a mai multor role-scule sporește productivitatea procesului de moletare a dinților. Generatorul de unde ultrasonore 14 se conectează la etapa de finisare a procesului de deformare plastică pentru netezirea și durificarea suprafeței dinților, în urma căreia sistemul de acționare 15 aduce în contact concentratorul de unde 12 cu rulmentul 11.

30 Formarea dinților roții conice se efectuează prin deformare plastică sub acțiunea concomitentă a oscilațiilor ultrasonore, generate de generatorul de unde ultrasonore 14, și a curenților de intensitate înaltă, generați de inductorii 16 și 17.

Procedeele propuse permit creșterea preciziei de prelucrare, realizarea durificării suprafeței dinților și reducerea forțelor necesare pentru deformarea dinților. Dispozitivele elaborate asigură simplitate constructivă și rigiditate.

35

**(57) Revendicări:**

40 1. Procedeu de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor, în care moletarea se efectuează cu câteva role conice de deformare plastică, amplasate pe circumferință, cărora li se comunică mișcare de precesie în jurul centrului de precesie, iar durificarea suprafeței dinților se efectuează prin intermediul microdeplasărilor alternative de translație, generate de un generator de frecvență înaltă cu unde ultrasonore, **caracterizat prin aceea că** deformarea plastică a dinților roții conice are loc sub acțiunea simultană a ultrasunetelor și a curenților de intensitate înaltă, generați de un inductor de curent electric.

45 2. Procedeu de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor, în care moletarea se efectuează cu câteva role conice de deformare plastică, amplasate pe circumferință, cărora li se comunică mișcare de precesie în jurul centrului de precesie, iar durificarea suprafeței dinților se efectuează prin intermediul microdeplasărilor alternative de translație, generate de un generator de frecvență înaltă cu unde ultrasonore, **că caracterizat prin aceea că** durificarea suprafeței dinților se efectuează în faza finală de moletare prin intermediul microdeplasărilor axiale ale semifabricatului roții conice.

50

## MD 3561 G2 2008.04.30

5

3. Dispozitiv pentru moletarea dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor, care include un arbore cu manivelă, montat vertical pe un batiu, deasupra mecanismului rotirii roții și coaxial cu axa lui, console fixate rigid de un corp instalat liber pe manivela arborelui, pe console sunt fixate role conice de moletare, instalate pe osii, și un ansamblu al microdeplasărilor de deformare plastică, care include un generator de unde ultrasonore, **caracterizat prin aceea că** ansamblul microdeplasărilor de deformare plastică include suplimentar un rulment axial, amplasat între masa turnantă și concentratorul de unde al generatorului de unde ultrasonore, și este amplasat în interiorul mesei turnante, pe care este fixat semifabricatul roții conice, iar generatorul de unde ultrasonore este legat cinematic cu un sistem de acționare.

10

4. Dispozitiv, conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că** în interiorul și exteriorul semifabricatului roții conice, în zonele apropiate de regiunea de deformare plastică sunt amplasate inductoare de curent electric de intensitate înaltă.

15

### (56) Referințe bibliografice:

1. RU 98100977 A 1999.10.10
2. DE 10055604 A1 2002.05.23
3. MD 549 C2 1996.05.31

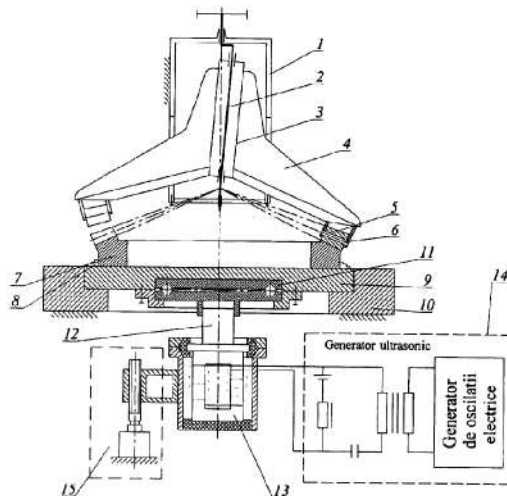


Fig. 1

MD 3561 C2 2008.04.30

6

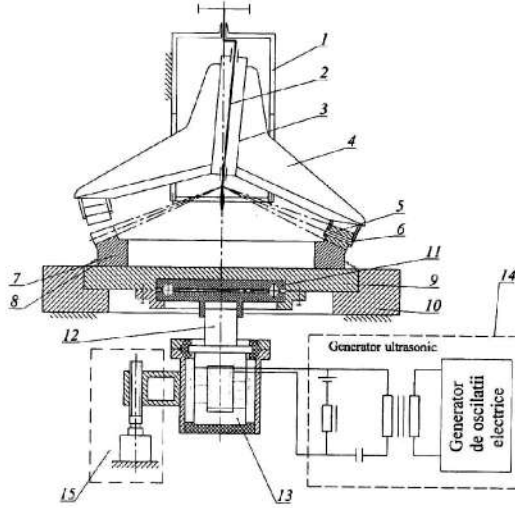


Fig. 1

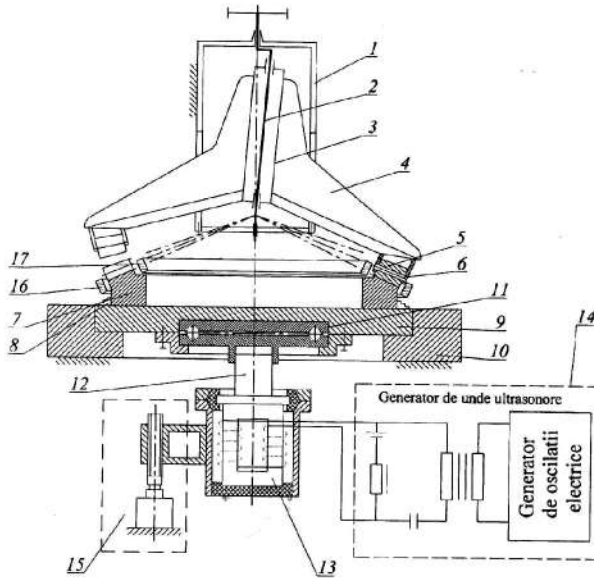


Fig. 2



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2791**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELLECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2791 C2 2005.06.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2791 (13) C2  
(51) Int. CL.<sup>7</sup>: B 21 H 5/04, 1/06;  
B 21 D 53/28

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2003 0219 (22) Data depozit: 2003.09.10 (41) Data publicării cererii: 2005.04.30, BOPI nr. 4/2005	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2005.06.30, BOPI nr. 6/2005
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; TRIFAN Nicolae, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Dispozitiv de deformare plastică a roților dințate

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la construcția de mașini, în special la prelucrarea roților dințate prin deformare plastică.

Dispozitivul de deformare plastică a roților dințate conține un corp pentru fixarea semifabricatului, un arbore - manivelă cu acționare electrică, amplasat coaxial, pe care este fixat cu posibilitatea rotirii un nod de deformare plastică, ce conține niște

2  
5 role de moletare, instalate pe osii, numărul cărora este cu o unitate mai mic decât numărul profilurilor dințate, totodată arborele - manivelă este unit cinematic cu un ax, fixat într-o consolă, instalată pe corp.

10  
Revendicări: 1  
Figuri: 3

MD 2791 C2 2005.06.30



## MD 2791 C2 2005.06.30

3

### Descriere:

Invenția se referă la construcția de mașini, în special la prelucrarea roților dințate prin deformare.

Este cunoscut un dispozitiv pentru moletarea profilurilor dințate interioare, care conține un corp pentru fixarea semifabricatului, pe care se moletează profilurile dinților, un arbore conducător amplasat coaxial, pe care se instalează nodul de deformare plastică cu posibilitatea rotirii, niște role de moletare cu axele de rotație paralele cu axa de rotație a arborelui conducător și niște roți dințate etalon cu angrenaj exterior legate cinematic cu rolele de moletare [1].

Dezavantajul dispozitivului cunoscut constă în aceea că nu poate fi utilizat pentru alte angrenaje (cilindrice exterioare, conice ș.a.), are o construcție relativ complicată.

De asemenea, este cunoscut un dispozitiv de deformare plastică a roților dințate, care constă dintr-un corp pentru fixarea semifabricatului supus moletării profilurilor dințate, un arbore-manivelă cu acționare electrică, amplasat coaxial, pe care este fixat cu posibilitatea rotirii un nod de deformare plastică, ce conține niște role de moletare, instalate pe osii [2].

Dezavantajul dispozitivului cunoscut este construcția complicată și fiabilitatea redusă.

Problema pe care o soluționează invenția propusă este simplificarea construcției și majorarea fiabilității ei.

Problema se soluționează prin aceea că dispozitivul de deformare plastică a roților dințate conține un corp pentru fixarea semifabricatului, un arbore-manivelă cu acționare electrică, amplasat coaxial, pe care este fixat cu posibilitatea rotirii un nod de deformare plastică, care conține niște role de moletare, instalate pe osii, numărul cărora este cu o unitate mai mic decât numărul profilurilor dințate, totodată arborele-manivelă este unit cinematic cu un ax, fixat într-o consolă, instalată pe corp.

În cazul în care sensul de rotație al nodului de deformare plastică coincide cu sensul de rotație al arborelui-manivelă se asigură o calitate mai înaltă a suprafeței prelucrate și forțele de deformare plastică sunt mai mici decât în cazul în care nodul se rotește contra mișcării semifabricatului. Aceasta se explică prin aceea că semifabricatul este împins spre corp, ceea ce duce la o deformare plastică mai silențioasă.

Executarea arborelui-manivelă cu înclinare axială comunică nodului de deformare plastică, care conține role de moletare, mișcare precesională. Aceasta asigură participarea mai multor role de moletare simultan la procesul de deformare plastică, ceea ce duce la majorarea fiabilității dispozitivului.

Executarea nodului de deformare plastică în variantă precesională asigură simplitate constructivă dispozitivului și lărgirea posibilităților tehnologice prin faptul că permite deformarea plastică a profilurilor dințate descrise de curbe diferite (evolventă, în arc de cerc, cicloidal etc.).

Invenția se explică prin desenele din fig. 1, 2 și 3, care reprezintă:

- fig. 1, schema dispozitivului de deformare plastică a roților dințate;

- fig. 2, schema distribuției forței normale sumare între rolele de moletare, care participă simultan la procesul de deformare plastică;

- fig. 3, schema de acțiune a forțelor asupra roților de moletare.

Dispozitivul de moletare plastică a roților dințate (fig. 1) conține motorul electric 1, pe arborele căruia este instalată roata de curea 2, care este legată prin intermediul curelei 3 cu roata de curea 4, ultima fiind instalată pe arborele-manivelă 5. Pe arborele-manivelă 5 este fixat nodul de deformare plastică 6 prin intermediul rulmentului 7 și conține rolele de moletare 8, instalate pe osiile 9. Prin intermediul piuliței 10 și a șabei 11 este fixat nodul de deformare plastică pe arborele-manivelă 5. În consola 12 este înșurubat arborele 13, care are la capăt un sector de secțiune pătrată 14, iar pe el sunt înșurubate piulițele 15. Între capetele arborilor 5 și 13 sunt amplasate corpurile de rulare 16. De asemenea pe corpul 17 este instalat semifabricatul 18. Numărul roților de moletare este cu o unitate mai mic decât numărul de profiluri dințate.

Dispozitivul de deformare plastică a roților dințate funcționează în felul următor. Mișcarea de rotație este transmisă de la motorul electric 1 prin intermediul curelei 3 arborelui-manivelă 5, care, datorită sectorului înclinat, comunică nodului de deformare plastică 6 o mișcare precesională. Avansul axial al nodului de deformare plastică se efectuează de arborele 13, care la înșurubare deplasează prin intermediul corpurilor de rulare 16 arborele-manivelă 5 și, respectiv, nodul de deformare plastică 6 spre suprafața roții de moletare.

Tabloul deformării plastice cu mai multe role de moletare și forțele ( $F_{n1}...F_{ni}$ ) generate de ele într-un ciclu de deformare plastică (de precesie) a nodului de deformare plastică se prezintă în fig. 2.

În vederea dimensionării subsansamblurilor mașinilor-unelte, utilizate la executarea prin deformare plastică a danturii roților dințate, este necesară cunoașterea următorilor parametri de forță: presiunea specifică, forța de deformare plastică (momentul de torsiune care generează această forță).

Parametrii geometrici principali, ce caracterizează procesul de deformare plastică, sunt: diametrul rolei de moletare  $d_r$ ; brațul  $H$ , care reprezintă distanța de la centrul rolei de moletare până la punctul de contact cu semifabricatul;  $\beta$  - unghiul dintre poziția verticală a razei rolei de moletare și direcția forței

## MD 2791 C2 2005.06.30

4

normale  $F_n$ , aplicată în punctul de contact al rolei de moletare cu dintele semifabricatului;  $(\beta + \varphi_f)$  – unghiul dintre forța normală  $F_n$  și rezultanta forțelor  $R_m$  cu considerarea unghiului de frecare  $\varphi_f$ .

5 Forțele de deformare plastică ce acționează asupra semifabricatului, când procesul de deformare plastică este deja stabilizat, și direcțiile avansurilor nodului de deformare plastică  $S$  și a roții de moletare  $S_r$  sunt prezentate în fig. 3.

Asupra rotelor de moletare acționează forța normală  $F_n$  și forța tangențială de frecare  $F_f$ , iar  $R_m$  este rezultanta lor. Forța normală, fiind de fapt însumarea forțelor elementare raportate la o unitate de suprafață a zonei de deformare plastică, se obține din relația:

$$F_n = AP_m, \quad (1)$$

10 unde:  $A$  este suprafața de contact în zona de deformare plastică;

$P_m$  – presiunea specifică medie în zona de deformare plastică.

Momentul de torsiune necesar pentru acționarea nodului de deformare plastică se determină din relația:

$$T = R_m H, \quad (2)$$

15  $R_m = \sum F_n / \cos(\beta + \varphi_f)$ , iar  $\sum F_n = F_{n1} + F_{n2} \dots F_{nn}$ ,

unde:  $R_m$  este rezultanta forțelor normală  $F_n$  și tangențială  $F_f$  de frecare;

$H$  – brațul de acțiune al rezultantei (distanța dintre linia de acțiune a rezultantei forțelor și centrul rolei);

$\beta$  – unghiul dintre raza rolei de moletare în poziție verticală și forța normală  $F_n$ ;

20  $(\beta + \varphi_f)$  – unghiul dintre forța normală  $F_n$  și rezultanta forțelor  $R_m$ ;

$\varphi_f$  – unghiul de frecare.

Astfel asupra unei role de moletare va acționa o forță normală  $F_n$ , care reprezintă cca 20...25% din forța normală sumară  $F_n$ . Aceasta va permite majorarea fiabilității dispozitivului în general.

25 Participarea simultană a mai multor role de moletare în procesul de deformare plastică a dinților asigură o curgere lentă în trepte a materialului deplasat de mai multe role de moletare, ceea ce îmbunătățește structura metalului la suprafața dinților, calitatea suprafețelor lor și precizia de prelucrare.

30

### (57) Revendicare:

Dispozitiv de deformare plastică a roților dințate care conține corp pentru fixarea semifabricatului supus moletării profilurilor dințate, arbore - manivelă cu acționare electrică, amplasat coaxial, pe care este fixat cu posibilitatea rotirii un nod de deformare plastică, ce conține role de moletare, instalate pe osii, caracterizat prin aceea că numărul rotelor de moletare este cu o unitate mai mic decât numărul profilurilor dințate, totodată arborele - manivelă este unit cinematic cu un ax, fixat într-o consolă, instalată pe corp.

40

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU 1447505 A1 1987.03.16
2. SU 1758941 A1 1996.08.27

MD 2791 C2 2005.06.30

5

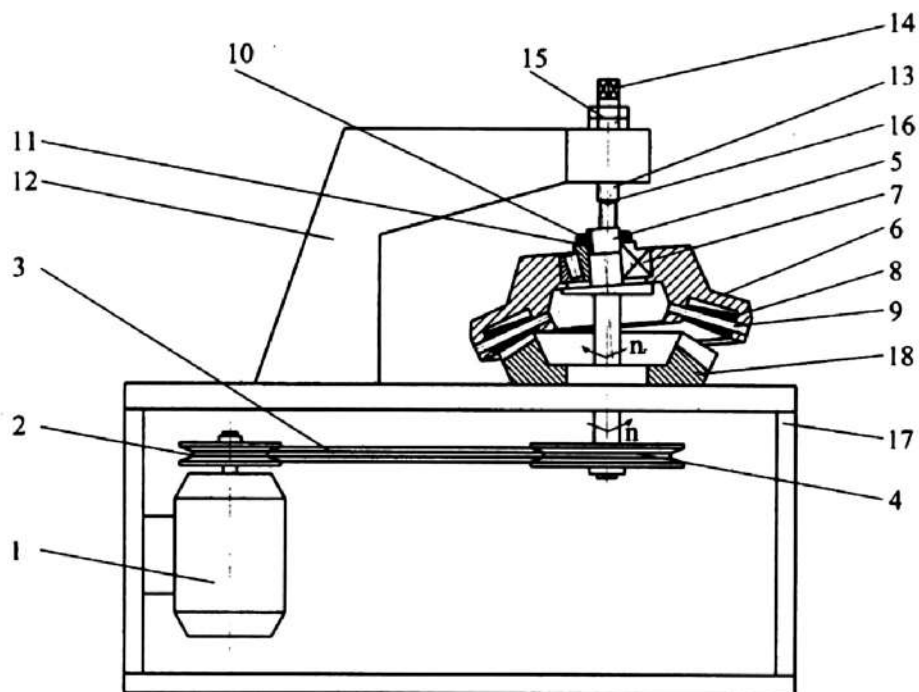


Fig. 1

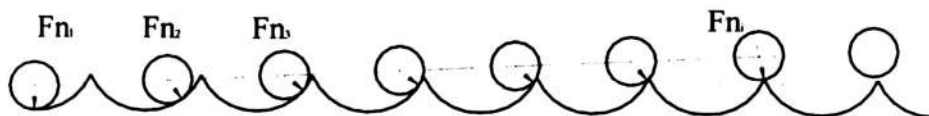


Fig. 2



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2955**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2955 C2 2006.01.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2955 (13) C2

(51) Int. Cl.: B23K 20/12 (2006.01)

B29C 65/06 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0218 (22) Data depozit: 2005.08.01</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.01.31, BOP1 nr. 1/2006</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; BOTEZ Ilie, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Procedeu și dispozitiv de sudare prin fricțiune

(57) Rezumat:

Invenția se referă la procedeu și instalație de sudare prin fricțiune și poate fi utilizată în diferite ramuri ale industriei constructoare de mașini pentru sudarea pieselor de dimensiuni mici de formă cilindrică.

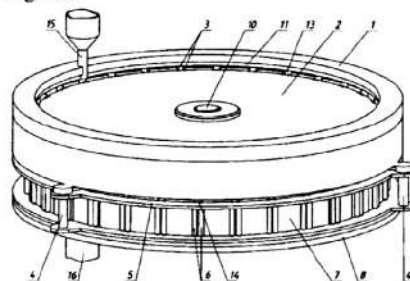
Procedeu de sudare prin fricțiune se bazează pe utilizarea mai multor piese pentru sudarea simultană, în care piesele se apasă una în alta și se pun în mișcare. Piesele de sudat cilindrice amplasate una deasupra alteia sunt puse în mișcare de rotație în jurul axei sale în direcții opuse de același mecanism de acționare și sunt apăstate una în alta cu o creștere în progresie a presiunii axiale.

Dispozitivul de sudare prin fricțiune include o carcasă cilindrică 1, două elemente de fixare a pieselor de sudat și un mecanism de acționare 9. Elementele cilindrice de fixare ale pieselor de sudat sunt executate în formă de două tambure amplasate concentric una deasupra alteia. Tamburul superior 2, care este format din discul superior și cel inferior, între care, pe circumferință, în perechi sunt fixate role de ghidare și de acționare 3, este fixat rigid pe arborele condus 10 al mecanismului de acționare 9 și plasat liber în carcasă 1. Între peretele interior al carcasei 1 și rolele de ghidare și de acționare 3 a tamburului superior 2 sunt amplasate piesele de sudat superioare 13, capătul superior al cărora contactează cu partea inferioară executată profilată a camei inelare 11 fixată rigid în carcasă 1. Tamburul inferior 5, care este format din două inele, între care sunt fixate pe circumferință, în perechi, role de ghidare și de acționare 6, este montat liber pe partea cilindrică a plăcii de sprijin 8, în care este fixat

mecanismul de acționare 9. Între suprafața laterală a părții cilindrice a plăcii de sprijin 8 și rolele de ghidare și de acționare 6 ale tamburului inferior 5 sunt amplasate piesele de sudat inferioare 14, capătul de sus al cărora contactează cu capătul de jos al pieselor de sudat superioare 13, iar discul inferior al tamburului superior 2 este fixat prin bolțuri de antrenare 4 la inelele tamburului inferior 5. Dispozitivul este dotat suplimentar cu un buncăr 10 pentru avansarea pieselor de sudat 15, fixat pe carcasă 1 în zona fazei de repaus inferioare a profilului camei 11 și cu un buncăr pentru colectarea pieselor prelucrate 16, fixat în placa de sprijin 8, în zona fazei de repaus superioare a profilului camei 11.

Revendicări: 2

Figuri: 5



## MD 2955 C2 2006.01.31

3

**Descriere:**

Invenția se referă la procedeu și instalație de sudare prin fricțiune și poate fi utilizată în diverse ramuri ale industriei constructoare de mașini, pentru sudarea pieselor de dimensiuni mici de formă cilindrică.

5 Este cunoscut procedeu și dispozitivul de sudare prin fricțiune cu un disc rotitor. Sudarea prin fricțiune a pieselor de sudat de tip tablă este realizată prin intermediul unui disc rotitor și a unui cursor, care este amplasat progresiv în direcția sudării, astfel că cursorul este dislocat după discul rotitor pe suprafețele pieselor de sudat. Materialul îmbinării este încălzit de discul rotitor, până la starea plastică sub acțiunea forțelor de frecare, este transferat în zona de după disc, unde este presat. Materialul de adaos este introdus forțat în partea din față a zonei de sudare, este forțat la început de generatoarele suprafeței discului rotativ și cu ajutorul unei camere localizate în partea din față a cursorului, este acumulat în stare plastică. În zona din spatele discului rotitor, materialul îmbinării este format cu rezistență sub acțiunea presării [1].

Dezavantajul procedurii și instalației este productivitatea relativ redusă.

15 Mai este cunoscut procedeu de sudare prin fricțiune, care se bazează pe utilizarea mai multor piese pentru sudarea simultană, în care acestea se apasă una în alta și se pun în mișcare [2].

Dezavantajul procedurii constă într-o calitate redusă ca urmare a orientării reciproce imprecise a pieselor de sudat.

20 De asemenea este cunoscut dispozitivul de sudare prin fricțiune, care include o carcasă cilindrică, două elemente de fixare a pieselor de sudat și un mecanism de acționare [3].

Dezavantajul acestui dispozitiv constă în construcția complicată (include mai multe mecanisme de acționare) și productivitate redusă (simultan se realizează sudura doar a unei perechi de piese).

Problema pe care o rezolvă invenția este mărirea productivității și simplificarea construcției.

25 Procedul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că se bazează pe utilizarea mai multor piese pentru sudarea simultană, în care piesele se apasă una în alta și se pun în mișcare. Piesele de sudat cilindrice amplasate una deasupra alteia sunt puse în mișcare de rotație în jurul axei sale în sensuri opuse de același mecanism de acționare și sunt apășate una în alta cu o creștere în progresie a presiunii axiale.

30 Dispozitivul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include o carcasă cilindrică, două elemente de fixare a pieselor de sudat și un mecanism de acționare. Noutatea constă în aceea că elementele cilindrice de fixare ale pieselor de sudat sunt executate în formă de două tambure amplasate concentric una deasupra alteia. Tamburul superior, care este format din discul superior și cel inferior, între care, pe circumferință, în perechi sunt fixate role de ghidare și de acționare, este fixat rigid pe arborele condus al mecanismului de acționare și plasat liber în carcasă. Între peretele interior al carcasei și rolele de ghidare și de acționare a tamburului superior sunt amplasate piesele de sudat superioare, capătul superior al cărora contactează cu partea inferioară executată profilată a camei inelare fixată rigid în carcasă. Tamburul inferior, care este format din două inele, între care sunt fixate pe circumferință, în perechi, role de ghidare și de acționare, este montat liber pe partea cilindrică a plăcii de sprijin, în care este fixat mecanismul de acționare. Între suprafața laterală a părții cilindrice a plăcii de sprijin și rolele de ghidare și acționare ale tamburului inferior sunt amplasate piesele de sudat inferioare, capătul de sus al cărora contactează cu capătul de jos al pieselor de sudat superioare. Discul inferior al tamburului superior este fixat prin bolțuri de antrenare la inelele tamburului inferior. Dispozitivul este dotat suplimentar cu un buncăr pentru avansarea pieselor de sudat, fixat pe carcasă în zona fazei de repaus inferioare a profilului camei și cu un buncăr pentru colectarea pieselor prelucrate, fixat în placa de sprijin, în zona fazei de repaus superioare a profilului camei.

45 Rezultatul invenției constă în aceea că dispozitivul asigură sudarea pieselor mici de formă cilindrică în flux continuu, ceea ce exclude pierderea timpului de încărcare-descărcare, o uniformitate și densitate a structurii metalului în zona îmbinării și, în consecință, o calitate bună a îmbinării,

50 Invenția se explică prin desenele din fig. 1...5, care reprezintă:

- fig. 1, vederea generală a dispozitivului de sudare prin fricțiune;
- fig. 2, dispozitivul de sudare prin fricțiune în secțiune (variantă tridimensională);
- fig. 3, dispozitivul de sudare prin fricțiune în secțiune (variantă bidimensională);
- fig. 4, desfășurata suprafeței de lucru a camei;
- fig. 5, subsansamblurile de bază ale dispozitivului de sudare prin fricțiune.

55 Dispozitivul de sudare prin fricțiune (fig. 1, 2, 3, 4, 5) include carcasa cilindrică 1, în care este amplasat tamburul superior 2 cu rolele de ghidare și acționare 3. Discul de jos al tamburului superior 2 este legat prin bolțurile de antrenare 4 cu tamburul inferior 5, care include, de asemenea, role de ghidare și acționare 6. Tamburul inferior 5 cu rolele 6 este instalat pe suprafața cilindrică exterioară 7 a plăcii de

## MD 2955 C2 2006.01.31

4

sprjin 8. Pe placa de sprjin 8 este fixat mecanismul de acționare 9, arborele condus 10 al căruia este legat rigid cu tamburul superior 2. În partea de sus a carcasi 1 este instalată fix cama inclară 11, partea profilată 12 a căreia contactează cu capetele de sus ale pieselor de sudat superioare 13 instalate pe rolele de ghidare și acționare 3 ale tamburului superior 2. Capetele de jos ale pieselor de sudat superioare 13 contactează cu capetele de sus ale pieselor de sudat inferioare 14, instalate pe rolele de ghidare și acționare 6 ale tamburului inferior 5. Pe partea frontală a carcasi 1 în zona de repaus inferior a părții profilate 12 a camii 11 este instalat buncărul 15 pentru avansarea pieselor de sudat, iar în partea de jos a plăcii de sprjin 8 este executat buncărul 16 pentru colectarea pieselor prelucrate.

Procedeul se realizează în modul următor: la rotirea tamburului superior 2 și inferior 5 în același sens de la mecanismul de acționare 9, piesele de sudat superioare 13 și inferioare 14, contactând prin rolele de ghidare și acționare 3 și, respectiv, 6 cu suprafața interioară a carcasi 1 și, respectiv, cu suprafața cilindrică exterioară 7 a plăcii de sprjin 8, se vor roti în sensuri opuse. Deplasarea axială a unei piese de sudat și presarea lor axială cu o forță, care crește progresiv, este realizată de suprafața profilată 12 a camii 11 la rotirea tamburului superior 2.

Dispozitivul de sudare prin fricțiune funcționează în modul următor: se pornește mecanismul de acționare 9, care va roti tamburele superior 2 și, respectiv, inferior 5. Simultan piesele de sudat din buncărul 15 se vor plasa în locașurile formate pe de o parte de rolele de ghidare și acționare 3 ale tamburului superior 2 și suprafața cilindrică interioară a carcasi 1, pe de altă parte – de rolele de ghidare și acționare 6 ale tamburului inferior 5 și suprafața cilindrică exterioară 7 a plăcii de sprjin 8. După alimentarea cu piese de sudat a primului locaș, tamburele superior 2 și inferior 5 se rotesc, aducând în fața buncărului 15 o altă pereche de goluri. Procesul se repetă. Prima pereche de piese de sudat superioare 13 și inferioare 14 se vor roti în jurul axelor lor în sensuri opuse, deoarece la rotirea în același sens a tamburelor superior 2 și inferior 5, rolele de ghidare și acționare 3 vor contacta cu suprafața cilindrică a pieselor superioare de sudat 13, iar ele, la rândul lor, cu partea cilindrică în zona diametral opusă contactează cu suprafața cilindrică interioară a carcasi 1. Rolele de ghidare și acționare 6 vor contacta cu suprafața cilindrică a pieselor de sudat inferioare 14, iar ele, la rândul lor – cu partea cilindrică în zona diametral opusă, contactează cu suprafața cilindrică exterioară 7 a plăcii de sprjin 8. Totodată, axele pieselor de sudare inferioare 13 și superioare 14 se vor roti în raport cu axa tamburelor 2 și 5, astfel încât capetele de sus ale pieselor de sudare superioare 13 vor începe să contacteze cu sectorul fazei de ridicare preliminară *AB* a suprafeței profilate 12 a camii 11, realizându-se astfel apăsarea pieselor de sudat superioare 13 pe piesele de sudat inferioare 14. La rotirea tamburelor 2 și 5 în continuare, deplasarea pieselor de sudat superioare 13 crește, mărindu-se progresiv și forța de apăsare. Valoarea maximă a forței de apăsare se atinge pe segmentul *BC* (fig. 4), când are loc eliminarea tuturor impurităților și a surplusului topit de material. În această zonă metalul atinge starea de plastificare, realizându-se îmbinarea pieselor 13 și 14. În faza imediat următoare (segmentul *CO*) are loc ieșirea de sub acțiunea forței de apăsare a pieselor de sudat 13 și 14, care formează o singură piesă sudată și care, fiind mânăată în continuare de rotirea tamburelor 2 și 5, va cădea în buncărul 16. În locul perechii căzute în buncărul 16, o altă pereche de piese de sudat va fi plasată din buncărul 15 în locașurile tamburelor 2 și 5 și procesul se va repeta.

Productivitatea dispozitivului de sudare prin fricțiune poate fi calculată prin relația:

$$Q = 60 \cdot Z \cdot n_{\text{tambur}} (\text{piese/h}),$$

unde *Z* este numărul de locașuri pentru piesele de sudare 13 și 14 (numărul de piese 13 și 14 aflate simultan în diferite faze de sudare);

*n* – numărul de rotații al arborelui condus 10 al mecanismului de acționare 9 (ale tamburelor superior 2 și inferior 5,  $\text{min}^{-1}$ );

60 - coeficientul de trecere de la minute la ore.

De exemplu, pentru o instalație cu 12 locașuri, cu turația de  $n_{\text{tambur}} = 10 \text{ min}^{-1}$ , productivitatea va fi:

$$Q = 60 \cdot 12 \cdot 10 = 7200 (\text{piese/h})$$

Astfel, procedeul de sudare și dispozitivul de realizare a metodei de sudare prin fricțiune asigură sudura pieselor cilindrice mici (cu dimensiunile până la 20 mm) cu o productivitate înaltă.

Apăsarea pieselor de sudat cu o forță ce crește progresiv după o legitate bine determinată și rotirea relativ uniformă a pieselor de sudat în jurul axelor sale asigură o uniformitate și densitate a structurii metalului în zona îmbinării și, în consecință, o calitate bună a îmbinării.

55

## MD 2955 C2 2006.01.31

5

### (57) Revendicări:

5 1. Procedeu de sudare prin fricțiune ce se bazează pe utilizarea câtorva piese pentru sudarea simultană, în care piesele se apasă una în alta și se pun în mișcare, **caracterizată prin aceea că** piesele de sudat cilindrice amplasate una deasupra alteia sunt puse în mișcare de rotație în jurul axei sale în direcții opuse de același mecanism de acționare și sunt apăstate una în alta cu o creștere în progresie a presiunii axiale.

10 2. Dispozitiv de sudare prin fricțiune, care include o carcasă cilindrică, două elemente de fixare a pieselor de sudat și un mecanism de acționare, **caracterizat prin aceea că** elementele cilindrice de fixare ale pieselor de sudat sunt executate în formă de două tambure amplasate concentric una deasupra alteia; tamburul superior, care este format din discul superior și cel inferior, între care pe circumferință în perechi sunt fixate role de ghidare și de acționare, este fixat rigid pe arborele condus al mecanismului de acționare și plasat liber în carcasă, totodată între peretele interior al carcasi și rolele de ghidare și de acționare a tamburului superior sunt amplasate piesele de sudat superioare, capătul superior al cărora contactează cu partea inferioară executată profilată a camei inelare fixată rigid în carcasă; tamburul inferior, care este format din două inele, între care sunt fixate pe circumferință, în perechi, role de ghidare și de acționare, este montat liber pe partea cilindrică a plăcii de sprijin, în care este fixat mecanismul de acționare, totodată între suprafața laterală a părții cilindrice a plăcii de sprijin și rolele de ghidare și acționare ale tamburului inferior sunt amplasate piesele de sudat inferioare, capătul de sus al cărora contactează cu capătul de jos al pieselor de sudat superioare, iar discul inferior al tamburului superior este fixat prin bolțuri de antrenare la inelele tamburului inferior; dispozitivul este dotat suplimentar cu un buncăr pentru avansarea pieselor de sudat, fixat pe carcasă în zona fazei de repaus inferioare a profilului camei și cu un buncăr pentru colectarea pieselor prelucrate, fixat în placa de sprijin, în zona fazei de repaus superioare a profilului camei.

25

### (56) Referințe bibliografice:

1. UA 69459 C1 2004.01.31
2. RU 2233743 C2 2004.08.10
3. RU 2043891 C1 1995.09.20



MD 2955 C2 2006.01.31

6

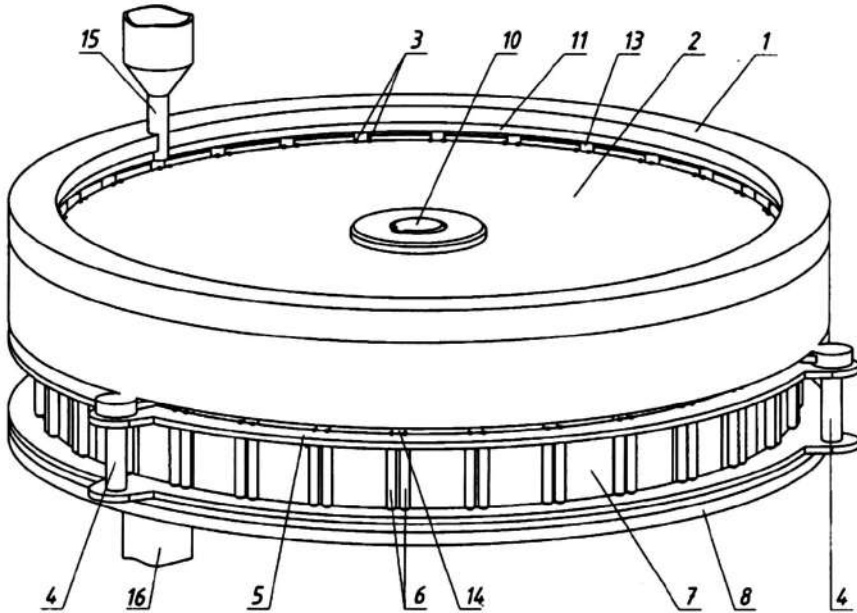


Fig. 1

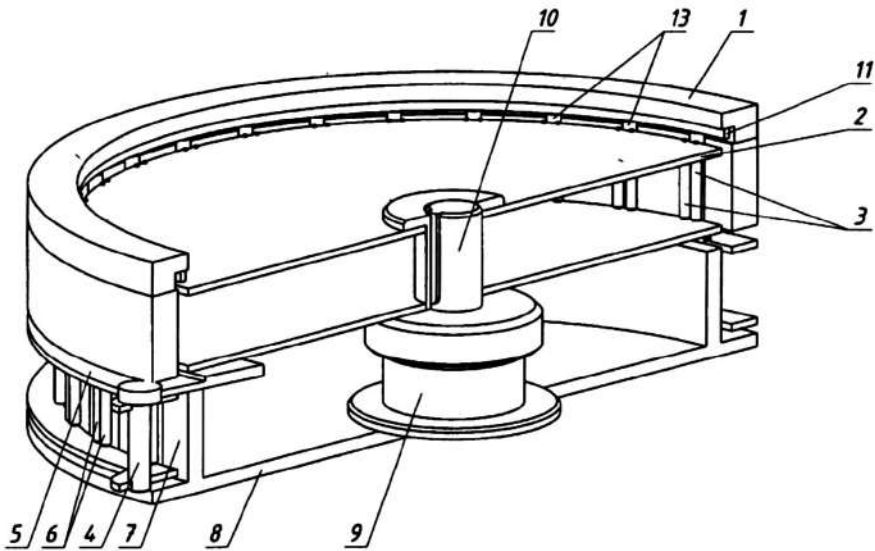


Fig. 2

MD 2955 C2 2006.01.31

8

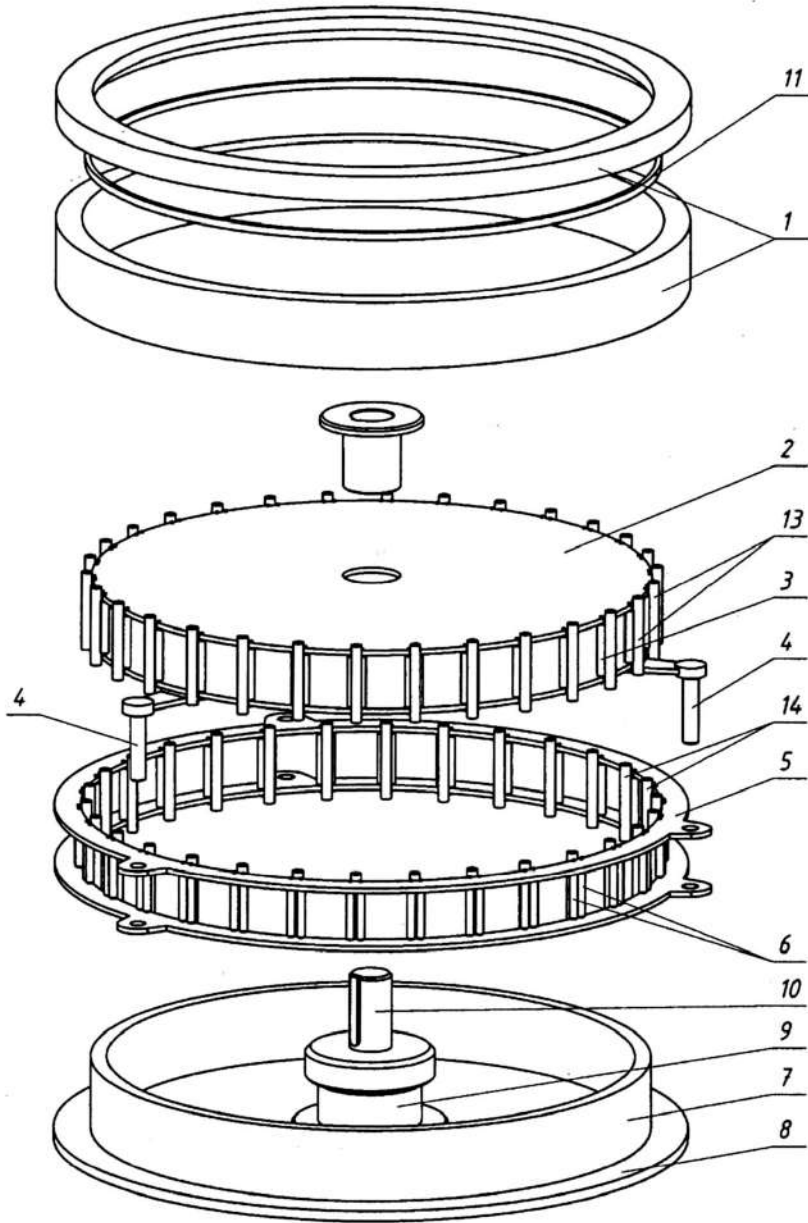


Fig. 5



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2920**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2920 B1 2005.11.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2920 (13) B1  
(51) Int. Cl.: G01L 3/16 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
(21) Nr. depozit: a 2004 0044 (22) Data depozit: 2004.02.20	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2005.11.30, BOPI nr. 11/2005
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; MAZURU Sergiu, MD; VACULENCO Maxim, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Dispozitiv de măsurare a forței dezvoltate de un mecanism

(57) Rezumat:

Invenția se referă la tehnica de măsurare care determină forța și momentul și poate fi utilizată pentru determinarea momentului sau a forței de așchiere în procedeele de prelucrare sau la testarea diferitelor mecanisme de măsurare.

Dispozitivul de măsurare a forței dezvoltate de un mecanism conține un corp 1, un dispozitiv pentru fixarea semifabricatului de prelucrat, elementele elastice 2 care le îmbină și un dispozitiv de măsurare. Corpul 1 este executat în formă de pahar, dispozitivul pentru fixarea semifabricatului este executat ca un platou îmbinat cu corpul, care include un disc 3, pentru fixarea pe suprafața lui exterioară a semifabricatului care se prelucurează, și un cilindru 4, fixat sub disc și amplasat în corp coaxial lui. În spațiul inelar format, uniform pe circumferință, sunt amplasate elementele elastice 2, executate în formă de inele cilindrice, în număr de patru și mai multe, care sunt amplasate în adâncituri, executate în pereții laterali ai corpului 1 și ai cilindrului platoului, precum și în baza corpului și, respectiv, a discului. Dispozitivul de măsurat con-

ține traductori tensometrici, care sunt fixați pe suprafețele laterale exterioare și interioare ale inelelor cilindrice.

Pe suprafața exterioară a discului platoului poate fi fixat un dorn pentru amplasarea semifabricatelor.

Suprafața laterală exterioară a inelelor poate fi executată convexă.

Revendicări: 3

Figuri: 6

MD 2920 B1 2005.11.30

## MD 2920 B1 2005.11.30

3

### Descriere:

Invenția se referă la tehnica de măsurare care determină forța și momentul și poate fi utilizată pentru determinarea momentului sau a forței de așchiere în procedeele de prelucrare sau la testarea diferitelor mecanisme de măsurare.

5 Este cunoscut dispozitivul pentru măsurarea momentului forței mecanismului, constituit din două flanșe coaxiale unite între ele cu elemente elastice în formă de arcuri plate cu spire paralele și un indicator de tip ceas care apreciază unghiul de rotire reciprocă a flanșelor [1].

Dispozitivul cunoscut nu asigură precizia de măsurare necesară și nu permite de a măsura toate componentele unei forțe.

10 Mai este cunoscut dispozitivul care are o carcasă cu consolă, pe care se instalează cu posibilitatea de a balansa la un unghi oarecare un leagăn, ce contactează cu un tensor de forță prins în carcasă, leagănul având două elemente elastice reglabile așezate într-o linie perpendiculară pe axa unghiului de rotire [2].

Dezavantajele dispozitivului constau în aceea că nu este posibilă lărgirea domeniului de măsurare, complexitatea construcției și necesitatea unei reglări foarte fine.

15 Problema pe care o rezolvă invenția constă în lărgirea domeniului de utilizare, sporirea fiabilității și preciziei de măsurare prin simplificarea construcției dispozitivului.

Problema se soluționează prin aceea că dispozitivul de măsurare a forței dezvoltate de mecanism conține un corp, un dispozitiv pentru fixarea semifabricatului de prelucrat, elementele elastice care le  
20 îmbină și un dispozitiv de măsurare, corpul este executat în formă de pahar, dispozitivul pentru fixarea semifabricatului este executat ca un platou îmbinat cu corpul, care include un disc pentru fixarea pe suprafața lui exterioară a semifabricatului care se prelucurează, și un cilindru fixat sub disc și amplasat în corp coaxial lui, în spațiul inelar format, uniform pe circumferință, sunt amplasate elementele elastice, executate în formă de inele cilindrice, în număr de patru și mai multe, care sunt amplasate în adâncituri, executate în pereții laterali ai corpului și ai cilindrului platoului, precum și în baza corpului și respectiv a  
25 discului, iar dispozitivul de măsurat conține traductori tensometrici, care sunt fixați pe suprafețele laterale exterioare și interioare ale inelelor cilindrice. Pe suprafața exterioară a discului platoului poate fi fixat un dorn pentru amplasarea semifabricatelor. Suprafața laterală exterioară a inelelor poate fi executată convexă.

Soluția tehnică conform invenției asigură următoarele avantaje:

- 30
- mărirea preciziei de măsurare;
  - extinderea posibilităților tehnologice de măsurare;
  - sporirea fiabilității dispozitivului;
  - o construcție mai simplă a dispozitivului.

Totodată pentru a mări sensibilitatea elementelor elastice ele au suprafața exterioară sferică, iar pentru a putea diviza rezultanta forțelor de așchiere în componente pe suprafața de așezare a platoului se  
35 amplasează un dorn scurt cu o suprafață cilindrică simetrică față de axa de simetrie a dispozitivului.

Invenția se explică cu ajutorul fig. 1-6, care reprezintă:

- 40
- fig. 1, schema dispozitivului;
  - fig. 2, inelul elastic cu traductori;
  - fig. 3, schema dispozitivului cu forțele măsurate;
  - fig. 4, schema stației tensometrice;
  - fig. 5, schema electrică de montare;
  - fig. 6, schema de tarifcare a dispozitivului.

Într-un corp 1 în formă de pahar sunt instalate elementele elastice 2 care contactează cu un platou, ce include un disc 3 pentru fixarea pe suprafața lui exterioară a semifabricatului care se prelucurează, și un  
45 cilindru 4, fixat sub disc și amplasat în corp coaxial lui. În pereții laterali ai corpului 1 și ai cilindrului 4 al platoului, precum și în baza corpului și, respectiv, a discului sunt executate niște adâncituri, în care sunt amplasate elementele elastice 2. Roțile dințate sunt așezate pe suprafața plană a platoului și sunt ghidate de un dorn scurt.

50 Acest dispozitiv poate să lucreze împreună cu o stație tensometrică ( fig. 4) care se montează lângă mașina-unealtă de danturat, iar dispozitivul se instalează pe masa rotativă a mașinii-unealte. În afară de aceste dispozitive, necesare pentru a transforma deformațiile mecanice ale traductorilor în semnale electrice și a le înscris, stația este dotată cu un bloc automat, care permite de a înscris aceste semnale după un număr de turații ale mesei.

## MD 2920 B1 2005.11.30

4

Componența stației tensometrice este prezentată în tabel.

Denumirea dispozitivului	Modelul aparatului, dispozitivului	Anexă
Dinamometru Amplificator Blocul de alimentare Filtru Oscilograf Blocul de alimentare a oscilatorului Releu	<i>TOPAZ-4</i> <i>AGAT</i> - <i>NO-72-1</i> <i>AGAT</i>  <i>E-52</i>	Construcție U.T.M. Cere schimbări în canale  Se assemblează din piese standardizate  Cere schimbări în schemă

- 5 Construcția elementelor elastice (fig. 2) este comună pentru dinamometre de destinație diferită. Tensorii, care formează puntea de măsurare  $P_z$ , se amplasează astfel ca deformațiile de la acțiunea forței  $P_y$  să tindă spre zero. Această condiție o satisface amplasarea simetrică a tensorilor față de punctul de încovoiere a epurii deformației inelului de la acțiunea forței  $P_{y1}$ . Punctul de încovoiere a epurii deformației pe suprafața exterioară a inelului se indică cu unghiul  $\varphi_o$ , deformațiile se calculează după formulele cunoscute ale teoriei elasticității. La amplasarea mijlocului tensorului în punctul cu parametrul unghiular  $\varphi_o$ , jumătatea superioară a tensorului va fi supusă acțiunii încovoierii pozitive a momentului, iar cea inferioară – acțiunii încovoierii negative. În cazul dat deformația sumară a tensorului de la acțiunea forței va fi aproape de zero.
- 10 Amplasarea elementelor elastice, aranjarea pe ele a tensorilor, numărul și poziția tensorilor în brațele punctelor de măsurat asigură independența componentelor forței de așchiere de locul aplicării rezultantei lor și limitează influența reciprocă în limită de 2...4% de la sarcina care acționează.
- 15 Forța normală  $P_y$  se înregistrează de toți tensorii (fig. 2) celor patru inele, componenta tangențială  $P_z$  – de tensorii inelelor elastice al doilea și al patrulea și componenta  $P_x$ , care acționează în direcția avansului transversal, se înregistrează de tensorii inelelor elastice primul și al treilea.
- 20 Schema electrică și de montare se prezintă în figura 5.
- Pentru atestarea dispozitivului este necesar de a efectua cercetări speciale în vederea determinării parametrilor tehnici:
- rigiditatea în direcția acțiunii componentelor forței de așchiere  $J_y$  și  $J_z$ ; frecvențele proprii  $F_y$ ,  $F_z$  ale vibrațiilor mecanice la excitarea forței, care acționează în direcția Y și Z;
  - dependența abaterii fluxului de lumină  $h$  de forța aplicată – dependențele tarifatoare  $H(P_y)$ ,  $h(P_z)$ ;
  - 25 - gradul influenței reciproce a componentelor forței de așchiere, care se apreciază, de exemplu, ca abaterea fluxului de lumină al sistemului  $P_y$  la încărcarea sistemului  $P_z$  și se calculează după curba de tarifare în procente la sarcina aplicată;
  - abaterea de la rectiliniaritate a curbelor tarifatoare la încărcarea - descărcarea dispozitivului (histerezis).
- 30 La tarifarea statică a dinamometrului încărcarea se produce consecutiv în fiecare direcție de tarifare (fig. 6) cu sarcina în creștere și abaterea fasciculului de lumină se înregistrează pe pelicula oscilografului sau pe banda aparatului de înregistrare. După datele respective se ridică curbele de tarifare  $h(P_z)$  și  $h(P_y)$ .
- 35 Utilizarea invenției propuse permite de a mări precizia de prelucrare a angrenajelor, a extinde posibilitățile tehnologice de prelucrare, a spori productivitatea procedului și a obține dinți cu modificare longitudinală.

## MD 2920 B1 2005.11.30

5

### (57) Revendicări:

- 5 1. Dispozitiv de măsurare a forței dezvoltate de un mecanism care conține un corp, un  
dispozitiv pentru fixarea semifabricatului de prelucrat, elementele elastice care le  
îmbină și un dispozitiv de măsurare, **caracterizat prin aceea că** corpul este executat în  
formă de pahar, dispozitivul pentru fixarea semifabricatului este executat ca un platou  
10 îmbinat cu corpul, care include un disc pentru fixarea pe suprafața lui exterioară a  
semifabricatului care se prelucrează, și un cilindru fixat sub disc și amplasat în corp  
coaxial lui, în spațiul inelar format, uniform pe circumferință, sunt amplasate  
elementele elastice, executate în formă de inele cilindrice, în număr de patru și mai  
15 multe, care sunt amplasate în adâncituri, executate în pereții laterali ai corpului și ai  
cilindrului platoului, precum și în baza corpului și respectiv a discului, iar dispozitivul  
de măsurat conține traductori tensometrici, care sunt fixați pe suprafețele laterale  
exterioare și interioare ale inelelor cilindrice.
- 20 2. Dispozitiv conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** pe suprafața exterioară a  
discului platoului este fixat un dorn pentru amplasarea semifabricatelor.
3. Dispozitiv conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** suprafața laterală  
exterioară a inelelor este executată convexă.

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU 1120190 A 1984.10.23
2. SU 1164564 A 1985.06.30

Șef Secție:

NEKLIUDOVA Natalia

Examinator:

MALAI Valeriu

Redactor:

CANȚER Svetlana

MD 2920 B1 2005.11.30

6

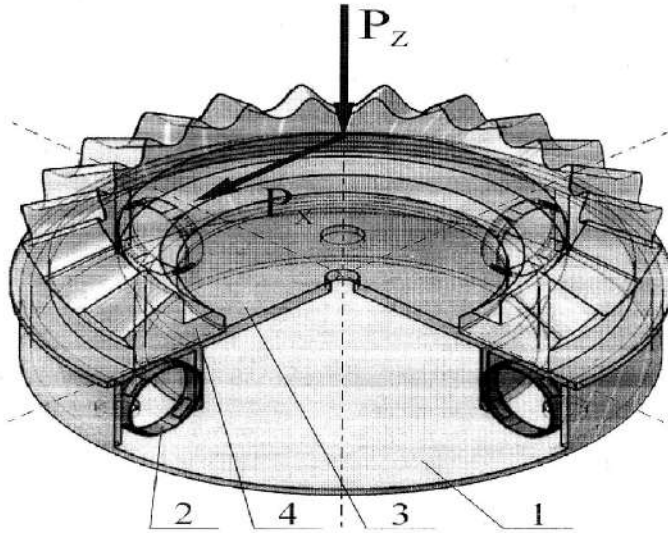


Fig. 1

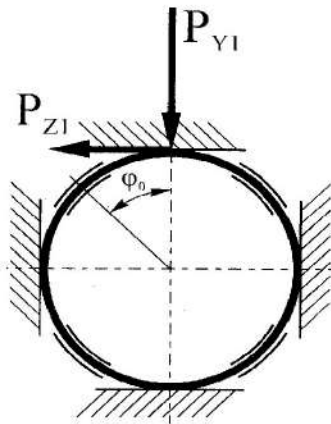


Fig. 2



MD 2920 B1 2005.11.30

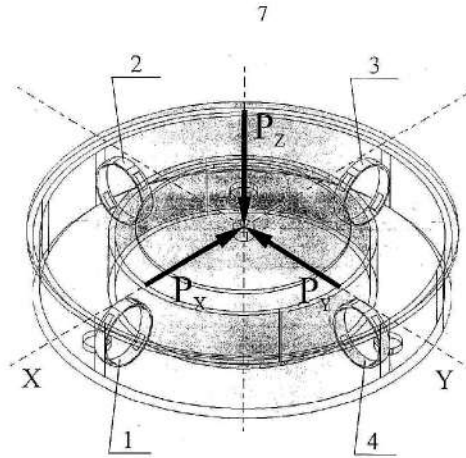


Fig. 3

BLOC-SCHEMA STAȚIEI TENSOMETRICE

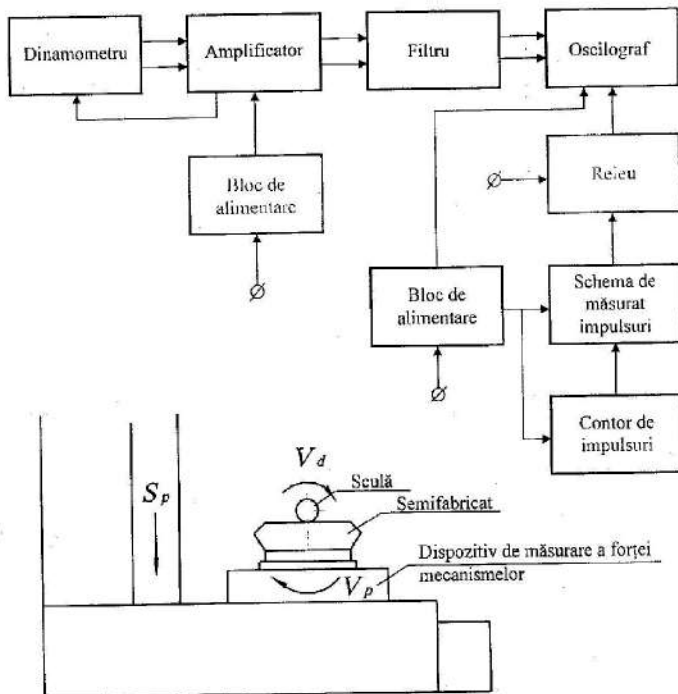
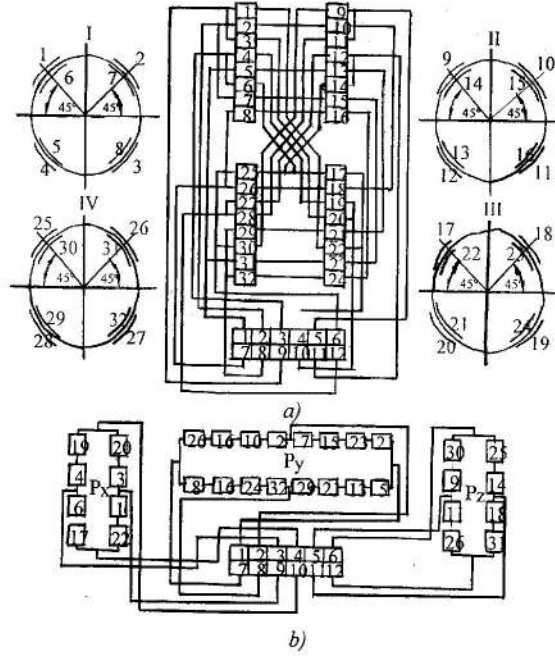


Fig. 4

Schema electrică de montaj

MD 2920 B1 2005.11.30

8



- a) schema lipirii și montării traductoarelor;
- b) punțile de măsurare.

Fig. 5

Schema de tarificare a dispozitivului

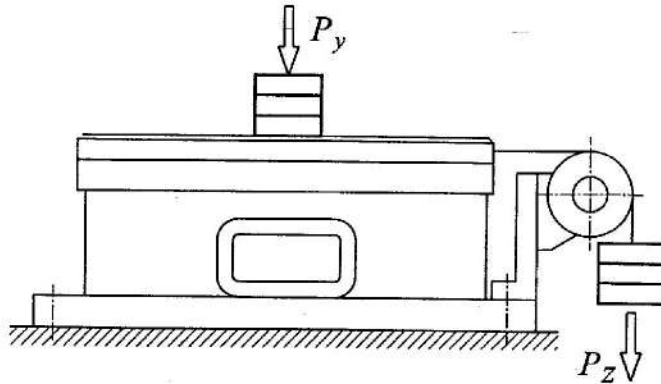


Fig. 6



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3544**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**



**CHIȘINĂU**



MD 3544 G2 2008.03.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3544** (13) **G2**  
(51) Int. Cl.: *F03D 9/00* (2006.01)  
*F03D 11/04* (2006.01)  
*F03D 3/06* (2006.01)  
*E01F 11/00* (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0135 (22) Data depozit: 2005.05.16 (41) Data publicării cererii: 2006.10.31, BOPI nr. 10/2006</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.03.31, BOPI nr. 3/2008</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD; CIOBANU Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Turbină coliană antrenată de traficul rutier (variante)

(57) Rezumat:

Invenția se referă la instalațiile de conversiune a energiei vântului în energie electrică, în special, la conversiunea energiei curenților de aer antrenați de traficul rutier.

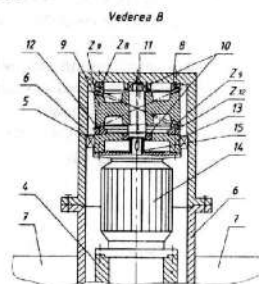
Turbina coliană antrenată de traficul rutier, conform primei variante, include o bază, pe care este montat un ax vertical fix (4), pe care este fixată o manta. În manta este instalat un generator electric (14), rotorul (15) căruia este legat cu un arbore (6) cu palete (7). Noutatea constă în aceea că arborele (6) cu palete (7) este executat cav și este instalat pe axul vertical fix (4) pe lagăre (5). Profilul paletelor (7) în secțiune longitudinală este descris de o spirală logaritmică, raza de curbură a căreia este mai mică la extremitățile paletelor (7), iar numărul paletelor (7) este de cel puțin două. În partea de sus a arborelui cav (6), în interior este fixată o roată dințată mobilă (8), legată cinematic printr-un bloc satelit (9) cu roata dințată fixă (12), legată rigid cu mantaua generatorului electric (14). Arborele manivelă (11), pe care este amplasat blocul satelit (9), este legat rigid cu rotorul (15) generatorului electric (14).

În turbina coliană antrenată de traficul rutier, conform variantei a doua, arborele manivelă este

legat cinematic prin intermediul unui cuplaj unisens cu un volant, care este fixat pe rotorul generatorului electric.

În turbina coliană antrenată de traficul rutier, conform variantei a treia, roata mobilă este executată în formă de roată de fricțiune, legată cinematic prin contactele de fricțiune ale blocului satelit cu roata de fricțiune fixă.

Revendicări: 3  
Figuri: 11



MD 3544 G2 2008.03.31

## MD 3544 G2 2008.03.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la instalațiile de conversiune a energiei vântului în energie electrică, în special, la conversiunea energiei curenților de aer antrenată de traficul rutier.

5 Este cunoscută turbina eoliană, care include un ax vertical, pe care este instalată o carcasă rotitoare cu palete curbilunii pe lungimea lor [1]. Având o construcție relativ simplă, generatorul de vânt cunoscut nu posedă eficiență înaltă.

De asemenea este cunoscută turbina eoliană antrenată de traficul rutier, care include o bază, pe care este fixată o carcasă, în care este instalat un generator electric, rotorul căruia este legat cu un arbore cu palete, care se rotește, în special, de la curenți orizontali de aer. Turbina este de asemenea asigurată suplimentar cu un organ de lucru, care asigură conversiunea energiei curenților verticali de aer [2]. Soluția cunoscută posedă o eficiență relativ scăzută, deoarece paletetele nu au profilul adecvat. De asemenea, lipsa multiplicatorului nu asigură regim de lucru optim generatorului de curent electric datorită turației joase. Asigurarea turbinei cu încă un rotor conduce la complicarea construcției.

15 Problema pe care o rezolvă invenția propusă este mărirea eficienței, simplificarea construcției și asigurarea compacității.

Problema se rezolvă prin aceea că turbina eoliană antrenată de traficul rutier, conform primei variante, include o bază, pe care este montat un ax vertical fix, pe care este fixată o manta. În manta este instalat un generator electric, rotorul căruia este legat cu un arbore cu palete. Noutatea constă în aceea că arborele cu palete este executat cav și este instalat pe axul vertical fix pe lagăre. Profilul paletelor în secțiune longitudinală este descris de o spirală logaritmică, raza de curbura a căreia este mai mică la extremitățile paletei, iar numărul paletelor este de cel puțin două. În partea de sus a arborelui cav, în interior este fixată o roată dințată mobilă, legată cinematic printr-un bloc satelit cu roata dințată fixă, legată rigid cu mantaua generatorului electric. Arborele manivelă, pe care este amplasat blocul satelit, este legat rigid cu rotorul generatorului electric.

25 În turbina eoliană antrenată de traficul rutier, conform variantei a doua, arborele manivelă este legat cinematic prin intermediul unui cuplaj unisens cu un volant, care este fixat pe rotorul generatorului electric.

În turbina eoliană antrenată de traficul rutier, conform variantei a treia, roata mobilă este executată în formă de roată de fricțiune, legată cinematic prin contactele de fricțiune ale blocului satelit cu roata de fricțiune fixă.

Realizarea invenției constă în următoarele:

- Execuția paletelor în formă de spirală logaritmică pe lungimea lor asigură un coeficient sporit de utilizare a energiei curenților de aer formați de traficul rutier;

35 - Execuția cavă a rotorului cu palete în care sunt amplasați multiplicatorul precesional și generatorul electric asigură compacitate și simplitate constructivă;

- Instalarea unui volant pe rotorul generatorului electric asigură uniformitatea rotirii lui și, în consecință, îmbunătățirea calității curentului electric produs;

- Execuția multiplicatorului în formă de transmisie precesională cu fricțiune asigură simplificarea construcției turbinei eoliene în întregime.

40 Invenția se explică prin desenele din fig. 1...11, care reprezintă:

- fig. 1, magistrala auto cu amplasarea turbinelor eoliene antrenate de traficul rutier în spațiul din mijloc, dintre direcțiile de circulație;

- fig. 2, autostrada cu dublu sens, cu amplasarea pe periferie a turbinelor eoliene antrenate de traficul rutier;

45 - fig. 3, turbina eoliană antrenată de traficul rutier;

- fig. 4, vederea A (de sus) din fig. 3 a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier cu 2 palete;

- fig. 5, vederea A (de sus) din fig. 3 a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier cu 3 palete;

- fig. 6, vederea B (în secțiune) din fig. 3 a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier;

50 - fig. 7, vederea B (în secțiune, conform altei construcții) din fig. 3 a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier;

- fig. 8, vederea B (în secțiune, conform altei construcții) din fig. 3 a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier;

- fig. 9, schema pentru calculul raportului de transmitere al multiplicatorului precesional cu contacte de fricțiune;

MD 3544 G2 2008.03.31

4

Turbina eoliană antrenată de traficul rutier (conform fig. 3, 6) include o bază 3, pe care este fixat un ax vertical fix 4, pe care, pe lagăre 5 este instalat un arbore cav 6 cu palete 7, profilul cărora este descris de o spirală logaritmică. În partea superioară a arborelui cav 6 este fixată roata dințată mobilă 8 a multiplicatorului precesional, un bloc satelit 9, lagăre 10, un arbore manivelă 11 și o roată dințată fixă 12. Ultima este fixată prin intermediul unei flanșe 13 de carcasa generatorului electric 14 fixat pe axul vertical fix 4. Arborele manivelă 11 este legat rigid cu rotorul 15 generatorului electric 14.

În varianta turbinei eoliene antrenată de traficul rutier (conform fig. 7), legătura dintre arborele manivelă 11 și rotorul 15 generatorului electric este realizată prin intermediul cuplajului unisens 16 și a volantului 17.

În varianta turbinei eoliene antrenată de traficul rutier (conform fig. 8), roata mobilă 18 este executată în formă de roată de fricțiune, legată cinematic prin contacte de fricțiune cu blocul satelit 19, cu roata de fricțiune fixă 20.

Principiul de funcționare al turbinei eoliene antrenate de traficul rutier:

De la curenții de aer generați de autovehiculele 1, turbina eoliană antrenată de traficul rutier 2 va primi o mișcare de rotație în jurul axului vertical fix 4. Mișcarea de rotație, prin intermediul arborelui cav 6 și a roții dințate mobile 8 legată rigid cu el, se va transmite blocului satelit 9 instalat pe arborele manivelă 11. La rotirea roții dințate mobile 8, datorită angrenajului precesional, care în cazul dat funcționează în regim de multiplicator, la rotirea roții mobile 8 la un unghi egal cu pasul unghiular al dinților, blocului satelit 9 va efectua un ciclu complet de precesie, care se transmite arborelui manivelă, transformându-se în mișcare de rotație multiplicată a arborelui manivelă 11. Raportul de multiplicare (conform fig. 6) se determină cu relația:

$$i = -\frac{Z_9''}{Z_8 - Z_9''},$$

unde:  $Z_8, Z_9', Z_9'', Z_{12}$  - numărul de dinți ai roții dințate mobile 8, ai blocului satelit 9 și ai roții dințate fixe 12;

$$Z_9'' = Z_8 + 1,$$

iar  $Z_9' = Z_{12}$ .

În acest caz angrenajul  $Z_9', Z_{12}$  joacă rolul doar de cuplaj (exercită legătura cinematică dintre blocul satelit, care efectuează mișcare de precesie, și partea fixă (arborele vertical fix 4)).

Mișcarea de rotație multiplicată a arborelui manivelă 11 va fi transmisă rotorului 15 generatorului electric 14.

Principiul de funcționare a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier (conform fig. 7) este analog celui descris anterior. Diferența constă în aceea că pentru a uniformiza mișcarea de rotație a rotorului 15 generatorului electric 14, arborele manivelă 11 este legat cu rotorul 15 prin intermediul unui cuplaj unisens 16 și volantul 17. Raportul de multiplicare în cazul când  $Z_9' = Z_{12} + 1$  și  $Z_9'' = Z_8 + 1$  se determină cu relația:

$$i = -\frac{Z_9' \cdot Z_8}{Z_{12} \cdot Z_9'' - Z_9' \cdot Z_8}.$$

Dacă după trecerea autovehiculului turbina cu palete își va încetini turațiile, datorită cuplajului unisens 16 și volantului 17, rotorul 15 generatorului electric 14 va continua să se rotească din inerție.

Principiul de funcționare a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier (conform fig. 8) este analog cazului precedent. Diferența constă în aceea că roțile multiplicatorului precesional sunt executate fără dinți, iar mișcarea este transmisă prin contacte de fricțiune. Raportul de multiplicare este determinat de razele suprafețelor în punctele de contact (v. fig. 9) și se calculează cu relația:

$$i = -\frac{R_{19}' \cdot R_{18}}{R_{20} \cdot R_{19}' - R_{19}' \cdot R_{18}}.$$

unde:  $R_{20}, R_{18}$  sunt razele de contact ale roților centrale mobilă 18 și fixă 20;

$R_{19}', R''$  - razele de contact ale coroanelor dințate ale blocului satelit 19.

Execuția paletelor în formă curbilinie descrisă pe lungimea ei de o spirală logaritmică asigură o eficiență sporită. Masele de aer antrenate de traficul rutier 1 acționează asupra suprafeței paletelor 7 turbinei 2, antrenând-o în mișcare de rotație (v. fig. 10). La rotirea palei din poziția I în poziția II, curenții de aer vor aluneca pe lungimea paletelor, nimerind în zona periferică, care formează o cuvă, asigurând astfel o preluare mai completă a energiei acumulate de curenții de aer  $V_d$  până la ieșirea lor din contact cu paleta.

## MD 3544 G2 2008.03.31

5

Totodată curenții de aer, care acționează asupra părții periferice a paletei amplasate în partea diametral opusă (care se rotește împotriva curenților de aer), datorită curburii inverse vor aluneca mai ușor în afara zonei de acțiune a paletei, opunând o rezistență minimă la rotirea paletei împotriva curenților de aer. O parte dintre curenții de aer, care acționează pe partea paletei cu curbura mare, amplasată mai aproape de

5

10

În cazul turbinei amplasate în zona de mijloc a traficului rutier (v. fig. 11), care este supusă acțiunii curenților de aer din ambele părți, efectul va fi dublu. Curenții de aer, antrenati de traficul rutier dintr-o direcție, vor antrena în mișcare de rotație o paletă, iar curenții de aer, antrenati de traficul rutier din direcția opusă vor antrena cealaltă paletă.

15

Pentru a evita apariția unei zonei moarte ale turbinei (de exemplu, poziția paralelă a ambelor palete față de autostradă), turbina poate fi executată cu 3 palete (v. fig. 5).

Turbinele eoliene amplasate de-a lungul traficului rutier pot fi între ele în funcție de necesități. De asemenea, pentru a asigura alimentarea continuă a consumatorilor cu energie electrică (și în perioadele când traficul rutier este lipsă), grupurile de turbine eoliene pot fi conectate la acumuloare.

20

În concluzie putem afirma că invenția propusă dispune de o eficiență sporită, compacitate și construcție relativ simplă.

Turbina eoliană antrenată de traficul rutier poate fi utilizată pe scară largă pentru:

25

- Iluminarea traseului și alimentarea sistemelor de semnalizare;
- Iluminarea localurilor mici, amplasate pe marginea drumului (locuri de parcare temporară, WC-uri, buticuri etc.);
- Încălzirea părții carosabile în scopul prevenirii formării poleiului (în special, în zonele care cer reducerea vitezei de circulație (punctele de frontieră, de control vamal, de plată (pe autostrăzile private etc.))

30

Paletele turbinei pot fi colorate în culorile statului pe teritoriul căruia trece autostrada. În perspectiva unificării statelor europene (în Uniunea Europeană) culorile paletelor vor avea și o funcție informativă pentru participanții la traficul rutier.

### (57) Revendicări:

5

1. Turbină eoliană antrenată de traficul rutier, care include o bază, pe care este montat un ax vertical fix, pe care este fixată o manta, în care este instalat un generator electric, rotorul căruia este legat cu un arbore cu palete, **caracterizat prin aceea că** arborele cu palete este executat cav și este instalat pe axul vertical fix pe lagăre; profilul paletelor în secțiune longitudinală este descris de o spirală logaritmică, raza de curbura a căreia este mai mică la extremitățile paletei, iar numărul paletelor este de cel puțin două: în partea de sus a arborelui cav, în interior este fixată o roată dințată mobilă, legată cinematic printr-un bloc satelit cu roata dințată fixă, legată rigid cu mantaua generatorului electric, iar arborele manivelă, pe care este amplasat blocul satelit, este legat rigid cu rotorul generatorului electric.

10

15

2. Turbină eoliană antrenată de traficul rutier, care include o bază, pe care este montat un ax vertical fix, pe care este fixată o manta, în care este instalat un generator electric, rotorul căruia este legat cu un arbore cu palete, **caracterizat prin aceea că** arborele cu palete este executat cav și este instalat pe axul vertical fix pe lagăre; profilul paletelor în secțiune longitudinală este descris de o spirală logaritmică, raza de curbura a căreia este mai mică la extremitățile paletei, iar numărul paletelor este de cel puțin două: în partea de sus a arborelui cav, în interior este fixată o roată dințată mobilă, legată cinematic printr-un bloc satelit cu roata dințată fixă, legată rigid cu mantaua generatorului electric, iar arborele manivelă, pe care este amplasat blocul satelit, este legat cinematic prin intermediul unui cuplaj unisens cu un volant, care este fixat pe rotorul generatorului electric.

20

25

3. Turbină eoliană antrenată de traficul rutier, care include o bază, pe care este montat un ax vertical fix, pe care este fixată o manta, în care este instalat un generator electric, rotorul căruia este legat cu un arbore cu palete, **caracterizat prin aceea că** arborele cu palete este executat cav și este instalat pe axul vertical fix pe lagăre; profilul paletelor în secțiune longitudinală este descris de o spirală logaritmică, raza de curbura a căreia este mai mică la extremitățile paletei, iar numărul paletelor este de cel puțin două: în partea de sus a arborelui cav, în interior este fixată o roată mobilă, executată în formă de roată de fricțiune, legată cinematic prin contactele de fricțiune ale blocului satelit cu roata de fricțiune fixă, legată rigid cu mantaua generatorului electric, iar arborele manivelă, pe care este amplasat blocul satelit, este legat rigid cu rotorul generatorului electric.

30

### (56) Referințe bibliografice:

1. WO 2005003553 2005.01.13
2. WO 0131196 2001.05.03

MD 3544 G2 2008.03.31

7

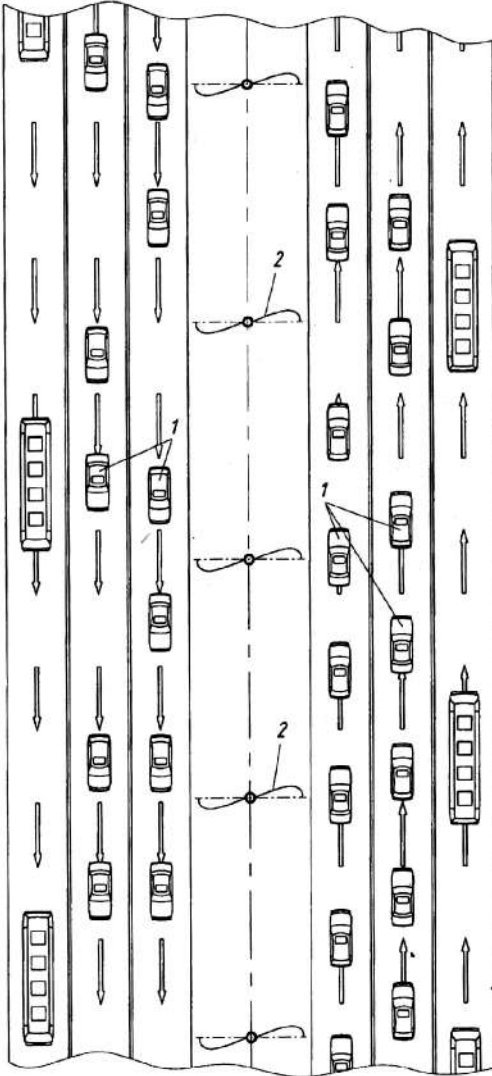


Fig. 1

MD 3544 G2 2008.03.31

8

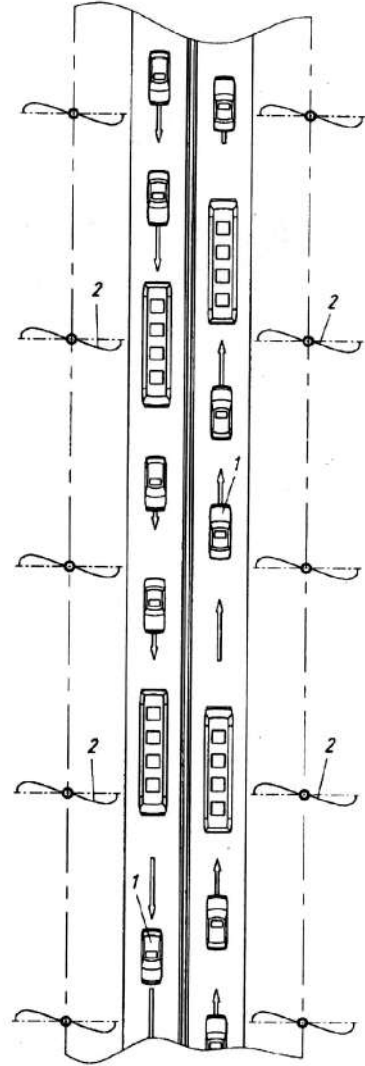


Fig. 2



MD 3544 G2 2008.03.31

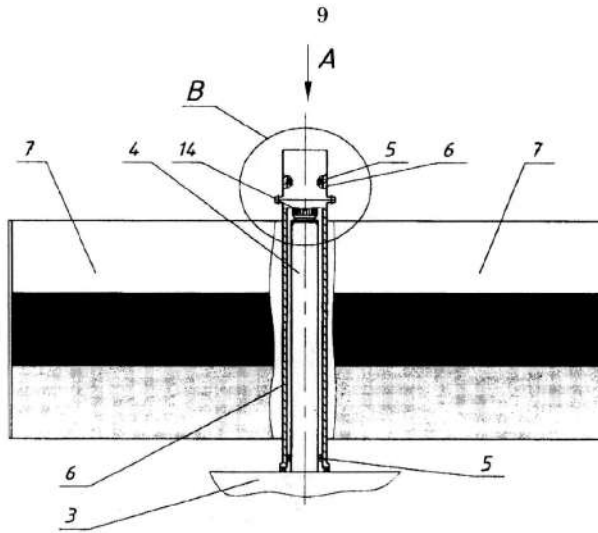


Fig. 3

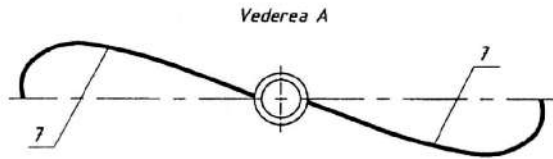


Fig. 4

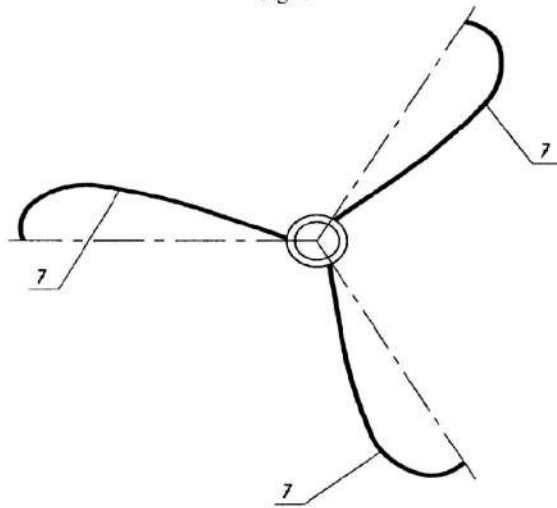


Fig. 5

MD 3544 G2 2008.03.31

10

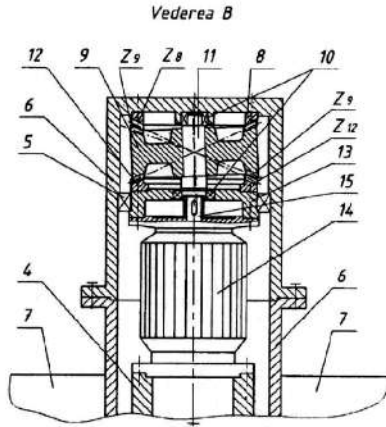


Fig. 6

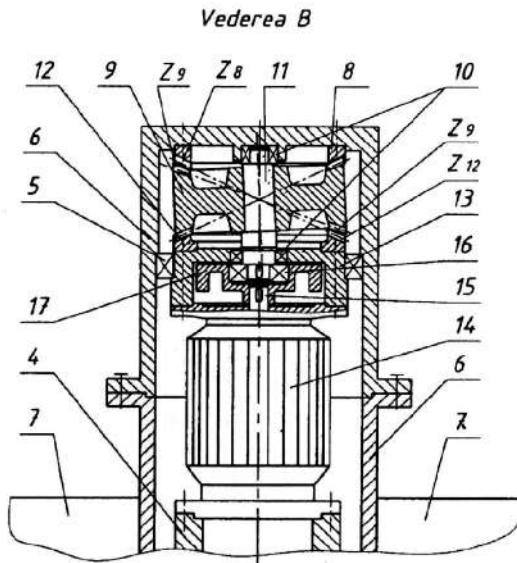


Fig. 7

MD 3544 G2 2008.03.31

11

Vederea B

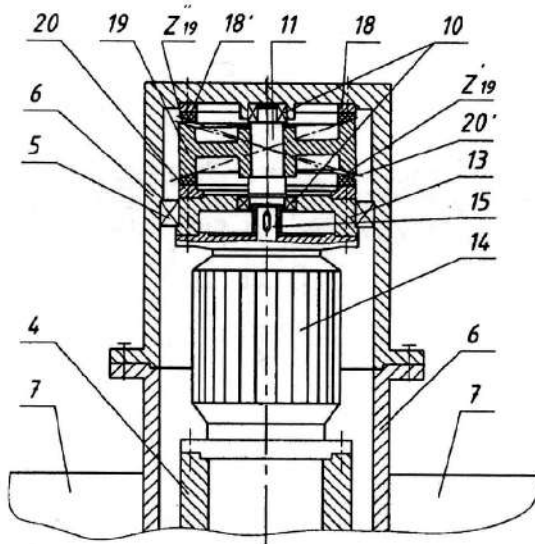


Fig. 8

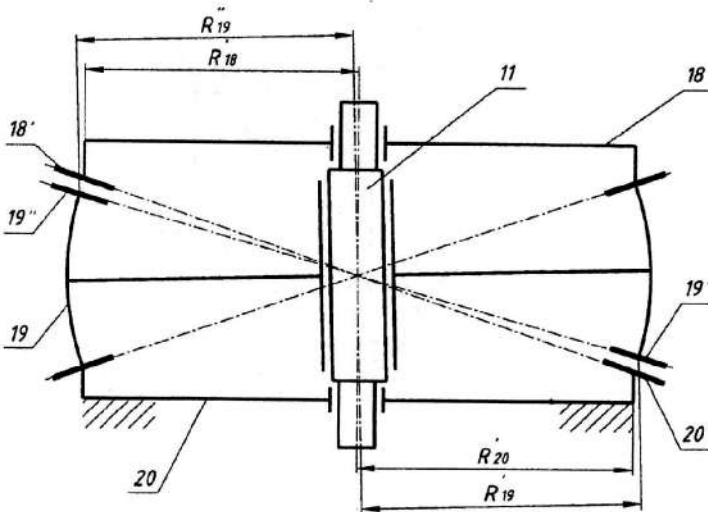


Fig. 9

MD 3544 G2 2008.03.31

12

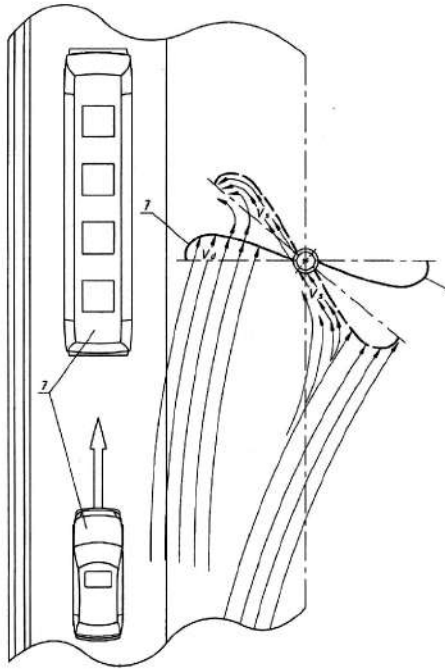


Fig. 10

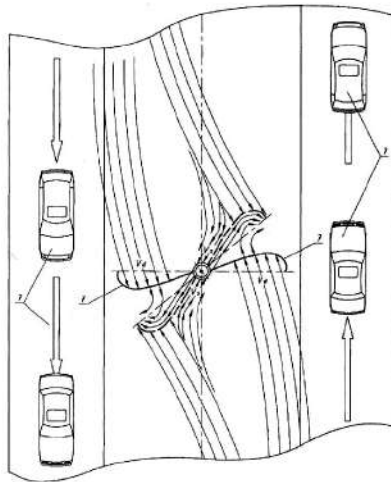


Fig. 11



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1620294

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

**"Приводное устройство промышленного робота"**

Автор (авторы): **Бостан Иван Антонович и другие, указанные в описании**

Заявитель: **КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ДАЗО**

Заявка № **4651369** Приоритет изобретения **17 февраля 1989 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

**15 сентября 1990 г.**

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1620294 A1

(51)5 В 25 J 9/00, 9/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

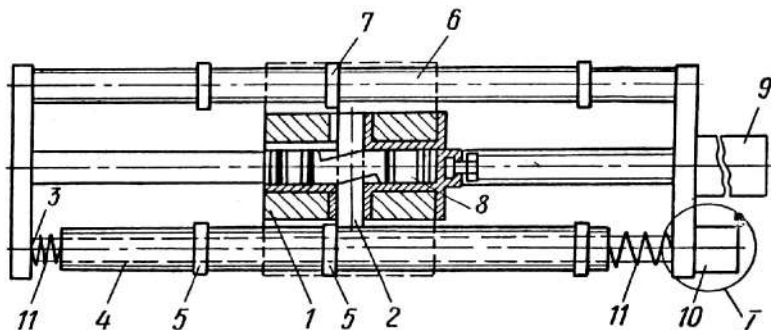
(21) 4651369/08  
(22) 17.02.89  
(46) 15.01.91. Бюл. № 2  
(71) Кишиневский политехнический институт им.С.Лазо  
(72) И.Г.Ботез, Б.М.Ловкет, И.А.Бостан и В.Е.Дулгеру  
(53) 621.229.72(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1122501, кл. В 25 J 9/00, 1982.

(54) ПРИВОДНОЕ УСТРОЙСТВО ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

(57) Изобретение относится к механизации и автоматизации производственных процессов, в частности к приводам исполнительных органов роботов, манипуляторов и других устройств, и может быть использована

2

но в различных отраслях. Целью изобретения является повышение точности позиционирования за счет устранения влияния динамических перегрузок на основной винт при одновременном повышении производительности за счет совмещения операций технологического позиционирования и настройки на заданную точку позиционирования. При перемещении подвижного звена 1 его упор 2, упираясь в регулируемый упор 5 основного винта 4 тормозит звено 1 у заданной точки позиционирования за счет пружин 11. Далее упор 2 упирается в регулируемый упор 7 дополнительного винта 6, который воспринимает все статические нагрузки. В это время основной винт 4 выводит регулируемые упоры 5 в другую точку позиционирования, 2 ил.



Фиг. 1

(19) SU (11) 1620294 A1

Изобретение относится к механизации и автоматизации производственных процессов, в частности к приводам исполнительных органов роботов, манипуляторов и других устройств, и может быть использовано в различных отраслях.

Целью изобретения является повышение точности позиционирования за счет устранения влияния динамических перегрузок на основной винт при одновременном повышении производительности за счет совмещения операций технологического позиционирования и настройки на заданную точку позиционирования.

На фиг.1 показано приводное устройство робота; на фиг.2 – узел I на фиг.1.

Приводное устройство робота состоит из подвижного звена 1, имеющего опоры 2 и 3, основного винта 4 с регулируемыми упорами 5; дополнительного винта 6 с регулируемыми упорами 7, привода 8 упоров 2, привода 9 подвижного звена 1, привода 10 поворота основного винта 4 и демпферов 11. Привод 10 включает электродвигатель 12, прецессионный редуктор 13, ведомое колесо 14 которого связано с основным винтом 4 посредством муфты свободного хода 15.

Приводное устройство робота работает следующим образом.

При подаче давления в правую полость цилиндра привода 9 начинается перемещение подвижного звена 1 влево. Перемещение происходит до тех пор, пока расположенный на подвижном звене 1 упор 2 своей нижней частью не встретит один из выступающих регулируемых упоров 5 основного винта 4. Дальнейшее перемещение подвижного звена 1 влево происходит уже вместе с основным винтом 4 до упора последнего в стенку. При этом в конце хода посредством левой пружины демпфера 11 осуществляется торможение подвижного звена 1 вместе с основным винтом 4. При остановке основного винта 4 перед стенкой упор 2 подвижного звена 1 оказывается напротив выставленного относительно стенки регулируемого упора 7 дополнительного винта 6, определяющего положение исполнительного органа робота, например руки со хватом. Далее при подаче давления в правую полость цилиндра привода 8 упор 2 под действием клинового механизма перемещается вверх. При этом его нижняя часть скользит вдоль боковой стенки регулируемого упора 5 основного винта 4, а верхняя часть перемещается вдоль регулируемого упора 7 дополнительного винта 6, но с небольшим зазором. В конечном положении нижняя часть упора 2 выходит из контакта с

регулируемым упором 5 основного винта 4, а его верхняя часть оказывается напротив регулируемого упора 7 дополнительного винта 6. При этом происходит перемещение подвижного звена 1 влево на величину зазора и его точное позиционирование вместе с находящимся на нем исполнительным органом робота, выполнение основной технологической операции. Перемещение и позиционирование происходит без динамических нагрузок, что определяет высокую точность позиционирования. Высокую точность позиционирования исполнительного органа робота определяет также отсутствие трения между регулируемым упором 7 дополнительного винта 6 и боковой стенкой верхней части упора 2 подвижного звена 1.

Одновременно с выполнением основной технологической операции и после выхода нижней части упора 2 из контакта с регулируемым упором 5 основного винта 4 последний под действием левой пружины демпфера 11 перемещается вправо и занимает среднее положение. Основной винт готов к повороту на угол, определяющий положение следующего упора. При этом возможны следующие варианты: либо нужно перемещаться дальше влево, либо возвращаться вправо. При перемещении влево, после поворота основного винта посредством привода 10 на требуемый угол и установки необходимого упора, давление подается в левую полость цилиндра привода 8, упор 2 под действием клинового механизма перемещается вниз. При этом его верхняя часть движется вдоль боковой стенки регулируемого упора 7 дополнительного винта 6. Давление в полостях пневмоцилиндра привода 9 может быть снято. В конечном положении верхняя часть упора 2 оказывается ниже регулируемого упора 7 дополнительного винта 6 и при подаче давления в правую полость пневмоцилиндра привода 9 происходит перемещение подвижного звена 1 влево до следующего упора, как описано выше, если давление подается в левую полость пневмоцилиндра привода 9 перемещение подвижного звена 1 происходит вправо. При этом должен быть выставлен правый упор. При перемещении вправо с регулируемыми упорами основного и дополнительного винтов взаимодействуют правые боковые поверхности упора 2.

Примененный в данном изобретении принцип возможно применить не только в устройствах линейного перемещения, но и сращения. На его принципе можно строить различные компоновки манипуляторов, роботов и других исполнительных механиз-

5

1620294

6

мов, предназначенных для выполнения различных технологических операций.

**Формула изобретения**

Приводное устройство промышленного робота, содержащее подвижное звено с упорами, кинематически связанное с опорами посредством гидропривода, а также основной винт с регулируемыми упорами, кинематически связанный с электроприводом, причем винт установлен подвижно в опорах параллельно подвижному звену и упруго связан с ним посредством демпфирующих пружин, отличающемся тем, что, с целью повышения точности позиционирования за счет устранения влияния динамических перегрузок на основной винт при одновременном повышении производительности за счет совмещения операций технологического позиционирования и настройки на заданную точку позиционирования, он снабжен дополнительным винтом с регулируемыми упорами, установленным неподвижно в опорах, при этом продольная ось дополнительного винта параллельна продольной оси основного винта, а регулируемые упоры дополнительного винта установлены симметрично относительно продольной оси подвижного звена регулируемым упорам основного винта.

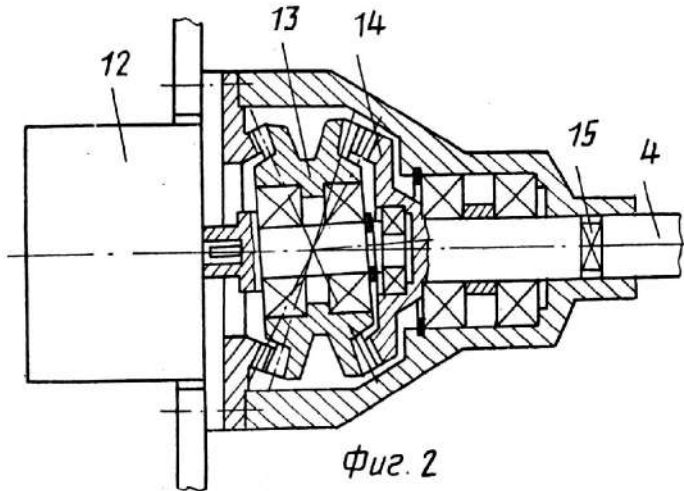
5

10

15

нирования за счет устранения влияния динамических перегрузок на основной винт при одновременном повышении производительности за счет совмещения операций технологического позиционирования и настройки на заданную точку позиционирования, он снабжен дополнительным винтом с регулируемыми упорами, установленным неподвижно в опорах, при этом продольная ось дополнительного винта параллельна продольной оси основного винта, а регулируемые упоры дополнительного винта установлены симметрично относительно продольной оси подвижного звена регулируемым упорам основного винта.

I



Фиг. 2





СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1632762

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

**"Резьбозавертывающий инструмент"**

Автор (авторы):

Бостан Иван Антонович и другие, указанные

в описании

**КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.С.ЛАЗО**

Заявитель:

Заявка №

4626465 Приоритет изобретения 26 декабря 1988 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

8 ноября 1990 г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1632762 A1

(51)5 В 25 В 21/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4626465/28

(22) 26.12.88

(46) 07.03.91. Бюл. № 9

(71) Кишиневский политехнический институт им.С.Лазо

(72) И.А.Бостан, И.Г.Ботез, В.Е.Дулгеру, В.К.Замятин и В.Н.Сорокин

(53) 621.883 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР

№ 738859, кл. В 25 В 21/00, 1974.

Патент США № 2179724,

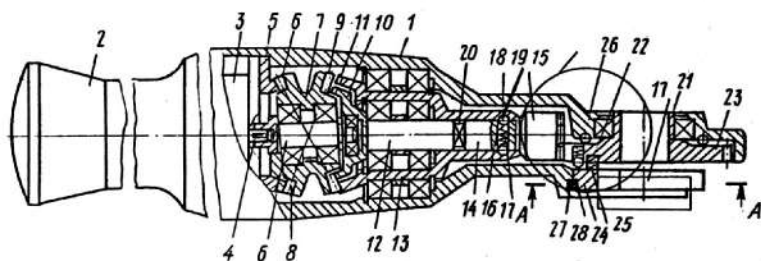
кл. 81.52.4, 1939.

(54) РЕЗЬБОЗАВЕРТЫВАЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

(57) Изобретение относится к ручному механизированному инструменту. Цель изобретения – повышение производительности за счет автоматического регулирования угловой скорости шпинделя. При включении привода 3 вращательное движение его вала 4 посредством кривошипов 6 преобразуется в прецессионное движение сателлита 7. При

2

этом коаксиально расположенные конические зубчатые колеса 10 и 11 начинают вращаться с разной угловой скоростью. Коническое зубчатое колесо 11 через внешний выходной вал 13 и шарики 18 передает вращение промежуточному валу 14 и далее через зубчатые колеса 15 и 23 – на шпиндель 21. Нажатием на корпус 1 вводят в зацепление торцовые кулачки 25 и 22 и осуществляют затяжку резьбового соединения. При достижении предварительного момента затяжки шарики 18 устанавливаются в диаметрально противоположное отверстие 16, при этом вращение выходного вала 12 через муфту 20 свободного хода передается на промежуточный вал 14 и далее на головку 24 под ключ, которая осуществляет дозатяжку резьбового соединения. При снятии резьбозаворачивающего инструмента с затянутого резьбового соединения под действием подковообразных магнитов 27 и 28 головка 24 под ключ возвращается в исходное положение. 2 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к ручному механизированному инструменту и может быть использовано в различных отраслях промышленности при затяжке резьбовых соединений.

Цель изобретения – повышение производительности за счет автоматического регулирования угловой скорости шпинделя.

На фиг.1 изображен резьбовозавертывающий инструмент, общий вид, продольный разрез; на фиг.2 – разрез А–А на фиг.1.

Резьбовозавертывающий инструмент содержит корпус 1 с рукояткой 2, размещенные в корпусе 1 привод 3 с валом 4, редуктор, представляющий собой прецессионную двухступенчатую передачу, включающую закреплённое в корпусе 1 коническое зубчатое колесо 5, соединённый с валом 4 кривошип 6, размещённый на последнем сателлит 7 с коническими зубчатыми венцами 8 и 9, первый из которых предназначен для взаимодействия с коническим зубчатым колесом 5, коаксиально расположенные конические зубчатые колеса 10 и 11 для взаимодействия с зубчатым венцом 9 сателлита 7 и жестко связанные с зубчатыми колесами 10 и 11 коаксиально расположенные внутренний 12 и внешний 13 выходные валы соответственно. Конические зубчатые колеса 10 и 11 имеют разное число зубьев. В корпусе 1 установлен промежуточный вал 14 с зубчатым колесом 15 на конце и диаметральной отверстием 16 в средней части, связанный с внешним выходным валом 13 через муфту предельного момента, включающую размещённые в диаметральной отверстии 16 подпружиненные пружиной 17 относительно друг друга шарики 18 и лунки 19, выполненные во внешнем выходном валу 13, и с внутренним выходным валом 12 – через муфту свободного хода 20. В корпусе 1 перпендикулярно промежуточному валу 14 установлен шпиндель 21, имеющий торцовые кулачки 22 и зубчатое колесо 23, ответное зубчатому колесу 15, и головка 24 под ключ, имеющая торцовые кулачки 25, ответные торцовым кулачкам 22 шпинделя 21, и подпружиненная относительно последнего пружинами 26. В корпусе 1 закреплён подковообразный магнит 27, а коаксиально ему в головке 24 под ключ закреплён другой подковообразный магнит 28.

Резьбовозавертывающий инструмент работает следующим образом.

Вращательное движение от вала 4 привода 3 посредством кривошипа 6 преобразуется в прецессионное движение сателлита 7, конические зубчатые венцы 8 и 9 которого взаимодействуют соответствен-

но с неподвижным коническим зубчатым колесом 5 и с ведомыми коаксиально расположенными коническими зубчатыми колесами 10 и 11, последние начинают вращаться совместно с внутренним 12 и внешним 13 выходными валами соответственно, при этом из-за разности числа зубьев они имеют различную угловую скорость. Вращательное движение внешнего выходного вала 13 через подпружиненные шарики 18 передается промежуточному валу 14, а от последнего через зубчатые колеса 5 и 23 – шпинделю 21. Далее головка 24 под ключ устанавливается на головку болта или гайку затягиваемого резьбового соединения (не показаны). К корпусу 1 прикладывают усилие вдоль оси шпинделя 21, при этом, преодолевая усилие пружины 26, головка 24 под ключ перемещается в осевом направлении и ее торцовые кулачки 25 входят в зацепление с торцовыми кулачками 22 шпинделя 21, который увлекает за собой головку 24 под ключ, а последняя осуществляет затяжку резьбового соединения. При достижении определенного крутящего момента, передаваемого на затягиваемое резьбовое соединение, срабатывает муфта предельного момента, при этом шарики 18 задавливаются в диаметральной отверстие 16 промежуточного вала 14 и внешний выходной вал 13 начинает проскальзывать относительно промежуточного вала 14. Одновременно с этим внутренний выходной вал 12, вращающийся с меньшей угловой скоростью, нежели внешний выходной вал 13, через муфту 20 свободного хода начинает передавать вращение промежуточному валу 14 и далее через те же зубчатые колеса 15 и 23 и шпиндель 21 – на головку 24 под ключ, которая и осуществляет доворот головки болта или гайки до полной затяжки резьбового соединения. Затем останавливают привод 3 и снимают головку 24 под ключ с затянутого резьбового соединения. При этом под действием пружин 26 головка 24 под ключ перемещается в осевом направлении относительно шпинделя 21, торцовые кулачки 22 последнего выходят из зацепления с торцовыми кулачками 25 головки 24 под ключ, которая под действием полукольцевых магнитов 28 и 27 поворачивается в исходное положение, затем резьбовозавертывающий инструмент устанавливают на другое, подлежащее затяжке, резьбовое соединение, весь цикл повторяется в описанной последовательности.

#### Формула изобретения

Резьбовозавертывающий инструмент, содержащий корпус, размещённый в нем привод, редуктор, муфту предельного момента, кинематически связанный с редуктором че-





СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1704139

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

**"Электромеханические часы"**

Автор (авторы): **Сирецяну Валерий Константинович и другие,**  
указанные в описании

они же

Заявитель:

Заявка № **4713495** Приоритет изобретения **3 июля 1989г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

**8 сентября 1991г.**

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1704139 A1

(51)5 G 04 B 29/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4713495/10

(22) 03.07.89

(46) 07.01.92. Бюл. № 1

(75) И.А.Бостан, И.Г.Ботез, В.Е.Дулгеру  
и В.К.Сирецяну

(53) 681.11 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР

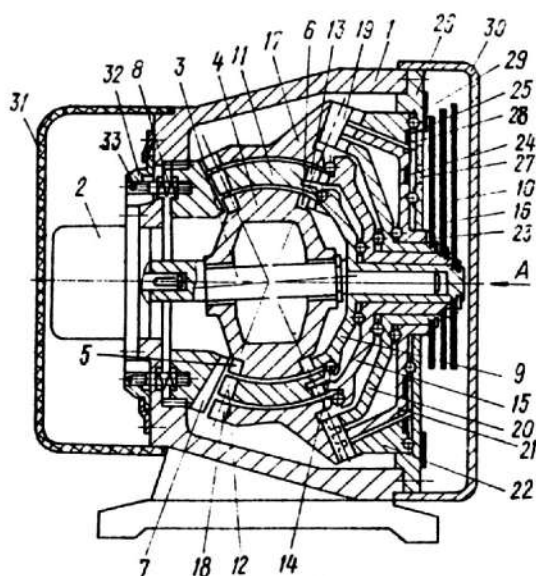
№ 1408416, кл. G 04 B 29/02, 1988.

(54) ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

(57) Изобретение может быть использовано  
для изготовления часов с большим числом  
индикаторов. Часы содержат корпус 1, в ко-

2

тором размещен двигатель 2, вал которого  
через кривошип 3 вращает сферический са-  
теллит 4, зацепляющийся с центральным не-  
подвижным колесом и вращающий колесо  
секундной стрелки. На сателлите 4 установ-  
лен сателлит 7, зацепляющийся с централь-  
ным и минутным колесами. На сателлите 7  
размещен наружный сателлит 9, зацепляю-  
щийся с колесом 5, и вращающий зубчатые  
колеса часов, чисел месяца и месяцев. Пре-  
дусмотрена возможность корректировки  
показаний индикаторов. 5 ил.



Фиг. 1

(19) SU (11) 1704139 A1

Изобретение относится к товарам народного потребления.

Цель изобретения – расширение функциональных возможностей и уменьшение габаритов часов.

На фиг. 1 представлена конструкция предложенных часов; на фиг. 2 – вид А на фиг. 1; на фиг. 3 – индикатор; на фиг. 4 – колесо; на фиг. 5 – средство для корректировки показания индикаторов.

Электромеханические часы (фиг.1) содержат корпус 1, в котором размещен шаговый двигатель 2, вал которого жестко связан с кривошипом 3, на котором установлен сателлит 4 с зубчатыми венцами 5 и 6, корпусная поверхность которого выполнена сферической. С левой стороны сателлита 4 размещено коническое зубчатое колесо 7, которое связано с корпусом с возможностью осевого перемещения и подпружиненного в осевом направлении упругими элементами 8. Зубчатое колесо 9 жестко связано с секундной стрелкой 10. На сферической поверхности сателлита 4 установлен средний сателлит 11, содержащий зубчатые венцы 12 и 13 и взаимодействующий через тела 14 качения с косым торцом зубчатого колеса 9.

Зубчатое колесо 15, зацепляющееся с венцом 13 сателлита 11, жестко связано с минутной стрелкой 16. На наружной поверхности сателлита 11 размещен наружный сателлит 17 с зубчатыми венцами 18 и 19, взаимодействующий через тело качения с косым торцом ведомого зубчатого колеса 15. Венец 18 сателлита 17 зацепляется с центральным колесом 7, а венец 19 – с тремя зубчатыми колесами 20-22 с разными числами зубьев. Зубчатое колесо 20 жестко связано с часовой стрелкой 23, колесо 21 – с индикатором 24 чисел месяца, а колесо 22 – индикатором 25 месяцев. При этом на торце колеса 21 установлен индикатор 24, по периметру которого размещены числа месяца, а на торце колеса 22 – индикатор 25, по периметру которого указаны месяцы года. Кроме того, в крышке 26 напротив индикаторов 24 и 25 выполнены окна 27 и 28, а на периферии установлен циферблат 29. Циферблат и стрелки закрыты прозрачной крышкой 30. На другом торце корпуса 1 под крышкой 31 установлен механизм корректировки положения индикаторов 10, 16, 23, 24 и 25, выполненный в виде обоймы 32 с резьбой, взаимодействующей с винтами 33, жестко связанными с колесом 7, и ключа 34, зубья которого зацепляются с зубьями 35, выполненными на колесе 22 (при корректировке положения индикатора 25), или с зубьями

36, выполненными на колесе 21 (при корректировке положения индикатора 24).

Электромеханические часы работают следующим образом.

5 Вращение от шагового двигателя 2 посредством кривошипа 3 превращается в прецессионное движение сателлита 4. В результате зацепления зубьев венцов 5 и 6 с зубьями зубчатых колес 7 и 9 последнее колесо, а следовательно, и секундная стрелка 10 будут вращаться.

10 Вращательное движение колеса 9 посредством его косо го торца и тел 14 качения превращается в прецессионное движение сателлита 11. В результате зацепления зубьев венцов 12 и 13 с зубьями колес 7 и 15 последнее, а следовательно, и минутная стрелка 16 будут вращаться.

15 Вращательное движение колеса 15 посредством его косо го торца и тел 20 качения прекращается в прецессионное движение сателлита 17. В результате зацепления венцов 18 и 19 с зубьями колес 7 и 20 последнее, а следовательно, и стрелка 23 будут вращаться.

20 В результате зацепления венцов 18 и 19 с зубьями колес 7 и 21 последнее, а следовательно, и индикатор 24 будут вращаться. В результате зацепления венцов 18 и 19 с зубьями колес 7 и 22, последнее, а следовательно, и индикатор 25 будут вращаться. Для осуществления корректировки необходимо вывести колесо 7 из зацепления с сателлитами 4, 11 и 17 путем вращения резьбовой обоймы 32, которая через винты 33 выводит колесо 7 из зацепления.

25 Таким образом, использование изобретения позволяет значительно повысить функциональные возможности электромеханических часов (возможность отсчета секунд, минут, часов, дней и месяцев).

30 Возможность получения больших передаточных отношений в одной ступени прецессионной : передачи позволяет значительно упростить конструкцию часов, уменьшить их габариты.

35 Составное расположение колес прецессионного редуктора позволяет уменьшить осевые и радиальные размеры часов.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

40 Электромеханические часы, содержащие двигатель, ротор которого связан через редуктор с зубчатыми колесами индикатора часов, минут и секунд, о т л и ч а ю щ и е с я тем, что, с целью уменьшения габаритов, в него введены зубчатые колеса индикаторов чисел месяца и месяцев, редуктор выполнен планетарным с неподвижным центральным колесом, контактирующим с одними торца-

5

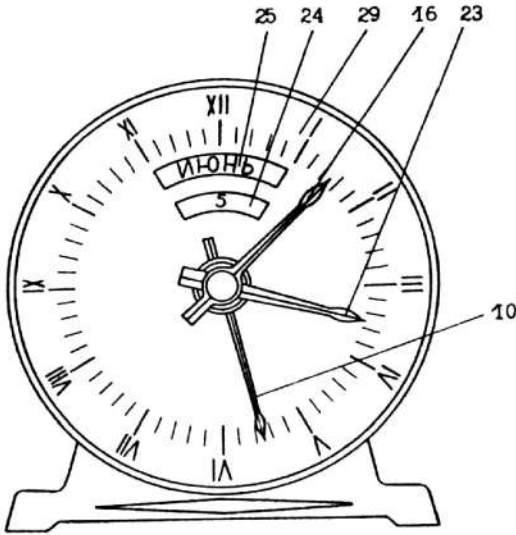
1704139

6

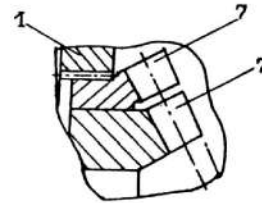
ми спутников в виде сферических частей, размещенных одна в другой, другие торцы которых контактируют с зубчатыми колесами индикатора, причем внутренний спутел-

лит контактирует с колесом секундного индикатора, средний - с минутным, а наружный спутеллит - с индикаторами часов, чисел месяца и месяцев.

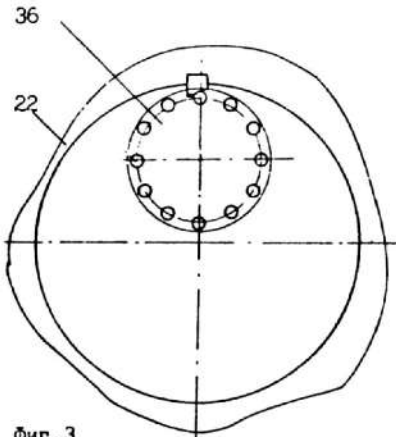
Вид А



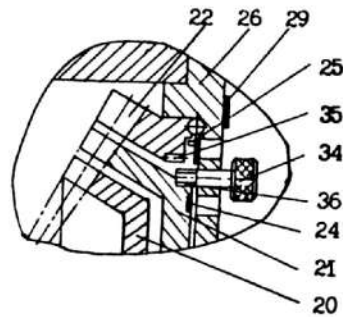
Фиг. 2



Фиг. 4



Фиг. 3



Фиг. 5





СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1929981

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Тайковерт"

Автор (авторы):

Бостан Иван Антонович и другие, указанные в описании

Заявитель:

КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявка №

4806040 Приоритет изобретения 5 февраля 1990г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

22 декабря 1991г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1727981 A1

(51)5 В 25 В 21/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

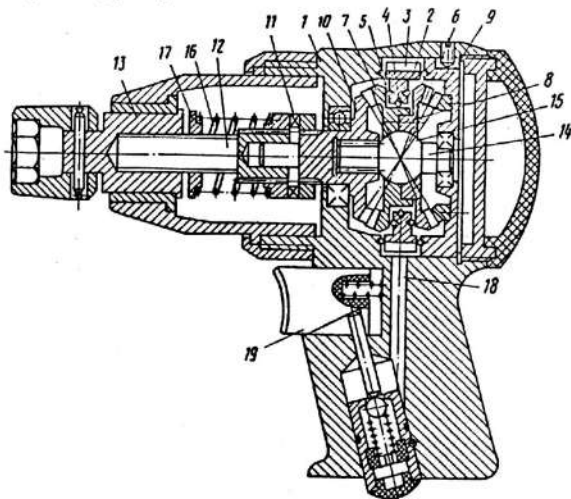
(21) 4806040/28  
(22) 05.02.90  
(46) 23.04.92. Бюл. № 15  
(71) Кишиневский политехнический институт им. С.Лазо  
(72) И.А.Бостан, В.Е.Дулгеру, И.Г.Ботез и А.З.Марин  
(53) 621.883(088.8)  
(56) 1. Авторское свидетельство СССР № 521073, кл. В 23 В 45/02, 1976.  
2. Авторское свидетельство СССР № 1632762, кл. В 25 В 21/01, 1988 (прототип).

(54) ГАЙКОВЕРТ

(57) Изобретение относится к механизированному инструменту, в частности к резьбо-развертывающим инструментам. Целью изобретения является повышение нагрузочной способности. При нажатии на пусковую кнопку 19 гайковерта воздух через канал 18

2

поступает на лопасти 3 рабочего колеса 2, которое начинает вращаться с определенной угловой скоростью. Поскольку ступица 4 наклонена к оси рабочего колеса 2, вращение последнего преобразуется в прецессионное движение сателлита 8, при котором зубчатые венцы 6 и 7 сателлита обкатываются по зубчатому колесу 9 и ведомому зубчатому колесу 10, а последнее при этом начинает вращаться с замедленной угловой скоростью относительно угловой скорости вращения рабочего колеса 2. Вращение с ведомого зубчатого колеса 10 через муфту предельного момента 11 и промежуточный валик 12 передается на шпindel 13 и далее - на затягиваемое резьбовое соединение. При достижении предельного момента затяжки резьбового соединения, преодолевая усилие пружины 16, срабатывает муфта предельного момента 11 и шпindel 13 останавливается. 1 ил.



(19) SU (11) 1727981 A1

Изобретение относится к механизированному инструменту, в частности к резьбо-завертывающим инструментам.

Известна ручная машина, содержащая корпус, в котором расположены реверсивный двигатель, планетарный редуктор, солнечное колесо которого установлено в корпусе и снабжено храповым венцом, таким же храповым венцом снабжено водило, а на корпусе машины закреплена двузубая собачка, взаимодействующая поочередно с упомянутыми храповыми венцами [1].

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является гайковерт, содержащий корпус, размещенный в нем пневмодвигатель, включающий рабочее колесо, кинематически связанный с ним прецессионный редуктор, включающий закрепленное в корпусе коническое зубчатое колесо, сателлит, имеющий по торцам конические зубчатые венцы, опору сателлита и ведомое коническое зубчатое колесо, шпиндель и муфту предельного момента, соединенную с последним и ведомым коническим зубчатым колесом [2].

Недостатком известного технического решения является низкая нагрузочная способность.

Целью изобретения является повышение нагрузочной способности.

Указанная цель достигается тем, что в гайковерте, содержащем корпус, размещенный в нем пневмодвигатель, включающий рабочее колесо, кинематически связанный с ним прецессионный редуктор, включающий закрепленное в корпусе коническое зубчатое колесо, сателлит, имеющий по торцам конические зубчатые венцы, опору сателлита и ведомое коническое зубчатое колесо, шпиндель и муфту предельного момента, соединенную с последним и ведомым коническим зубчатым колесом, опора сателлита выполнена в виде вала, установленного одним концом в корпусе, другим в ведомом коническом зубчатом колесе, и имеющего в средней части сферическую поверхность, сателлит выполнен с центральным сферическим отверстием, ответным сферической поверхности вала, и разъемом, перпендикулярным к его оси и расположенным в диаметральной плоскости сферической поверхности, а рабочее колесо имеет наклонную ступицу, установленную с возможностью вращения между коническими зубчатыми венцами.

На чертеже изображен предлагаемый гайковерт.

Гайковерт содержит корпус 1, рабочее колесо 2 с лопастями 3 с наклонной ступицей 4, размещенной на телах 5 качения меж-

ду коническими зубчатыми венцами 6 и 7 составного сателлита 8, которые зацепляются соответственно с зубьями конического колеса 9, закрепленного в корпусе 1, и ведомого конического зубчатого колеса 10, связанного посредством муфты 11 предельного момента и промежуточного валика 12 со шпинделем 13. Сателлит 8 установлен на опоре, выполненной в виде вала 14, установленного одним концом в корпусе 1, другим – в ведомом коническом зубчатом колесе 10, и имеющего в средней части сферическую поверхность 15. Муфта 11 предельного момента подпружинена в осевом направлении пружиной 16, усилие поджатия которой регулируется гайкой 17. Воздух подается на лопасти 3 рабочего колеса 2 через канал 18 и регулируется пусковой кнопкой 19.

Гайковерт работает следующим образом.

При подаче воздуха через канал 18 на лопасти 3 рабочего колеса 2 последнее будет вращаться с определенной скоростью. Благодаря наклону ступицы 4 рабочего колеса 2, установленной с возможностью вращения между коническими зубчатыми венцами 6 и 7 составного сателлита 8, вращательное движение рабочего колеса 2 преобразуется в прецессионное движение составного сателлита 8. В результате зацепления зубчатых венцов 6 и 7 с зубьями конических колес 9 и 10 последнее будет вращаться с редукцией

$$U = - \frac{Z_6 Z_{10}}{Z_9 Z_7 - Z_6 Z_{10}}$$

где  $Z_6, Z_7$  – числа зубьев 6 и 7 венцов составного сателлита 8;

$Z_9, Z_{10}$  – числа зубьев центральных конических колес 9 и 10.

При этом  $Z_9 = Z_6 \pm 1; Z_{10} = Z_7 \pm 1; Z_6 = Z_7 \pm 1, 2, 3, \dots$

Редуцированное вращательное движение ведомого конического зубчатого колеса 10 передается через муфту 11 предельного момента и промежуточный валик 12 на шпиндель 13. Если усилие затяжки превышает определенную номинальную величину, кулачки муфты 11 предельного момента расцепляются, преодолевая усилие пружины 16, тем самым прекращая передачу крутящего момента на шпиндель 13.

**Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я**

Гайковерт, содержащий корпус, размещенный в нем пневмодвигатель, включающий рабочее колесо, кинематически

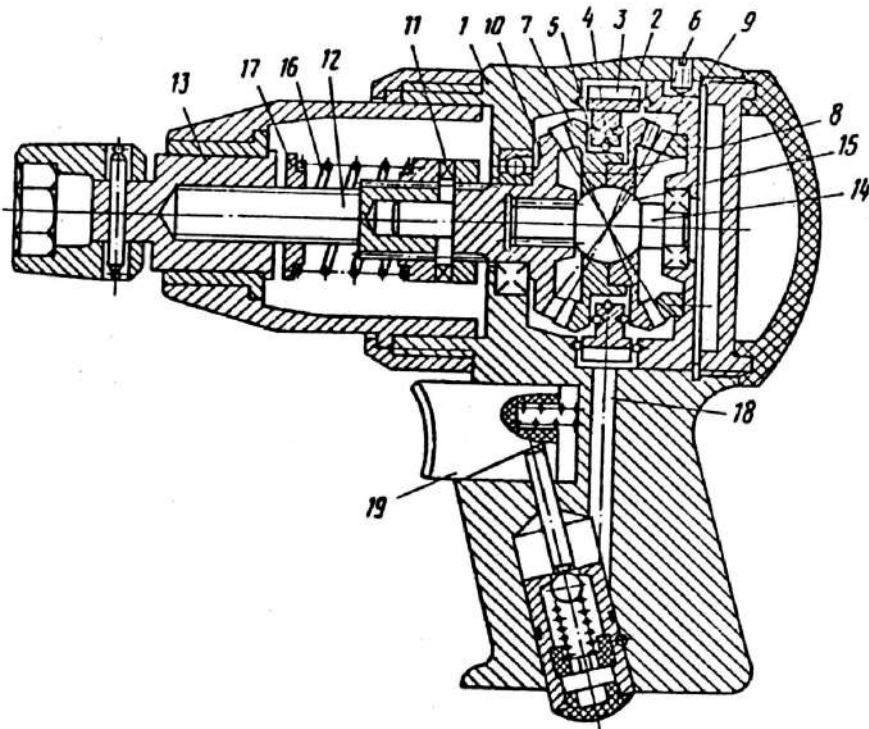
5

1727981

6

связанный с ним прецессионный редуктор, включающий закрепленное в корпусе коническое зубчатое колесо, сателлит, имеющий по торцам конические зубчатые венцы, опору сателлита и ведомое коническое зубчатое колесо, шпindel и муфту предельного момента, соединенную с последним и ведомым коническим зубчатым колесом, отличающийся тем, что, с целью повышения нагрузочной способности, опора сателлита выполнена в виде вала, установленного одним

концом в корпусе, другим – в ведомом коническом зубчатом колесе и имеющего в средней части сферическую поверхность, сателлит выполнен с центральным сферическим отверстием, ответным сферической поверхности вала, и разъемом, перпендикулярным его оси и расположенным в диаметральной плоскости сферической поверхности, а рабочее колесо имеет наклонную ступицу, установленную с возможностью вращения между коническими зубчатыми венцами.





СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1771960

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Шарнир манипулятора"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович и другие, указанные в описании

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.С.ЛАЗО

Заявка № 4725685 Приоритет изобретения 31 июля 1989г.  
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

1 июля 1992г.  
Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела

*Расс*  
*Зинин*



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1771960 A1

(51)5 В 25 J 17/00. 7/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

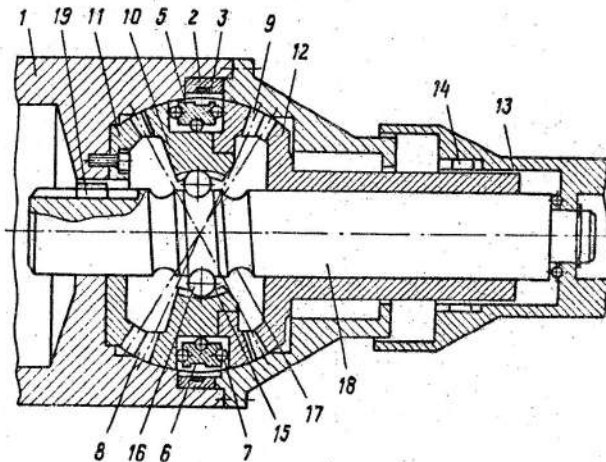
(21) 4725685/08  
(22) 31.07.89  
(46) 30.10.92. Бюл. № 40  
(71) Кишиневский политехнический институт им.С.Лазо  
(72) И.А.Бостан, В.Е.Дулгеру,  
И.Г.Ботез и Б.М.Ловкет  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1673425, кл. В 25 J 1/00. 1989.

Бансявичюс Р.Ю. и др. Вибродвигатели.  
Вильнюс, Мокслас, 1981, с.182, р.6.24.

(54) ШАРНИР МАНИПУЛЯТОРА

(57) Изобретение относится к робототехнике, а именно микроманипуляторам с вибродвигателем. Целью изобретения является повышение нагрузочной способности и расширение функциональных возможностей.

При поступлении электрических сигналов на пьезопреобразователи 3 вращается и перемещается кольцо 4, на наружной поверхности которого выполнена однопериодная синусная канавка 5, расположенная напротив пьезопреобразователей, т.к. кольцо 4 размещено в канавке составного сателлита 10 дифференциального механизма. Эти перемещения передаются сателлиту 10, превращаясь в прецессионное движение последнего. В результате зацепления венцов сателлита зубчатыми колесами 11 и 12 звено 13 получает вращательное движение, а от взаимодействия тел качения 16 с винтовыми канавками 17 штока 18 — поступательное перемещение, т.к. это звено связано со штоком, 2 ил.



Фиг. 1

(19) SU (11) 1771960 A1

Изобретение относится к робототехнике, а именно к микроманипуляторам с вибродвигателями.

Целью изобретения является повышение нагрузочной способности и расширение функциональных возможностей.

На фиг. 1 представлен шарнир манипулятора; на фиг. 2 показана синусная канавка с пьезопреобразователями.

Шарнир манипулятора содержит звенокорпус 1, вибродвигатель в виде установленного неподвижно в корпусе 1 кольца 2, в котором по периметру размещены пьезопреобразователи 3. Внутри кольца 2 размещено кольцо 4, на наружной цилиндрической поверхности 5 которого выполнена однопериодная синусная канавка 6. Кольцо 4 размещено в пазу на телах качения 7 между зубчатыми венцами 8 и 9 составного сателлита 10, которые зацепляются с зубьями центральных колес 11 и 12, связанных соответственно с корпусом 1 и со звеном 13 посредством муфты 14. Сателлит 10 и колеса 11 и 12 образуют дифференциальный механизм. В ступице сателлита 10 выполнены канавки 15, в которых размещены тела 16 качения, взаимодействующие одновременно с винтовыми канавками 17, выполненными на поверхности штока 18, связанного стопорным кольцом со звеном 13, а также скользящей шпонкой 19 с корпусом 1. Шток 18 и тела качения 16 образуют шарико-винтовую передачу. Пьезопреобразователь 3 включает генераторы 20 поперечных и генераторы 21 продольных колебаний.

Шарнир манипулятора работает следующим образом.

Генераторы 20 и 21 поперечных и продольных колебаний получают электрические сигналы и возбуждают сдвиговые колебания кольца 4. При этом в генераторе 20 возбуждаются поперечные колебания, а в генераторе 21 – продольные. Эти колебания имеют максимальную амплитуду напротив канавки 6. Одновременно локализация поперечных колебаний в области, расположенной над синусной канавкой, приводит к центрированию пьезопреобразователей 3 по траектории синусной канавки 6, т.е. в процессе работы кроме вращения вокруг своей оси кольцо 4 получает осевые перемещения. Размещение кольца 4 между частями

составного сателлита 10 на телах качения 7 обеспечивает в результате этого преобразование составляющих движения кольца 4 в прецессионное движение сателлита 10 (при этом амплитуда синусоиды синусной канавки 6 равна амплитуде прецессионного движения сателлита 10). В результате зацепления венцов 9 и 8 сателлита 10 с зубьями центральных колес 11 и 12 последнее, а, следовательно, и звено 13 при включении муфты 14 будут вращаться с редукцией

$$i_1 = \frac{Z_9 Z_{12}}{Z_{11} Z_{10} - Z_9 Z_{12}}$$

где  $Z_9, Z_{10}$  – число зубьев венцов 8 и 9 сателлита 10;

$Z_{11}, Z_{12}$  – число зубьев центральных колес 11 и 12.

Сам сателлит 10 вращается вокруг своей геометрической оси с редукцией

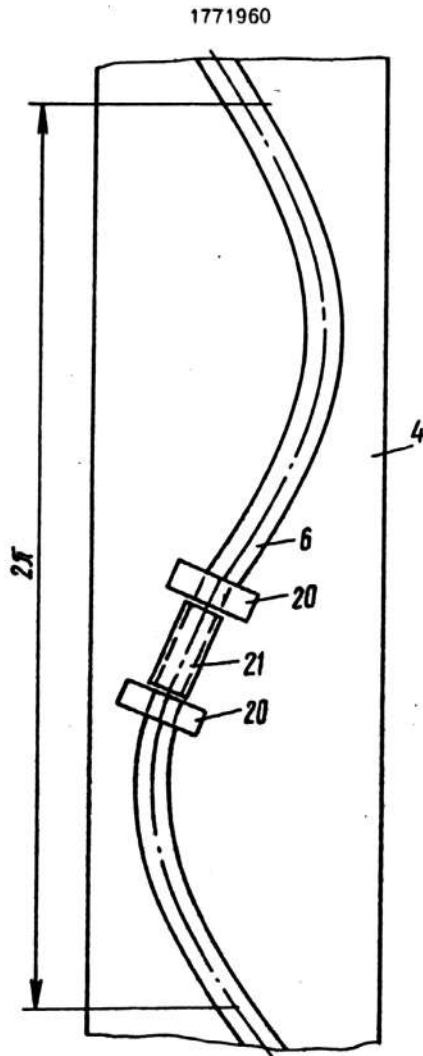
$$i_2 = \frac{Z_9}{Z_{11} - Z_9}$$

Это редуцированное вращательное движение сателлита 10 превращается посредством тел качения 16 и винтовых канавок 17 в поступательное движение штока 18. Величина перемещения  $S_{шт} = t \cdot n_c$ , где  $t$  – шаг винтовой канавки;  $n_c$  – число оборотов сателлита. Это перемещение передается звену 13.

Таким образом, звено 13 получает поступательное движение от того же привода, что и поворот вокруг своей оси.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Шарнир манипулятора, содержащий звенья, в одном из которых размещен вибродвигатель, имеющий пьезопреобразователи, отличающийся тем, что, с целью повышения нагрузочной способности и расширения функциональных возможностей, он снабжен кольцом с выполненной на его наружной поверхности синусной канавкой, шарико-винтовым механизмом и дифференциальным механизмом, центральные зубчатые колеса которого связаны со звеньями, а сателлит имеет наружную канавку, в которой на опорах качения расположено кольцо, и внутренние канавки, в которых расположены шарики указанной передачи, винт которой связан с вторым звеном, при этом пьезопреобразователи расположены над синусной канавкой кольца.



Фиг. 2

Редактор	Составитель С. Новик Техред М. Моргентал	Корректор Н. Ревская
Заказ 3804	Тираж	Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5		
Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101		



REPUBLICA MOLDOVA

AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE

BREVET de  
INVENȚIE

Nr. 549

Agencia de Stat a Republicii Moldova pentru Protecția Proprietății Industriale eliberează prezentul brevet de invenție, care conferă titularului dreptul exclusiv de exploatare și de a interzice terților fabricarea, folosirea sau comercializarea invenției fără autorizația sa pe teritoriul Republicii Moldova, pe durata de valabilitate a acestuia.

Descrierea invenției, revendicările și desenele explicative însoțesc și fac parte integrantă din prezentul brevet.

*Confirm cele de mai sus prin semnarea  
și aplicarea sigiliului*

DIRECTOR GENERAL



*Stancu*



MD 549 C2

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății  
Industriale

(11) 549 C2  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B 21 D 43/00;  
B 30 B 15/30

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: 95-0270

(22) Data depozit: 16.06.1995

(42) Data publicării hotărârii  
de acordare a brevetului:  
31.05.1996, BOPI nr. 5/96

(30)\* Nr. 4845624/27, 23.04.1990, SU

(10)\* Certificat de autor nr. 1758941, SU

(71) Solicitant: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD

(72) Inventatori: Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, MD

(73) Titular: S.R.L. "PRECESIA", MD

(54) **Procedeu de moletare a dinților roților conice și dispozitiv de realizare a lui**

(57) Rezumat:

1

Invenția se referă la domeniul prelucrării metalelor prin deformare și poate fi utilizată pentru moletarea dinților roților conice.

Procedeu de moletării dinților roților conice constă în punerea roții în mișcare de rotație în jurul axei verticale, moletarea se efectuează cu câteva role conice dințate, amplasate pe circumferință, cărora li se comunică mișcare alternativă de translație, generată de un generator cu unde ultrasonore de înaltă frecvență. Dispozitivul pentru realizarea procedurii include o placă suport, un mecanism de rotire a roților în jurul axei verticale a roții, un mecanism de moletare a dinților, care constă dintr-o carcasă, o osie, o rolă conică dințată de moletare a dinților, un ansamblu de deplasare longitudinală alternativă de translație și un ansamblu al depla-

2

sării oscilante. Rolă conică de moletare este instalată cu posibilitatea rotirii. Ansamblul deplasării oscilante a carcasi este executat în forma unui arbore cu manivelă, a unui suport, a unei came, a două culisouri arcuite, a unei pârghii cu două brațe și a unui tchet. Arborele cu manivelă este montat pe placa suport vertical deasupra mecanismului rotirii și coaxial cu axa lui de rotire. Ansamblul deplasării longitudinale a osiei este executat în forma unui generator de unde ultrasonore. Carcasa este instalată liber pe manivela arborelui cu manivelă. Osia și ansamblul deplasării ei longitudinale sunt fixate pe suport.

Revendicări: 3

Figuri: 3





MD 552 C2

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății  
Industriale

(11) 552 C2  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B 24 B 53/08

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: 95-0272	(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 31.05.1996, BOPI nr. 5/96
(22) Data depozit: 16.06.1995	
(30)* Nr. 4448694/08, 27.06.1988, SU	
(10)* Certificat de autor nr. 1646818, SU	
(71) Solicitant: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	
(72) Inventatori: Bostan Ion, Țopa Mihai, Mazuru Sergiu, Băbaian Ion, MD	
(73) Titular: S.R.L. "PRECESIA", MD	

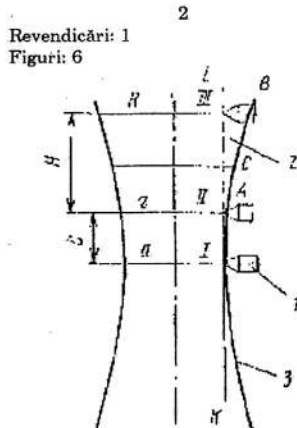
(54) Metodă de îndreptare a pietrei de rectificat

(57) Rezumat:

Invenția se referă la construcția de mașini și poate fi utilizată la rectificarea angrenajului modificat al transmisiilor planetare precesionale.

Scopul invenției este mărirea preciziei de îndreptare.

Dispozitivul pentru realizarea metodei include scula de îndreptare 1, piatra profilată de rectificat 2 cu generatoarea 3. Vârful sculei de îndreptare este deplasat pe o dreaptă, care se intersectează cu axa pietrei de rectificat sub un unghi  $\alpha$ , care formează suprafața unui hiperboloid de rotație cu o singură pânză și care depinde de razele pietrei de rectificat, înălțimea ei și curbura profilului. Distanța dintre dreaptă și axa pietrei se alege în funcție de parametrii geometrici ai pietrei și distanța de la capătul pietrei cu diametru mai mic până la punctul de intersecție, distanța determinându-se în funcție de parametrii geometrici ai pietrei.



Revendicări: 1  
Figuri: 6

Fig. 3

MD 552 C2





MD 462 C2

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății  
Industriale

(11) 462 C2  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B 25 B 21/00

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. depozit: 95-0324	(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 30.09.1996, BOPI nr. 9/96
(22) Data depozit: 10.07.1995	
(30)* Nr. 4806040/28, 05.02.1990, SU	
(10)* Certificat de autor, nr. 1727981, SU	
(71) Solicitant: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	
(72) Inventatori: Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Botez Ilie, Marin Alexandru, MD	
(73) Titular: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	

(54) Șurubelniță cu acționare mecanică

(57) Rezumat:

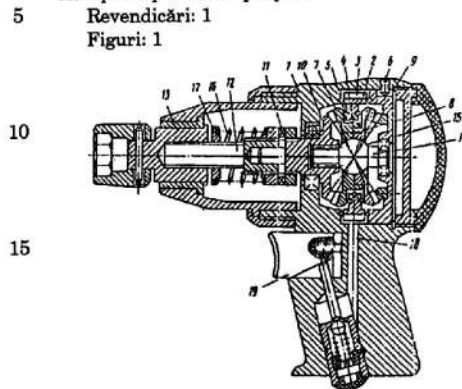
1  
Invenția se referă la scule mecanizate, în particular, la sculele de alizare a filetului.

Scopul invenției este sporirea capacității portante.

La apăsarea butonului de pornire 19 a șurubelniței cu acționare mecanică aerul prin canalul 18 intră pe paletele 3 ale rotorului 2, care începe să se rotească cu o viteză unghiulară stabilită. Deoarece butucul 4 este înclinat către axa rotorului 2, mișcarea de rotație a rotorului se transformă în mișcare de precesie a satelitului 8, în care coroanele dințate 6 și 7 ale satelitului se rostogolesc pe roata dințată 9 și roata dințată condusă 10, iar ultima în acest caz începe să se rotească cu o viteză unghiulară redusă față de viteza de rotire unghiulară a rotorului 2. Mișcarea de rotație de la roata dințată condusă 10 prin cuplajul momentului limită 11 și arborele intermediar 12 se transmite la axul principal 13 și mai departe la îmbinarea cu filet înșurubată. La atingerea mo-

2  
mentului limită la înșurubarea îmbinării cu filet, învingând forța arcului 16, intră în funcțiune cuplajul de moment limită 11 și axul principal 13 se oprește.

Revendicări: 1  
Figuri: 1



MD 462 C2

REPUBLICA MOLDOVA

AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE

BREVET de  
INVENȚIE

Nr. 478

Agencia de Stat a Republicii Moldova pentru Protecția Proprietății Industriale eliberează prezentul brevet de invenție, care conferă titularului dreptul exclusiv de exploatare și de a interzice terților fabricarea, folosirea sau comercializarea invenției fără autorizația sa pe teritoriul Republicii Moldova, pe durata de valabilitate a acestuia.

Descrierea invenției, revendicările și desenele explicative însoțesc și fac parte integrantă din prezentul brevet.

Confirm cele de mai sus prin semnarea  
și aplicarea sigiliului!

DIRECTOR GENERAL

*Stancu*





MD 476 C2

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății  
Industriale

(11) 476 C2  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G 04 B 29/02

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. depozit: 95-0325	(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 30.09.1996, BOPI nr. 9/96
(22) Data depozit: 10.07.1995	
(30)* Nr. 4713495/10, 03.07.1989, SU	
(10)* Certificat de autor, nr. 1704139, SU	
(71) Solicitant: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	
(72) Inventatori: Bostan Ion, Botez Ilie, Dulgheru Valeriu, Sireșeanu Victor, MD	
(73) Titular: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	

(54) Ceas electromecanic

(57) Rezumat:

1  
Invenția poate fi utilizată pentru confecționarea ceasurilor cu un număr mare de indicatoare.

Ceasul include un corp 1, în care este amplasat un motor 2, arborele căruia prin intermediul unei manivele 3 rotește un satelit sferic 4, angrenat cu roata centrală nemișcată. Satelitul 4 rotește roata de secunde. Pe satelitul 4 este instalat un satelit 7, angrenat cu roata centrală și cea de minute. Pe satelitul 7 este amplasat un satelit exterior 9, angrenat cu roata 5, satelitul 9 rotește roțile dințate ale orelor, datelor lunii și lunilor. Este prevăzută posibilitatea corectării informațiilor indicatoarelor.

Revendicări: 1

Figuri: 5

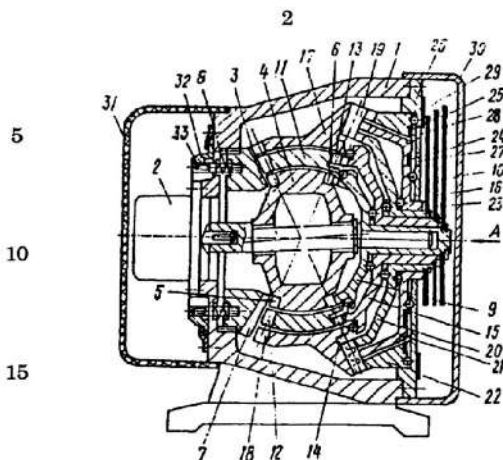


Fig. 1



REPUBLICA MOLDOVA

AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE

BREVET de  
INVENȚIE

Nr. 600

Agenția de Stat a Republicii Moldova pentru Protecția Proprietății Industriale eliberează prezentul brevet de invenție, care conferă titularului dreptul exclusiv de exploatare și de a interzice terților fabricarea, folosirea sau comercializarea invenției fără autorizația sa pe teritoriul Republicii Moldova, pe durata de valabilitate a acestuia.

Descrierea invenției, revendicările și desenele explicative însoțesc și fac parte integrantă din prezentul brevet.

Confirm cele de mai sus prin semnarea  
și aplicarea sigiliului

DIRECTOR GENERAL



*Ștefan*



MD 606 C2

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății  
Industriale

(11) 606 (13) C2  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B 25 B 21/02

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: 95-0327	(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 30.11.1996, BOPI nr.11/96
(22) Data depozit: 10.07.1995	
(30)* Nr. 4219808/25-28, 02.04.1987, SU	
(10)* Certificat de autor, nr.1504084, SU	
(71) Solicitant: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	
(72) Inventatori: Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Babaian Ion, Marin Alexandru, MD; Utiuşev Rafic, RU	
(73) Titular: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	

(54) Şurubelniță cu acționare mecanică

(57) Rezumat:

Invenția se referă la scule mecanizate manuale.

Scopul invenției este lărgirea posibilităților tehnologice.

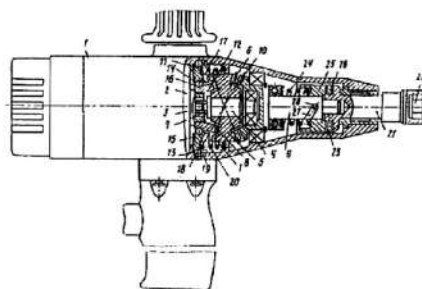
La rotirea arborelui de ieşire 2 cu manivela 4 blocul precesional 5 efectuează mişcare de precesie, angrenându-se cu roțile dințate 8 și 6, respectiv, de roata dințată imobilă 12 și roata dințată 10 a arborelui de ieşire. Ultimul transmite mişcarea de rotație la axul-nicovală 21 și efectuează înşurubarea îmbinării cu filet. La depășirea valorii date a momentului de torsiune aplicat la capul de înşurubare 22 corpurile de rulare suplimentare 18, învingând forța arcului 20, încep să se deplaseze pe suprafața canelurilor elicoidale 19, deplasând roata dințată 11 în direcția roții dințate 7 până la angrenarea lor completă. În același timp corpurile de rulare de bază 17 ies din contactul cu suprafețele canelurilor profilate longitudinale 14. Totodată roata dințată 12 începe să se rotească

liber în raport cu corpul 1 și arborele de ieşire 9 cu axul-nicovală 21 se rotesc cu viteză unghiulară redusă.

Revendicări: 1

Figuri: 2

5  
10  
15  
20



REPUBLICA MOLDOVA

AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE

BREVET de  
INVENȚIE

Nr. 610

Agencia de Stat a Republicii Moldova pentru Protecția Proprietății Industriale eliberează prezentul brevet de invenție, care conferă titularului dreptul exclusiv de exploatare și de a interzice terților fabricarea, folosirea sau comercializarea invenției fără autorizația sa pe teritoriul Republicii Moldova, pe durata de valabilitate a acestuia.

Descrierea invenției, revendicările și desenele explicative însoțesc și fac parte integrantă din prezentul brevet.

*Confirm cele de mai sus prin semnarea  
și aplicarea sigiliului*

DIRECTOR GENERAL



*Stancu*



MD 610 C2

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății  
Industriale

(11) 610 (13) C2  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B 64 C 27/04

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: 95-0331

(22) Data depozit: 10.07.1995

(30)\* Nr. 4396349/40-23, 23.03.1988, SU

(10)\* Certificat de autor, nr.1601909, SU

(42) Data publicării hotărârii  
de acordare a brevetului:  
30.11.1996, BOP1 nr. 11/96

(71) Solicitant: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD

(72) Inventatori: Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, MD

(73) Titular: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD

(54) Reductor principal al elicopterului

(57) Rezumat:

Invenția se referă la domeniul construcției de avioane, în particular, la construcția mecanismelor de acționare a elicelor portante ale elicopterului.

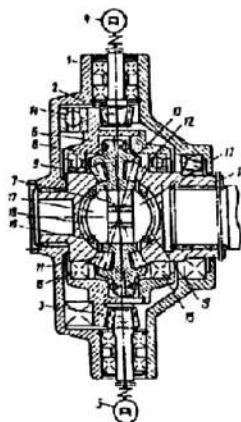
Scopul invenției constă în simplificarea construcției, reducerea masei și sporirea fiabilității, inclusiv, lărgirea posibilităților funcționale

Instalația include un corp 1, pinioane 2 și 3, motoare 4 și 5, o roată conică 6, o transmisie precesională 7, un bloc satelit al roților 8 cu coroane danturate 9 și 10, o roată centrală imobilă 11, o roată conică condusă 12, un arbore al elicei portante 13 a elicopterului, un lagăr axial 14, rulmenți radiali 15, corpuri de rulare 16, segmente sferice 17, locașuri sferice 18 și 19. Dinții coroanelor blocului satelit al roților sunt executați în formă de role conice. Rolele sunt instalate pe axe pe rulmenți cu ace. Între capetele rolor și ale coroanelor sunt instalate lagăre axiale. În cazul elicei portante coaxiale roata conică 12 este executată în formă de două roți conice amplasate coaxial, având numărul de dinți cu unul mai mult și cu unul mai puțin decât numărul rolor conice ale coroanei

danturate 10, angrenate cu ele. Roțile conice sunt legate cu arborii elicelor portante coaxiale.

Revendicări: 2

Figuri: 5







MD 464 C2

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății  
Industriale

(11) 464 C2  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B 60 K 7/00

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. depozit: 95-0329	(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 30.09.1996, BOPI nr. 9/96
(22) Data depozit: 10.07.1995	
(30)* Nr. 4760858/11, 12.10.1989, SU	
(10)* Certificat de autor, nr. 1724486, SU	
(71) Solicitant: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	
(72) Inventatori: Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Filatov Victor, MD	
(73) Titular: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	

(54) **Mecanism de acționare a electromobilului**

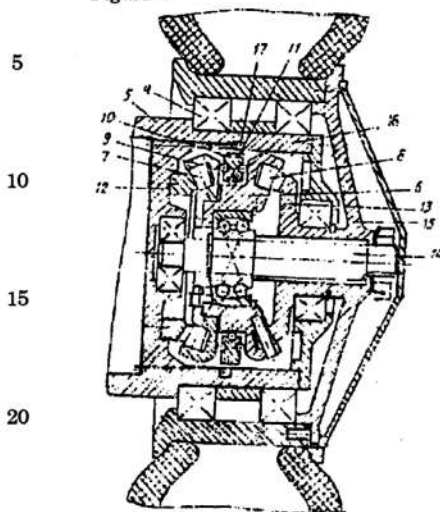
(57) **Rezumat:**

Invenția se referă la construcția de mașini și poate fi utilizată în electromobile.

Scopul invenției constă în reducerea masei și sporirea fiabilității.

Mecanismul de acționare, a electromobilului include un corp 5, în care este amplasat un satelit cu două coroane 6, între coroanele cărui este amplasat un inel 10, pe suprafața cilindrică exterioară a cărui este executat un canal sinusoidal 11. Din ambele părți ale coroanelor satelitului 6 sunt amplasate roți centrale 12 și 13, legate respectiv cu corpul 5 și butucul roții de rulare 16. Pe suprafața interioară a corpului 5 vizavi de canalul sinusoidal cu o singură perioadă 11 sunt amplasați piezoconvertizorii 17. La alimentarea piezoconvertizorilor 17 inelul 10 efectuează mișcări de rotație și alternative de translație, care se transformă în mișcare de precesie a satelitului 6. Datorită angrenării coroanelor lui cu dinții roților centrale 12 și 13 ultimele se rotesc cu viteză redusă. Reglarea lentă a vitezei roților de rulare se efectuează prin schimbarea frecvenței oscilațiilor în piezoconvertizorul 17.

2  
Revendicări: 1  
Figuri: 3





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII  
INDUSTRIALE

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2073**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRMĂ CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2073 C2 2003.01.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2073<sup>(13)</sup> C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 23 K 9/12

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2001 0071  
(22) Data depozit: 2001.03.20

(45) Data publicării hotărârii de  
acordare a brevetului:  
2003.01.31, BOPI nr. 1/2003

(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

(72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; OPREA Anatolie, MD;  
ODAINĂI Valeriu, MD

(73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

(54) Mecanism de alimentare cu sârmă de sudură

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la tehnica de sudat, în special la mecanismele de alimentare cu sârmă de sudură și poate fi utilizată la automatele și semiautomatele de sudat.

Mecanismul conține motor electric, reductor planetar precesional, role de antrenare și de apăsare. Reductorul include satelit instalat pe manivelă, roți centrale fixă și mobilă legată cu arborele condus.

2  
5 Rola de antrenare este instalată liber pe corp și este legată cu arborele condus.

Rezultatul - capacitate portantă majorată, posibilitatea de folosire a unei game largite a diametrelor sârmei de sudură de la 2 la 12 mm.

10 Revendicări: 2  
Figuri: 4



## MD 2073 C2 2003.01.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la tehnica de sudat, în special la mecanismele de alimentare cu sârmă de sudură și poate fi utilizată automatele și semiautomatele de sudat.

5 Este cunoscut mecanismul de alimentare cu sârmă de sudură [1], care include un reductor planetar în multe trepte, pe suprafața interioară a căruia sunt executați dinți, iar discurile fiecărei trepte, cu excepția discului de la ieșire, sunt executate cu dinți interiori și sunt instalate pe axe cu posibilitatea deplasării axiale în raport cu corpul și cu roțile centrale.

Dezavantajul mecanismului cunoscut este construcția complicată și indicii masă-gabarit mari.

10 Este cunoscută de asemenea instalația de sudare semiautomată, în care mecanismul de îndreptare reprezintă un dispozitiv separat, amplasat până la mecanismul de alimentare [2]. Mecanismul de îndreptare reprezintă un corp, care se rotește în jurul arborelui gol al motorului, instalat într-o bucă fixată în corp. Pe corp sunt amplasate două perechi de role de antrenare. Rola de antrenare reglabilă este amplasată pe corp între prima și a doua pereche de role de antrenare. Deplasarea ei axială este reglabilă.

15 Dezavantajul acestei instalații constă în faptul că mecanismul de îndreptare funcționează independent de mecanismul de alimentare, fapt care necesită reglarea lor reciprocă. Un alt dezavantaj este construcția complicată și voluminoasă, fapt care face dificilă utilizarea lui.

20 Mai este cunoscut mecanismul de alimentare cu sârmă de sudură [3], care include corp, motor electric, mecanism planetar de alimentare, role de antrenare și de apăsare, legate rigid corespunzător cu rolele danturate. Mecanismul examinat asigură regimul necesar de alimentare cu sârmă de sudură, însă are construcție relativ complicată și indici de masă-gabarit majorați.

Problema pe care o rezolvă invenția este simplificarea construcției, reducerea indicilor masă-gabarit și sporirea fiabilității mecanismului.

25 Mecanismul de alimentare cu sârmă de sudură, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că conține corp în care sunt montate motor electric, mecanism planetar de alimentare, role de antrenare și role de apăsare legate rigid cu rolele de antrenare, noutatea fiind aceea că mecanismul planetar de alimentare este elaborat în forma unei transmisii planetare precesionale, care include roți centrale fixă și mobilă, manivelă înclinată, instalată cu un capăt pe arborele motorului electric, iar cu altul pe un rulment în butucul roții mobile, pe manivelă fiind instalat blocul-satelit cu două coroane danturate cu dinți cu profil în arc de cerc, una dintre coroanele danturate ale căruia este amplasată în planul care trece prin punctul de intersecție a axei arborelui roții centrale mobile și axei manivelei, totodată rola de antrenare este legată cinematic cu arborele roții centrale mobile și este instalată în corp cu posibilitatea rotirii.

35 Potrivit invenției, arborele roții centrale mobile poate fi legat concomitent, printr-o rolă danturată, în zone diametral opuse, cu două role danturate, pe care sunt instalate rola de antrenare și rola de îndreptare cu role-perechi de apăsare.

Esența invenției este definită de următoarele elemente.

Executarea mecanismului de acționare în forma unei transmisii planetare precesionale cu angrenaj multiplu permite realizarea unor forțe mari de tragere a sârmei de sudură în gabarite mici.

40 Executarea blocului-satelit cu două coroane danturate cu dinți cu profil în cerc, una dintre care este amplasată în planul care trece prin punctul de intersecție a axei arborelui roții centrale mobile și axei manivelei, permite sporirea uniformității rotirii rotelor de antrenare, și deci, ridicarea fiabilității mecanismului în întregime.

45 Legarea cinematică a rolei de antrenare cu arborele roții centrale mobile și instalarea ei pe corp cu posibilitatea rotirii reduce acțiunea momentului încovoietor asupra arborelui roții centrale mobile.

Legarea concomitentă a arborelui roții mobile, printr-o rolă danturată, în zone diametral opuse, cu două role danturate, pe care sunt instalate rola de antrenare și rola de îndreptare cu role-perechi de apăsare permite descărcarea arborelui de ieșire de momentul de încovoiere generat de rola de apăsare.

Mecanismul de alimentare cu sârmă de sudură, conform invenției, asigură următoarele avantaje:

50 – stabilitatea alimentării cu sârmă de sudură la diferite viteze;  
– evitarea acțiunii nefavorabile a forței, generate de rola de apăsare, asupra arborelui roții mobile;  
– posibilitatea elaborării unui mecanism cu construcție simplă și indici masă-gabarit reduși;  
– poziția reglabilă a rolei de apăsare permite alimentarea cu sârmă cu diametrele 2...12 mm.

55 Se prezintă în continuare două exemple de realizare a invenției, cu referire la fig. 1-4, care reprezintă:

- fig. 1, vedere de ansamblu a mecanismului de alimentare cu sârmă de sudură;
- fig. 2, vedere laterală a instalației;
- fig. 3, variantă de amplasare a rotelor de antrenare și apăsare conform revendicării 2;
- fig. 4, schema de calcul, privind asigurarea continuității rotirii arborelui roții mobile.

## MD 2073 C2 2003.01.31

4

Mecanismul de alimentare cu sârmă de sudură, conform invenției, cu referire la fig. 1 și 2, include corpul 1, motorul electric 2, reductorul planetar precesional 3, care constă din roțile dințate centrale fixă 4, legată rigid cu corpul 1, și mobilă 5, legată cu arborele de ieșire 6. Roțile dințate centrale 4 și 5 angrenează corespunzător cu coroanele danturate 7 și 8 ale blocului-satelit 9, instalat pe manivela înclinată 10, fixată cu un capăt pe arborele motorului electric 2, iar cu altul pe rulmentul 11 în butucul roții centrale 5.

Roata centrală 4 și coroana danturată 7 a blocului-satelit 9 au același număr de dinți și formează un cuplaj. Centrele de curbură ale dinților roții centrale 4 sunt amplasate în planul care trece prin punctul de intersecție a axelor arborelui de ieșire 6 și manivelei 10 (centrul de precesie "O" 12 al satelitelui 9).

Roata centrală 5 este instalată pe bucaș 13 în corpul 1. Pe bucaș este instalată liber rola danturată 14, legată cu arborele 6 prin pana transversală 15. Pe butucul rolei danturate 14 este fixată rola de antrenare 16 cu canelurile 17 pentru sârma de sudură, care este strânsă de rola de apăsare 18, fixată pe rola danturată 19, instalată pe axa 20 cu poziție reglabilă în spațiu. Forța de apăsare a rolei 18 este reglată de volantul arcuit 21 (fig. 2), instalat pe o tijă filetată. Sârma de sudură este trecută prin filierul 22, instalat până la rolele de antrenare 16 și de apăsare 18.

Mecanismul de alimentare cu sârmă de sudură (fig. 3) include rola danturată 23, fixată pe arborele de ieșire 6, care angrenează în zone diametral opuse cu rolele danturate 24 și 25, pe butucii cărora sunt fixate rola de antrenare 26 și rola de îndreptare 27, care funcționează în pereche cu rolele de apăsare 28 și 29.

Mecanismul de alimentare cu sârmă de sudură funcționează în modul următor.

Mișcarea de rotație a arborelui motorului electric 1 se transformă prin intermediul manivelei înclinate 10 în mișcare precesională a satelitelui 9. În rezultatul angrenării coroanei danturate 8 cu roata dințată centrală 5 (coroana danturată 7 și roata centrală fixă 4 având același număr de dinți asigură legătura satelitelui cu corpul) ultima se va roti cu gradul 1 de reducere:

$$i = Z_5 / Z_7 Z_8$$

unde  $Z_5$  este numărul dinților roții dințate 5;

$Z_7$  – numărul coroanei danturate 8 a satelitelui 9.

Mișcarea de rotație redusă a arborelui de ieșire 6 se transmite prin pana transversală 15 și rola danturată 14 rolei de antrenare 16. Sârma de sudură este deplasată datorită forței de frecare, care apare între sârmă și canelurile 17 la acțiunea rolei de apăsare 18, reglate de volantul arcuit 21.

Instalarea rolei de antrenare 16 pe corp (nu însă direct pe arborele de ieșire) a permis evitarea acțiunii neavorabile a forței de apăsare asupra arborelui de ieșire (acțiune de încovoiere), și asupra angrenajului precesional.

Amplasarea centrelor de curbură a dinților roții centrale fixe 4 în planul, care trece prin centrul de precesie "O" 12 asigură un grad înalt al uniformității rotirii arborelui de ieșire, datorită eliminării neuniformității (discontinuității) funcției angrenajului de legătură (coroana danturată 7 – roata dințată 4). Conform schemei din fig. 4, cu cât planul care trece prin centrele de curbură ale profilurilor dinților se află mai departe de planul care trece prin centrul de precesie, cu atât neuniformitatea funcției de transmitere va fi mai mare:

$$\Delta = \operatorname{tg} \theta = dm_2 \operatorname{tg} \delta \operatorname{tg} \theta$$

unde  $dm_2$  este diametrul mediu al coroanei danturate a satelitelui;  $\delta$  și  $\theta$  – corespunzător unghiurile axoidului conic și de înclinare a manivelei.

Această neuniformitate este egală cu zero pentru cazul, în care angrenajul de legătură se află în planul care trece prin centrul de precesie 12. Neuniformitatea, care poate să apară în angrenajul coroanei danturate 8 și roții dințate 5, este eliminată la stadiul de generare a dinților roții centrale prin modificarea profilului dinților.

Executarea mecanismului conform revendicării 2 permite atât descărcarea arborelui de ieșire de momentul de încovoiere generat de rola de apăsare, cât și îndreptarea sârmei de sudură.

Capacitatea portantă majorată a angrenajului precesional (concomitent în angrenaj să află până la 100% perechi de dinți) lărgeste considerabil posibilitatea de folosire a diametrelor sârmei de sudură ( $d = 2 \dots 12$  mm).

**MD 2073 C2 2003.01.31**

5

**(57) Revendicări:**

1. Mecanism de alimentare cu sârmă de sudură, care conține corp în care sunt montate un motor electric, mecanism planetar de alimentare, role de antrenare și apăsare legate rigid cu rolele de antrenare, **caracterizat prin aceea că** mecanismul planetar de alimentare este executat ca o transmisie planetară precesională, care include roți centrale fixă și mobilă, manivelă înclinată, instalată cu un capăt pe arborele motorului electric, iar cu celălalt pe rulment în butucul roții mobile, pe manivelă fiind instalat blocul-satelit cu două coroane danturate cu dinți cu profil în arc de cerc, una dintre coroanele danturate ale căruia este amplasată în planul care trece prin punctul de intersecție al axei arborelui roții centrale mobile și axei manivelei, totodată rola de antrenare este legată cinematic cu arborele roții centrale mobile și este instalată în corp cu posibilitatea rotirii.

2. Mecanism de alimentare cu sârmă de sudură conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** arborele roții centrale mobile este legat concomitent, printr-o rolă danturată, în zone diametral opuse, cu două role danturate, pe care sunt instalate rola de antrenare și rola de îndreptare cu rolele-perechi de apăsare.

**(56) Referințe bibliografice:**

1. SU 1074677 A 1984.02.23
2. US 1452986 B 1923.04.24
3. SU 1632679 A 1991.03.07

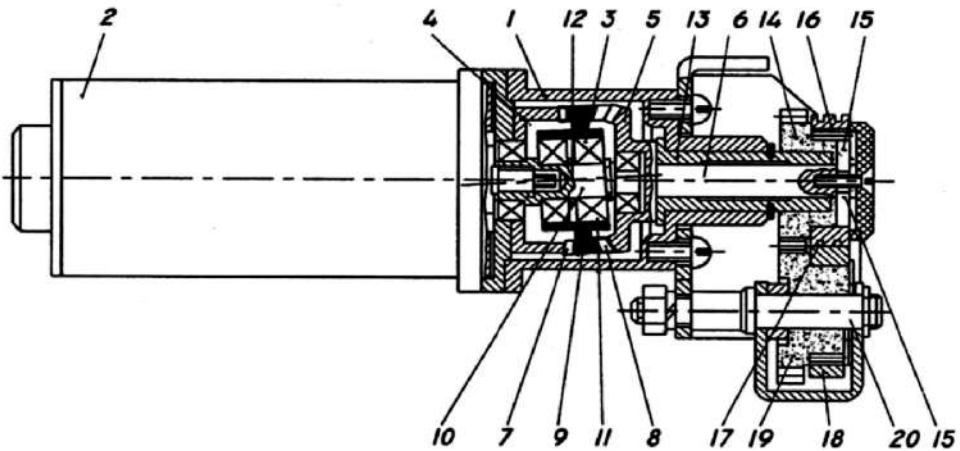


Fig. 1

MD 2073 C2 2003.01.31

6

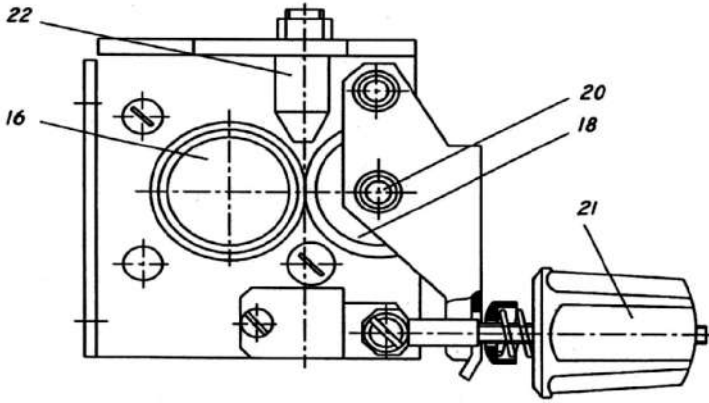


Fig. 2

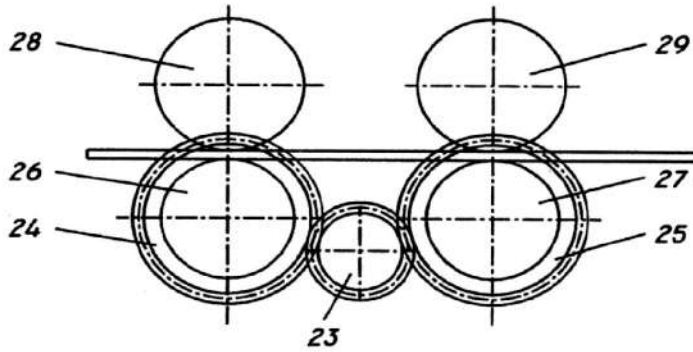


Fig. 3

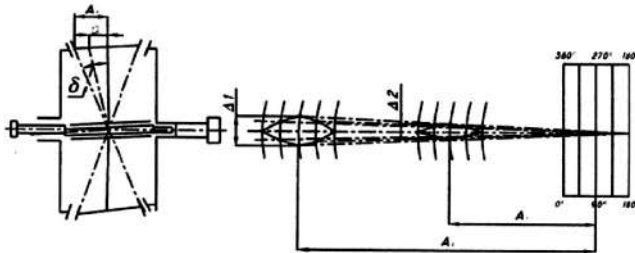


Fig. 4



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII  
INDUSTRIALE

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2081**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2081 C2 2003.01.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2081 (13) C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F 16 H 31/06

## (12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2001 0092  
(22) Data depozit: 2001.04.04

(45) Data publicării hotărârii de  
acordare a brevetului:  
2003.01.31, BOPI nr. 1/2003

(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD  
(72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; TRIFAN Nicolae, MD  
(73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

(54) Mecanism de acționare a armăturii (variante)

(57) Rezumat:

MD 2081 C2 2003.01.31

1  
Invenția se referă la domeniul transportării gazului, în special la mecanismele de acționare a armăturii conductelor de gaz.

Mecanismul de acționare a armăturii conține propulsor (1) și reductor planetar precesional ireversibil. Carcasa (8) reductorului este unită cu carcasa (13) armăturii, iar roata condusă (9) a lui - cu organul de închidere (12) a armăturii.

În interiorul arborelui-manivelă (3) a reductorului sunt amplasate dezaxat două piulițe (11) legate cu organul de închidere (12). Piulițele angrenează și cu un șurub (10) legat rigid cu roata condusă (9) a reductorului planetar precesional. Cu organul de închidere (12) mai este unit, prin intermediul

2  
aceluiași reductor planetar, un volant-dublor manual (15).

5  
În a doua variantă de executare carcasa reductorului planetar precesional este legată rigid cu carcasa armăturii, iar volantul este legat cinematic cu arborele-manivelă.

10  
Rezultatul constă în majorarea posibilităților cinematice ale mecanismului și reducerea forțelor aplicate volantului datorită executării mecanismului de reducere în variantă precesională ireversibilă.

Revendicări: 2

Figuri: 2

15

## MD 2081 C2 2003.01.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la domeniul transportării gazelor, în deosebi, la mecanismele de acționare a armăturii conductelor de gaz.

5 Este cunoscut mecanismul de acționare a armăturii [1], care conține propulsor, mecanism de reducere cu reductor planetar cu angrenare interioară, roată condusă legată prin intermediul transmisiei de roți dințate cu ambreiajul la ieșire. În afară de aceasta roata fixă a transmisiei planetare poate fi legată prin intermediul ambreiajului cu craboți cu dublorul acționat manual.

Mecanismul de acționare a armăturii cunoscut are posibilități cinematice reduse și gabarite comparativ mari.

10 Mai este cunoscut mecanismul de acționare a armăturii [2], care conține un propulsor și un reductor, carcasa căruia este legată cu carcasa armăturii, iar roata condusă – cu organul de închidere, legat cinematic cu manivela dublorului manual. Totodată reductorul este instalat cu posibilitatea de a se roti în raport cu carcasa și este înzestrat cu un fixator în formă de tijă arcuită și cu un canal în carcasa armăturii. Mecanismul cunoscut posedă construcție compusă, randament mic și posibilități cinematice reduse.

15 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este mărirea randamentului, simplificarea construcției și lărgirea posibilităților cinematice ale mecanismului de acționare a armăturii.

Într-o variantă de realizare mecanismul de acționare a armăturii, care conține propulsor și reductor, carcasa căruia este legată de carcasa armăturii, iar roata condusă a lui – cu organul de închidere a armăturii, reductorul este executat în variantă precesională ireversibilă, în interiorul arborelui-manivelă al căruia sunt amplasate dezaxat două piulițe legate cu organul de închidere, totodată piulițele angrenează cu un șurub, legat rigid cu roata condusă a reductorului planetar precesional, în afară de aceasta manual cu organul de închidere a armăturii mai este legat cinematic, prin intermediul reductorului un volant-dublor.

25 În altă variantă de realizare mecanismul de acționare a armăturii, care conține propulsor și reductor, carcasa căruia este legată de carcasa armăturii, iar roata condusă a lui – cu organul de închidere a armăturii, reductorul este executat în variantă precesională ireversibilă, în interiorul arborelui-manivelă al căruia sunt amplasate dezaxat două piulițe, legate cu organul de închidere, totodată piulițele angrenează cu un șurub, legat rigid cu roata condusă a reductorului planetar precesional, în afară de aceasta carcasa reductorului planetar precesional ireversibil este legată rigid cu carcasa armăturii, iar volantul este legat cinematic cu arborele-manivelă.

30 Rezultatul constă în majorarea posibilităților cinematice ale mecanismului și reducerea forțelor aplicate volantului datorită executării mecanismului de reducere în variantă precesională ireversibilă.

Avantajele invenției sunt următoarele:

35 – Executarea mecanismului de reducere în variantă precesională ireversibilă permite de a majora considerabil posibilitățile lui cinematice, de a-i simplifica construcția.

– Amplasarea în interiorul arborelui-manivelă a transmisiei elicoidale dezaxate, șurubul căreia e legat rigid cu roata condusă a transmisiei planetare precesionale, iar piulițele fiind legate de organul de închidere permite de a transforma mișcarea de rotație a roții conduse a transmisiei precesionale în mișcare translativă a organului de închidere cu randament mare.

40 – Legătura volantului-dublor manual cu organul de închidere prin intermediul reductorului planetar precesional ireversibil permite de a simplifica considerabil construcția mecanismului de acționare în întregime.

45 – Legarea carcasei reductorului cu carcasa armăturii, volantul fiind legat cinematic cu arborele-manivelă înclinat, permite de a reduce esențial forța aplicată volantului.

În baza celor expuse mai sus se face concluzia că soluția tehnică declarată posedă elemente distinctive esențiale.

Mecanismul de acționare a armăturii conform invenției se explică prin desenele din fig. 1 și 2, care reprezintă:

50 – fig. 1, o variantă a mecanismului de acționare a armăturii propus;

– fig. 2, varianta a doua a mecanismului de acționare a armăturii.

Mecanismul de acționare a armăturii conține propulsorul 1, arborele căruia este legat prin intermediul transmisiei conice 2 cu arborele-manivelă 3, pe care este instalat liber satelitul 4 format din două coroane 5 și 6, care angrenează cu roata centrală 7, legată rigid de carcasa reductorului 8 și de roata condusă 9, legată rigid cu șurubul 10, se angrenează cu piulițele 11, amplasate în cavitatea arborelui-manivelă 3 legat cu organul de închidere 12. Carcasa reductorului precesional 8 poate fi legată cu carcasa armăturii 13 prin intermediul fixatorului arcuit 14. Volantul-dublor manual 15 este fixat rigid de carcasa reductorului 8.

## MD 2081 C2 2003.01.31

4

În fig. 2 carcasa reductorului 8 este legată rigid de carcasa armăturii 13, iar volantul 15 este cinematic legat printr-o transmisie conică suplimentară 16 cu arborele-manivelă 3.

5 Mecanismul de acționare (fig. 1) a armăturii funcționează în felul următor. Mișcarea de rotație de la propulsorul 1 se transmite prin intermediul transmisiei conice 2 arborelui-manivelă 3, datorită înclinării acestuia se transformă în mișcare precesională a satelitului 4 cu două coroane 5 și 6. În urma angrenării dinților coroanelor 5 și 6 cu dinții roților centrale 7 și 9, ultima se va roti cu raportul de transmitere:

$$i_1 = -\frac{Z_5 Z_9}{Z_7 X_6 - Z_5 Z_9}$$

10 unde:  $Z_5, Z_6$  este numărul de dinți ai coroanelor 5 și respectiv 6 ale satelitului 4;  
 $Z_7, Z_9$  – numărul de dinți ai roților centrale 7 și 9.

Mișcarea redusă obținută se transmite șurubului 10, care, datorită amplasării dezaxate a piulițelor 11, se reduce suplimentar:

$$i_2 = \frac{r^p}{r^s},$$

15 unde:  $r^p$  și  $r^s$  sunt razele medii ale piulițelor 11 și a șurubului 10.  
 Ca rezultat organul de închidere 12 se va deplasa în direcție axială cu reducția:

$$i = i_1 \cdot i_2.$$

20 În cazul acționării manuale de la volantul 15 fixatorul 14 iese din canalul carcasei 8, lichidând legătura carcasei reductorului 8 cu carcasa armăturii 13. Astfel întreg reductorul precesional împreună cu carcasa va roti șurubul 10, care la rândul său va deplasa piulițele 11 și, în rezultat organul de închidere 12 cu gradul de reducție  $i_2$ .

Astfel problema tehnică pe care o rezolvă invenția asigură mecanismului de acționare posibilități cinematice largi ( $i$  până la 10000), construcție simplificată, gabarite și masă relativ reduse și randament înalt.

25

### (57) Revendicări:

30 1. Mecanism de acționare a armăturii, care conține propulsor și reductor, carcasa reductorului fiind legată de carcasa armăturii, iar roata condusă a lui - cu organul de închidere a armăturii, caracterizat prin aceea că reductorul este executat planetar precesional ireversibil în interiorul arborelui-manivelă al căruia sunt amplasate dezaxat două piulițe legate cu organul de închidere, totodată piulițele angrenează cu un șurub legat rigid cu roata condusă a reductorului planetar precesional, în afară de aceasta cu organul de închidere a armăturii mai este legat cinematic, prin intermediul reductorului planetar precesional, un volant-dublor manual.

35 2. Mecanism de acționare a armăturii, care conține propulsor și reductor, carcasa reductorului fiind legată de carcasa armăturii, iar roata condusă a lui - cu organul de închidere a armăturii, caracterizat prin aceea că reductorul este executat planetar precesional ireversibil în interiorul arborelui-manivelă al căruia sunt amplasate dezaxat două piulițe legate cu organul de închidere, totodată piulițele angrenează cu un șurub legat rigid cu roata condusă a reductorului planetar precesional, în afară de aceasta carcasa reductorului planetar precesional este legată rigid cu carcasa armăturii, iar volantul este legat cinematic cu arborele-manivelă.

45

### (56) Referințe bibliografice:

1. Гуревич Д. Ф., Шпаков О. Н. Справочник конструктора трубопроводной арматуры. Издательство "Машиностроение", 1987, с. 249, фиг. 324
2. SU 1252593 A



MD 2081 C2 2003.01.31

5

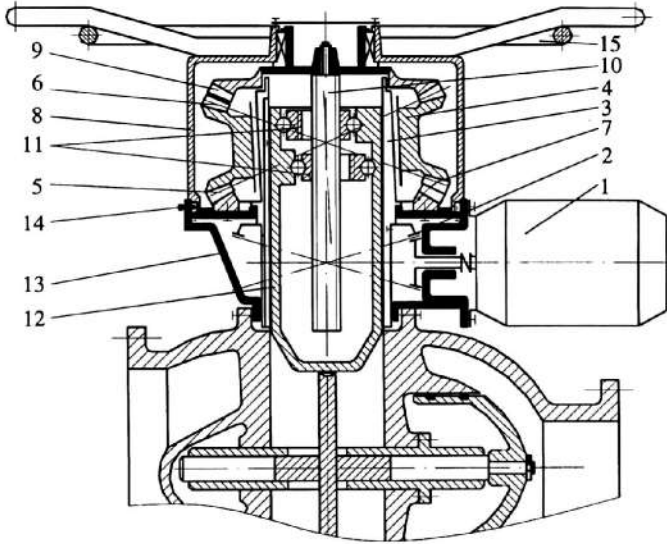


Fig. 1

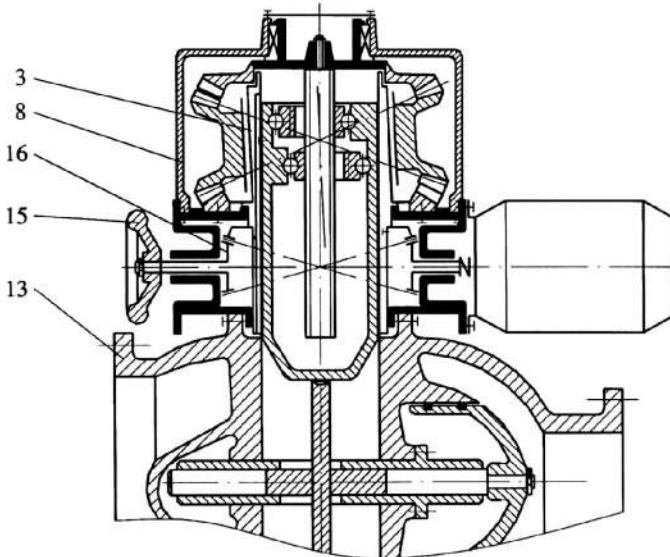


Fig. 2



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3123**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENTINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 3123 G2 2006.08.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3123** (13) **G2**  
(51) Int. Cl.: **B66D 1/04** (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. depozit: a 2005 0267 (22) Data depozit: 2005.09.15	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.08.31, BOP1 nr. 8/2006
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Troliu cu acționare manuală (variante)

(57) Rezumat:

1 Invenția se referă la mecanisme de ridicat, și anume, la troliurile cu acționare manuală.

Troliu cu acționare manuală, conform primei variante, include o bază cu suporturi, între care, cu posibilitatea rotirii, sunt instalate: un tambur cu cablu și, îmbinată cu el, o carcasă cu un capac fixat rigid de ea, precum și un reductor amplasat în carcasă. Noutatea constă în aceea că reductorul este executat precesional și include un arbore cu manivelă, pe porțiunea înclinată a căruia este montată o roată satelit cu două coroane, o coroană a căreia angrenează cu dinții roții dințate centrale, fixată

2  
5 rigid în capac, iar altă coroană – cu a doua roată dințată centrală, care este montată pe arborele amplasat coaxial în tambur, totodată, pe capătul lui liber este montat un cuplaj unidirecțional, care este fixat rigid de reazem. Pe capătul liber al porțiunii drepte a arborelui manivelă este fixată o manetă rotitoare.

10  
15 Revendicări: 3  
Figuri: 6

MD 3123 G2 2006.08.31

## MD 3123 G2 2006.08.31

3

**Descriere:**

Invenția se referă la mecanisme de ridicat, și anume, la troliurile cu acționare manuală.

Este cunoscut un troliu manual, care include o carcasă, un tambur rotitor, instalat între două plăci, o roată dințată instalată coaxial cu tamburul rotitor, un pinion de antrenare, care rotește roata dințată și o manivelă instalată pe cel puțin o placă pentru rotirea pinionului [1].

Dezavantajul constă în aceea că troliul manual cunoscut are posibilități funcționale reduse, necesită aplicarea unei forțe mari asupra mânerului la ridicarea corpurilor cu greutate mare.

Mai este cunoscut troliul manual, care include un tambur rotitor cu cablu, instalat pe o osie, reductor planetar cu roți dințate centrale și roți satelit, arbore de intrare excentric și cupluri unidirecționale. Roata dințată solară a unui rând este instalată pe excentric, dintr-o parte, pe arborele reductorului planetar, iar din altă parte - pe un inel intermediar [2].

Dezavantajul constă în aceea că troliul examinat are o construcție complicată și posibilități funcționale reduse.

Problema pe care o rezolvă invenția este simplificarea construcției și lărgirea posibilităților funcționale.

Invenția conform primei variante înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include o bază cu suporturi, între care, cu posibilitatea rotirii, sunt instalate: un tambur cu cablu și, îmbinată cu el, o carcasă cu un capac fixat rigid de ea, precum și un reductor amplasat în carcasă. Noutatea constă în aceea că reductorul este executat precesional și include un arbore cu manivelă, pe porțiunea înclinată a căruia este montată o roată satelit cu două coroane, o coroană a căreia angrenează cu dinții roții dințate centrale, fixată rigid în capac, iar altă coroană - cu a doua roată dințată centrală, care este montată pe arborele amplasat coaxial în tambur, totodată, pe capătul lui liber este montat un cuplu unidirecțional, care este fixat rigid de reazem, iar pe capătul liber al porțiunii drepte a arborelui manivelă este fixată o manetă rotitoare.

Troliul, conform variantei a doua, include o bază cu suporturi, între care, cu posibilitatea rotirii, sunt instalate: un tambur cu cablu și, îmbinată cu el, o carcasă cu un capac fixat rigid de ea, precum și un reductor amplasat în carcasă. Noutatea constă în aceea că reductorul este executat precesional și include un arbore cu manivelă, pe porțiunea înclinată a căruia este montată o roată satelit cu două coroane, o coroană a căreia angrenează cu dinții a două roți dințate centrale amplasate coaxial, numărul dinților uneia dintre care este egal cu  $Z_{C1} = Z_S + 1$ , iar a altei, respectiv,  $Z_{C2} = Z_S - 1$ ,

unde  $Z_{C1}$  este numărul de dinți ai primei roți dințate centrale;

$Z_{C2}$  - numărul de dinți ai celei de a doua roți dințate centrale;

$Z_S$  - numărul de dinți ai roții satelit.

Fiecare dintre roțile dințate centrale este legată cu carcasa printr-un cuplaj unidirecțional, iar ambele cuplaje sunt amplasate opuse una față de alta, iar altă coroană a roții satelit angrenează cu o roată dințată centrală, care este montată pe arborele amplasat coaxial în tambur, totodată, pe capătul lui liber este montat un cuplu unidirecțional, care este fixat rigid de reazem, iar pe capătul liber al porțiunii drepte a arborelui manivelă este fixată o manetă, care efectuează mișcări oscilante.

Troliul, conform variantei a treia, include o bază cu suporturi, între care, cu posibilitatea rotirii, sunt instalate: un tambur cu cablu și, îmbinată cu el, o carcasă cu un capac fixat rigid de ea, precum și un reductor amplasat în carcasă. Noutatea constă în aceea că reductorul este executat precesional și include un arbore cu manivelă, pe porțiunea înclinată a căruia este montată o roată satelit cu două coroane, o coroană a căreia angrenează cu dinții a două roți dințate centrale amplasate coaxial, numărul dinților uneia dintre care este egal cu  $Z_{C1} = Z_S + 1$ , iar a altei, respectiv,  $Z_{C2} = \frac{Z_S}{2} + 1$ ,

unde  $Z_{C1}$  este numărul de dinți ai primei roți dințate centrale;

$Z_{C2}$  - numărul de dinți ai celei de a doua roți dințate centrale;

$Z_S$  - numărul de dinți ai roții satelit.

Fiecare dintre roțile dințate centrale este legată cu un levier, prin intermediul unui știft fixat articulat pe el, amplasat cu posibilitatea deplasării axiale în orificiul capacului carcasei, fiind periodic amplasat în orificiul executat în partea laterală a fiecărei roți dințate centrale, coaxial orificiului din capac, altă coroană a roții satelit angrenează cu o roată dințată centrală, care este montată pe arborele amplasat coaxial în tambur, totodată, pe capătul lui liber este montat un cuplaj unidirecțional, care este fixat rigid de reazem, iar pe capătul liber al porțiunii drepte a arborelui manivelă este fixată o manetă rotitoare.

Rezultatul invenției constă în următoarele:

- executarea reductorului planetar în formă de reductor planetar precesional reduce numărul roților dințate și asigură simplificarea construcției;

**MD 3123 G2 2006.08.31**

4

- angrenarea roții satelit cu două roți dințate centrale cu un număr diferit de dinți asigură rotirea continuă a tamburului într-o direcție la rotirea alternativă a manivelei;  
 - angrenarea roții satelit dintr-o parte cu două roți dințate centrale cu număr diferit de dinți asigură obținerea a două viteze de lucru, fapt ce lărgeste posibilitățile funcționale.

5 Invenția se explică prin desenele din fig. 1...6, care reprezintă:

- fig. 1, schema troliului cu acționare manuală cu manetă rotitoare;
- fig. 2, schema troliului cu acționare manuală cu manetă oscilantă și funcționare continuă;
- fig. 3, secțiunea A-A (vezi fig. 2);
- fig. 4, vederea B (vezi fig. 2);

10 - fig. 5, schema troliului cu acționare manuală cu manetă rotitoare și cu două viteze de lucru;  
 - fig. 6, secțiunea C-C (vezi fig. 1,2 și 5).

Troliul cu acționare manuală, conform primei variante, (fig. 1) include o bază 1 cu suporturi, pe care este instalat reductorul precesional 2 și tamburul 3 rotitor cu cablu 4. Tamburul 3 este executat pe carcasa 5 rotitoare a reductorului precesional 2, care include roata satelit 6 cu două coroane dințate 7 și 8 instalat pe arborele cu manivelă 9, pe capătul liber al căruia este fixată maneta rotitoare 10. De o parte a roții satelit 6 este amplasată roata dințată centrală 11, fixată pe arborele drept 12, fixat rigid în baza 1, prin intermediul știftului 13 și cuplului unidirecțional cu role 14 (fig. 6). De altă parte a roții satelit 6 este amplasată roata dințată centrală 15, care este fixată rigid în capacul 16 lateral legat prin buloane cu carcasa 5 și tamburul 3.

20 În troliul cu acționare manuală, conform variantei a doua (fig. 2), de o parte a roții satelit 6 sunt amplasate roțile dințate centrale 17 și 18, care au un număr de dinți diferit și se rotesc în direcții diferite, legate prin cuplurile unidirecționale cu clichet 19 și 20 (fig. 3), care sunt instalate cu funcționare inversă, cu carcasa 5 și tamburul 3. Pe capătul liber al arborelui cu manivelă 9 este fixată maneta oscilantă 21.

25 În troliul cu acționare manuală, conform variantei a treia, (fig. 5) de o parte a roții satelit 6 sunt amplasate roțile dințate centrale 22 și 23, care au un număr de dinți diferit și se rotesc în aceeași direcție, legate periodic prin intermediul știfturilor 24 și, respectiv, 25, de maneta rotitoare 26.

Troliul cu acționare manuală, conform primei variante, (fig. 1) funcționează în modul următor:

30 La rotirea manetei 10, se va roti arborele cu manivelă 9. Mișcarea de rotație a arborelui cu manivelă 9 se transformă în mișcare sfero-spațială (de precesie) a roții satelit 6, coroanele dințate ale căruia vor angrena cu roțile dințate centrale 11 și 15. Deoarece roata dințată centrală 11 este legată rigid cu baza 1, roata dințată centrală 15, împreună cu carcasa 5 și tamburul 3 se va roti cu raportul de transmisie:

$$i_1 = \frac{Z_7 Z_{15}}{Z_{11} Z_8 - Z_{11} Z_{15}}$$

unde  $Z_7, Z_8$  sunt numerele de dinți ai coroanelor 7 și 8 ale roții satelit 6;

35  $Z_{11}, Z_{15}$  – numerele de dinți ai roților dințate centrale 11 și 15.

Rotirea tamburului 3 în direcția de funcționare a cuplului unidirecțional cu role 14 va asigura deplasarea (ridicarea) obiectului. Rotirea tamburului 3 în direcție inversă pentru eliberarea cablului se va efectua rapid deoarece cuplul unidirecțional cu role 14 nu va mai funcționa, iar legătura arborelui 12 cu baza 1 nu va fi realizată.

40 Troliul cu acționare manuală, conform variantei a doua, (fig. 2) funcționează în modul următor:

La rotirea manetei 21 în direcția spre operator (când forța realizată de operator este mai mare) va fi realizată legătura roții centrale 17, prin cuplul unidirecțional cu clichet 19, cu carcasa 5 și tamburul 3. În acest caz, ultimul se va roti cu raportul de transmitere:

$$i_2 = - \frac{Z_7 Z_{15}}{Z_{11} Z_8 - Z_{11} Z_{17}}$$

45 unde:  $Z_{17}$  este numărul de dinți ai roții dințate centrale 17.

La rotirea manetei 21 în direcția de la operator (când forța realizată de operator este mai mică) va fi realizată legătura roții centrale 18, prin cuplul unidirecțional cu clichet 20, cu capacul 16, carcasa 5 și tamburul 3. În acest caz, ultimul se va roti cu raportul de transmitere:

$$i_3 = - \frac{Z_7 Z_{15}}{Z_{11} Z_8 - Z_{11} Z_{18}}$$

50 unde:  $Z_{18}$  este numărul de dinți ai roții dințate centrale 18.

În acest caz corelația între dinții roților dințate centrale 17 și 18 va fi  $Z_{17} = Z_8 + 1$  și  $Z_{18} = Z_8 - 1$ . Datorită faptului că în primul caz forța aplicată poate fi mai mare, raportul de transmisie este mai mic, iar în cazul al doilea – raportul de transmitere este mai mare.

Troliul cu funcționare manuală, conform variantei a treia, (fig. 5) funcționează în modul următor:

## MD 3123 G2 2006.08.31

5

La etapa inițială când forța necesară pentru deplasarea obiectului nu este mare viteza de rotire poate fi mai mare. În acest caz roata dințată centrală 23 se va fixa cu capacul 16 prin intermediul știftului 25. Raportul de transmitere realizat va fi:

$$i_4 = - \frac{Z_7 Z_{15}}{Z_{11} Z_8 - Z_{11} Z_{23}},$$

5 unde:  $Z_{23}$  este numărul de dinți ai roții dințate centrale 23.

Corelația dintre dinții roții dințate centrale 23 și ai coroanei dințate 8 a roții satelit 6 este:  $Z_{23} =$

$$\frac{Z_8}{2} - 1.$$

10 La etapa următoare, când forța necesară pentru deplasarea obiectului se mărește, prin intermediul manetei 26 se eliberează roata dințată centrală 23 (se scoate știftul 25 din legătura cu roata dințată centrală 23) și se leagă roata dințată centrală 22 cu capacul lateral 16 (se introduce știftul 24). În acest caz raportul de transmisie realizat va fi:

$$i_5 = - \frac{Z_7 Z_{15}}{Z_{11} Z_8 - Z_{11} Z_{22}},$$

unde:  $Z_{22}$  este numărul de dinți ai roții dințate centrale 22.

15 Corelația între dinții roții dințate centrale 22 și ai coroanei dințate 8 a roții satelit 6 este:  $Z_{22} = Z_8 - 1$ . Astfel raportul de transmitere  $i_4 > i_5$ .

Troliurile cu acțiune manuală propuse au o construcție relativ simplă cu posibilități funcționale largi și asigură comoditate lucrătorului.

20

### (57) Revendicări:

1. Troliu cu acționare manuală, care include o bază cu suporturi, între care, cu posibilitatea rotirii, sunt instalate: un tambur cu cablu și, îmbinată cu el, o carcasă cu un capac fixat rigid de ea, precum și un reductor amplasat în carcasă, **caracterizat prin aceea că** reductorul este executat precesional și include un arbore cu manivelă, pe porțiunea înclinată a căruia este montată o roată satelit cu două coroane, o coroană a căreia angrenează cu dinții roții dințate centrale, fixată rigid în capac, iar altă coroană – cu a doua roată dințată centrală, care este montată pe arborele amplasat coaxial în tambur, totodată, pe capătul lui liber este montat un cuplu unidirecțional, care este fixat rigid de reazem, iar pe capătul liber al porțiunii drepte a arborelui manivelă este fixată o manetă rotitoare.

2. Troliu cu acționare manuală, care include o bază cu suporturi, între care, cu posibilitatea rotirii, sunt instalate: un tambur cu cablu și, îmbinată cu el, o carcasă cu un capac fixat rigid de ea, precum și un reductor amplasat în carcasă, **caracterizat prin aceea că** reductorul este executat precesional și include un arbore cu manivelă, pe porțiunea înclinată a căruia este montată o roată satelit cu două coroane, o coroană a căreia angrenează cu dinții a două roți dințate centrale amplasate coaxial, numărul dinților uneia dintre care este egal cu  $Z_{C1} = Z_S + 1$  și, altei, respectiv,  $Z_{C2} = Z_S - 1$ ,

unde  $Z_{C1}$  este numărul de dinți ai primei roți dințate centrale;

$Z_{C2}$  – numărul de dinți ai celei de a doua roți dințate centrale;

$Z_S$  – numărul de dinți ai roții satelit,

40 fiecare dintre roțile dințate centrale este legată cu carcasa printr-un cuplaj unidirecțional, iar ambele cuplaje sunt amplasate opuse una față de alta, iar altă coroană a roții satelit angrenează cu o roată dințată centrală, care este montată pe arborele amplasat coaxial în tambur, totodată, pe capătul lui liber este montat un cuplu unidirecțional, care este fixat rigid de reazem, iar pe capătul liber al porțiunii drepte a arborelui manivelă este fixată o manetă, care efectuează mișcări oscilante.

**MD 3123 G2 2006.08.31**

6

3. Trolii cu acționare manuală, care include o bază cu suporturi, între care, cu posibilitatea  
 5 rotirii, sunt instalate: un tambur cu cablu și, îmbinată cu el, o carcasă cu un capac fixat rigid de ea,  
 precum și un reductor amplasat în carcasă, **caracterizat prin aceea că** reductorul este executat  
 precesional și include un arbore cu manivelă, pe porțiunea înclinată a căruia este montată o roată satelit  
 cu două coroane, o coroană a căreia angrenează cu dinții a două roți dințate centrale coaxiale,  
 numărul dinților uneia dintre care este egal cu  $Z_{C1} = Z_S + 1$  și, altei, respectiv,  $Z_{C2} = \frac{Z_S}{2} + 1$ ,

10 unde  $Z_{C1}$  este numărul de dinți ai primei roți dințate centrale;

$Z_{C2}$  – numărul de dinți ai celei de a doua roți dințate centrale;

$Z_S$  – numărul de dinți ai roții satelit,

15 fiecare dintre roțile dințate centrale este legată cu un levier, prin intermediul unui știft fixat articulat pe  
 el, amplasat cu posibilitatea deplasării axiale în orificiul capacului carcasei fiind periodic amplasat în  
 orificiul executat în partea laterală a fiecărei roți dințate centrale, coaxial orificiului din capac, altă  
 coroană a roții satelit angrenează cu o roată dințată centrală, care este montată pe arborele amplasat  
 coaxial în tambur, totodată, pe capătul lui liber este montat un cuplaj unidirecțional, care este fixat rigid  
 de reazem, iar pe capătul liber al porțiunii drepte a arborelui manivelă este fixată o manetă rotitoare.

20

**(56) Referințe bibliografice:**

1. US 2005133770 A1 2005.06.23

2. RU 2152348 C1 2000.07.10

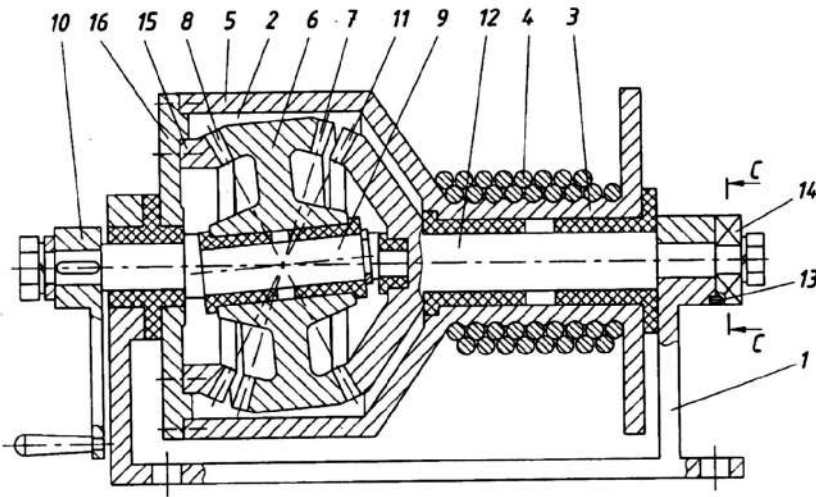


Fig. 1

MD 3123 G2 2006.08.31

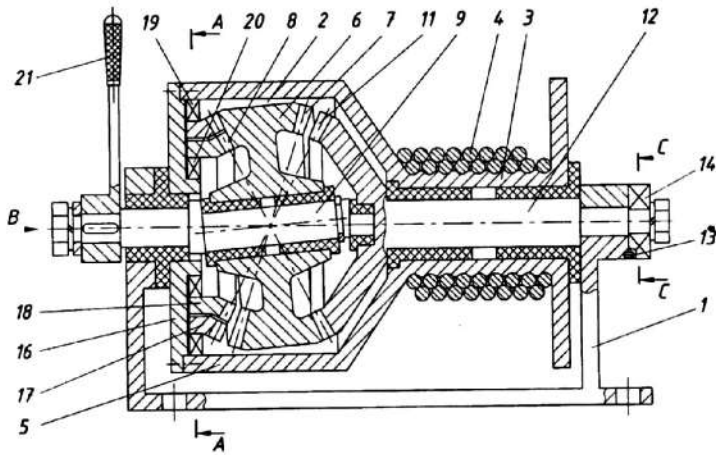


Fig. 2

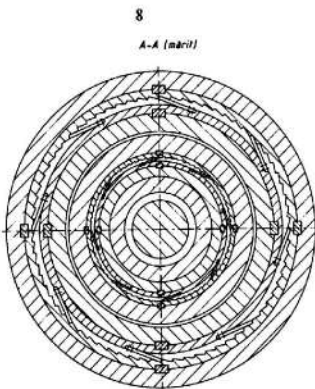


Fig. 3

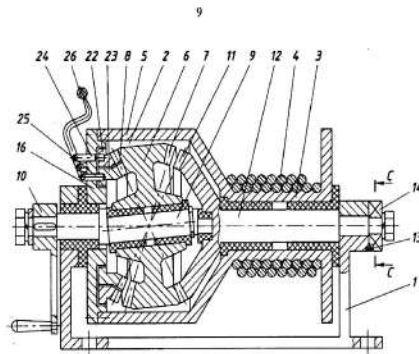


Fig. 5

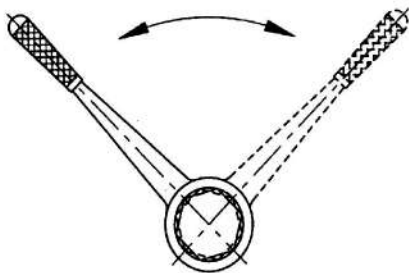


Fig. 4

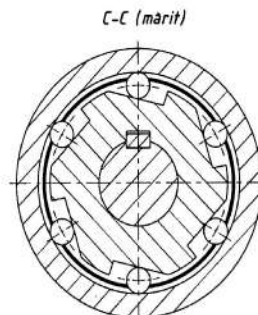


Fig. 6





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII  
INDUSTRIALE

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2142**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2142 C2 2003.04.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2142 (13) C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 60 G 17/06

## (12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2001 0065 (22) Data depozit: 2001.03.15  (41) Data publicării cererii: 2003.01.31, BOPI nr. 1/2003	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2003.04.30, BOPI nr. 4/2003
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BODNARIUC Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

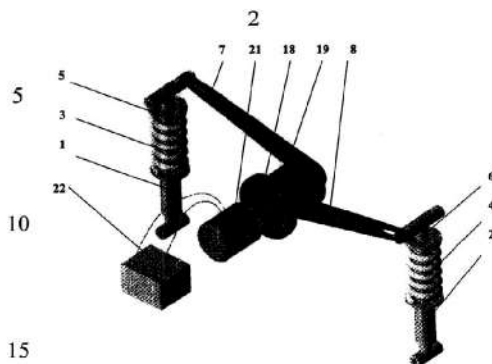
### (54) Suspensie a mijlocului de transport

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la mijloacele de transport, în special la suspensii.

Suspensia include cilindri (1, 2) fixați de osiile roților mijlocului de transport, tijele (5, 6) cărora sunt legate prin intermediul a două leviere (7, 8) și a două cuplaje unilaterale de cursă liberă cu arborei conducători ai diferențialului precesional, resorturi (3, 4). Manivela (18), pe care este instalat volantul (19), este legată cu arborele generatorului (21), care alimentează acumulatorul (22). Mișcările verticale ale tijelor (5, 6) se transformă în mișcări pendulare ale levierele (7, 8). Prin intermediul cuplajelor de cursă liberă aceste mișcări acționează într-o rotație unidirecțională arborele (18), rotațiile căruia după multiplicare în diferențial se transmit generatorului (21).

Revendicări: 1  
Figuri: 2



MD 2142 C2 2003.04.30

## MD 2142 C2 2003.04.30

### Descriere:

3

Invenția se referă la mijloacele de transport, în special la suspensii.

Este cunoscută suspensia mijlocului de transport, care include un cilindru, un piston, un sistem de arcuri de reglare a rigidității [1].

5 Asigurând mijlocului de transport un mers lin, suspensia are, totuși, posibilități funcționale reduse.

Mai este cunoscută o suspensie a mijlocului de transport, care include elemente elastice în formă de arcuri, unul dintre ele fiind de compresiune, hidrocilindru, un capăt al căruia este legat cu osia roții mijlocului de transport, iar tija hidrocilindrului este legată cu caroseria [2].

10 Suspensia dată asigură confortabilitatea și fiabilitatea mijlocului de transport, însă posibilitățile funcționale rămân limitate.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este lărgirea posibilităților funcționale ale suspensiei mijlocului de transport.

15 Dispozitivul conform invenției înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include hidrocilindri, corpurile cărora sunt legate de osiile roților mijlocului de transport, iar tijele lor – cu caroseria, și resorturi. Tijele hidrocilindrilor sunt unite cu câte un levier, legat prin intermediul a două cuplaje unilaterale de cursă liberă cu arborii roților dințate centrale ale unui diferențial precesional, între aceste roți dințate, pe arborele manivelă, fiind amplasat un bloc satelit cu două coroane danturate, totodată arborele manivelă este dotat cu un volant și este unit cu arborele unui generator de curent electric care alimentează acumulatorul.

20 Rezultatul constă în transformarea mișcărilor verticale ale caroseriei prin intermediul diferențialului precesional și generatorului electric în energie electrică suplimentară pentru încărcarea acumulatorului.

25 Asigurarea tijelor cu levieri legate prin cuplaje unilaterale de cursă liberă cu arborii roților dințate centrale ale diferențialului precesional asigură:

- transformarea mișcărilor verticale ale caroseriei în energie electrică suplimentară pentru încărcarea acumulatorului;

- reducerea rigidității resorturilor cu valoarea egală cu rezistența exercitată de diferențial și generator;

30 - amplasarea volantului pe arborele condus al diferențialului asigură uniformizarea mișcării de rotație.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 și 2, care reprezintă:

- fig. 1, vedere de ansamblu a dispozitivului;

- fig. 2, suspensia mijlocului de transport în secțiune.

35 Suspensia mijlocului de transport include hidrocilindrii 1 și 2, legați cu osiile roților, și resorturile 3 și 4. Tijele 5 și 6 ale hidrocilindrilor sunt legate prin intermediul levierelor 7 și 8 și cuplajelor unilaterale de cursă liberă 9 și 10 cu arborii conducători 11 și 12 ai diferențialului precesional care sunt legați rigid cu roțile dințate centrale 13 și 14, între care este amplasat blocul satelit 15 cu coroanele danturate 16 și 17 instalat pe arborele manivelă 18. Pe un capăt al arborelui manivelă 18 este instalat volantul 19. Arborele manivelă 18 este legat prin intermediul cuplajului 20 cu generatorul electric 21, care alimentează acumulatorul 22 al mijlocului de transport.

Suspensia funcționează în modul următor.

45 Mișcările verticale ale tijelor 5 și 6 ale resorturilor 3 și 4 se transformă în mișcări pendulare ale levierelor 7 și 8. Cu ajutorul cuplajelor unilaterale de cursă liberă 9 și 10, aceste mișcări acționează într-o rotație unidirecțională arborii conducători 11 și 12 ai diferențialului. Mișcarea de rotație a arborilor conducători 11 și 12 se transmite consecutiv roților dințate centrale 13 și 14, care, angrenând cu coroanele danturate 16 și 17 ale blocului satelit 15, îl antrenează într-o mișcare de precesie multiplicată, care se transformă în mișcare de rotație multiplicată a arborelui manivelă 18. Ca rezultat, ultimul se va roti cu un grad de multiplicare:

50 
$$i_1 = -\frac{Z_{13}Z_{17} - Z_{16}Z_{14}}{Z_{16}Z_{14}}$$
, când arborele conducător 11 și roata dințată centrală 13 sunt

imobile;

$$i_2 = -\frac{Z_{14}Z_{16} - Z_{13}Z_{17}}{Z_{13}Z_{17}}$$
, când arborele conducător 12 și roata dințată centrală 14 sunt

imobile;

unde  $Z_{13}$ ,  $Z_{14}$  – numărul de dinți ai roților dințate centrale 13 și 14;

## MD 2142 C2 2003.04.30

4

$Z_{16}$ ,  $Z_{17}$  – numărul de dinți ai coroanelor danturate 16 și 17 ale blocului satelit 15.

Aceste mișcări discrete se sumează într-o mișcare continuă, uniformizată cu ajutorul volantului 19 și transmisă arborelui generatorului electric 21. Energia electrică generată de generatorul electric 21 alimentează acumulatorul 22.

5 Astfel, suspensia propusă permite amortizarea mișcărilor verticale ale caroseriei mijlocului de transport și generarea energiei electrice pentru încărcarea acumulatorului, lărgind posibilitățile funcționale ale suspensiei mijlocului de transport.

10

### (57) Revendicare:

15 Suspensie a mijlocului de transport, care include hidrocilindri, corpurile cărora sunt legate de osiile roților mijlocului de transport, iar tijele lor – cu caroseria, resorturi, **caracterizată prin aceea că** tijele hidrocilindrilor sunt unite cu câte un levier, legat prin intermediul a două cuplaje unilaterale de cursă liberă cu arborii roților dințate centrale ale unui diferențial precesional, între aceste roți dințate, pe arborele manivelă, fiind amplasat un bloc satelit cu două coroane danturate, totodată arborele manivelă este dotat cu un volant și este unit cu arborele unui generator de curent electric care alimentează acumulatorul.

20

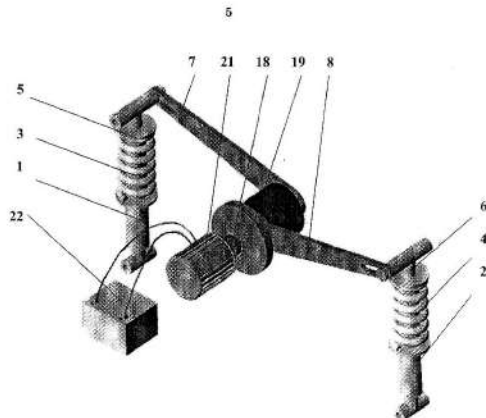


Fig. 1

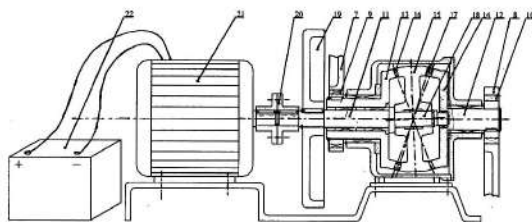


Fig. 2



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII  
INDUSTRIALE

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2330**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2330 C2 2003.12.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2330 (13) C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 23 B 29/034

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

<p>(21) Nr. depozit: a 2001 0411 (22) Data depozit: 2001.12.14</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2003.12.31, BOPI nr. 12/2003</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; GOLBAN Dorel, MD; DICUSARĂ Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Cap de alezat

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la construcția de mașini și poate fi utilizată în diferite mașini-unelte: strunguri, mașini-unelte de alezat, de frezat, de găurit.

Capul de alezat include un corp dotat cu mână și fixat pe un arbore, de asemenea un mecanism de deplasare a portcușitului amplasat în corp. Pe arbore este executat un guler cu o suprafață oblică îndreptată spre mecanismul de deplasare a portcușitului, care conține un bloc satelit cu două coroane dințate, montat pe arbore prin intermediul unei bucle sferice de reazem. O coroană dințată a lui angrenează cu roata dințată fixă, care este întărită în corp din partea suprafeței oblice a gulerului cu posibilitatea contactării suprafeței frontale a butucului blocului satelit cu ea, iar a doua coroană dințată a lui angrenează cu roata dințată mobilă. În butucul blocului satelit din partea angrenării cu roata dințată mobilă este executată o adâncitură, cu peretele intern lateral al căreia contactează bilele, care sunt amplasate în canelura inelară, executată pe suprafața laterală a

2  
piuliței, situată cu excentricitate pe un șurub montat liber pe arbore, totodată capul șurubului este executat conic și este amplasat în afara butucului blocului satelit. În butucul roții dințate mobile sunt montate radial prin arcuri portsculele, fiecare fiind executată ca o bară cilindrică, pe un capăt al căreia este plasată o bilă de reazem, contactând cu capul conic al șurubului, iar pe celălalt capăt al ei este plasată o bilă de netezire. Portcușitul este montat pe partea frontală a capului de alezat cu posibilitatea executării avansului longitudinal prin intermediul unor bolțuri, un capăt al fiecăruia fiind fixat rigid în portcușit, iar celălalt capăt corespunzător este amplasat liber în canelura executată ca o spirală arhimedică pe suprafața frontală a roții dințate mobile.

5  
10  
15  
Revendicări: 1  
Figuri: 2

## MD 2330 C2 2003.12.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la construcția de mașini și poate fi utilizată în diferite mașini-unelte: strunguri, mașini-unelte de alezat, de frezat, de găurit.

Este cunoscut capul de alezat care include un corp, în care sunt amplasate portscula cu șurub de avans radial, mecanism electromecanic de acționare de rotire a portsculei în care este încorporat nodul de prindere a pinolei, iar portscula este executată în forma unui dorn cu pinolă care formează cu șurubul de avans radial un cuplu elicoidal [1].

Având productivitatea relativ înaltă capul de alezat dat posedă posibilități tehnologice înguste.

Mai este cunoscut capul de alezat, care include un corp, în care sunt amplasate o portsculă mobilă în direcția axială cu limitator al cursei, deplasată cu ajutorul unei transmisii planetare, o roată solară a căruia este asigurată cu o piuliță cu umăr, fixată în corpul capului de alezat, iar pe flanșa altei roți solare este executat un canal spiroidal, care interacționează cu o cremalieră spiroidală a portsculei [2].

Având construcție simplă și asigurând deplasări accelerate de instalare capul de alezat cunoscut posedă posibilități tehnologice înguste.

Sarcina pe care o rezolvă invenția este lărgirea posibilităților tehnologice și simplificarea construcției.

Dispozitivul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include un corp dotat cu un mâner și fixat pe un arbore și un mecanism de deplasare a portcuțitului amplasat în corp. Pe arbore este executat un guler cu o suprafață oblică îndreptată spre mecanismul de deplasare a portcuțitului, care conține un bloc satelit cu două coroane dințate, montat pe arbore prin intermediul unei bușe sferice de reazem, totodată o coroană dințată a lui angrenează cu roata dințată fixă, care este întărită în corp din partea suprafeței oblice a gulerului cu posibilitatea contactării suprafeței frontale a butucului blocului satelit cu ea, a doua coroană dințată a lui angrenează cu roata dințată mobilă, iar în butucul blocului satelit din partea angrenării cu roata dințată mobilă este executată o adâncitură, cu peretele intern lateral al căreia contactează bilele, care sunt amplasate în canelura inelară, executată pe suprafața laterală a piuliței, situată cu excentricitate pe un șurub montat liber pe arbore, totodată capul șurubului este executat conic și este amplasat în afara butucului blocului satelit. În butucul roții dințate mobile sunt montate radial prin arcuri portsculele, fiecare fiind executată ca o bară cilindrică, pe un capăt al căreia este plasată o bilă de reazem, contactând cu capul conic al șurubului, iar pe celălalt capăt al ei este plasată o bilă de netezire. Portcuțitul este montat pe partea frontală a capului de alezat cu posibilitatea executării avansului longitudinal prin intermediul unor bolțuri, un capăt al fiecăruia fiind fixat rigid în portcuțit, iar celălalt capăt corespunzător este plasat liber în canelura executată ca o spirală arhimedică pe suprafața frontală a roții dințate mobile.

Executarea blocului satelit cu două coroane dințate, care angrenează respectiv cu două roți dințate permite lărgirea posibilităților cinematice ale capului de alezat.

Instalarea dezaxată în butucul roții-satelit pe corpuri de rulare a unei piulițe care interacționează cu un șurub gol cu cap conic, instalat pe arbore, asigură mișcări radiale portsculelor cu bile de netezire.

Dotarea capului de alezat suplimentar cu portscule cu role de netezire amplasate radial permite lărgirea posibilităților tehnologice prin asigurarea simultană a operațiilor de alezare a găurilor și de netezire a suprafeței găurilor.

Rezultatul constă în aceea că capul de alezat permite prelucrarea simultană a găurilor prin alezare și netezirea suprafețelor, fapt ce duce la mărirea productivității de prelucrare.

Invenția se explică prin fig. 1 și 2 din desen, care reprezintă:

- fig. 1, vederea de ansamblu a capului de alezat;
- fig. 2, secțiunea A (vezi fig. 1).

Capul de alezat include arborele 1, corpul 2, în care sunt amplasate un bloc satelit 3 cu două coroane dințate 4 și 5, care angrenează respectiv cu roata dințată fixă 6 și roata dințată mobilă 7, pe flanșa căreia sunt executate caneluri spirooidale Arhimede 8. În canelurile spirooidale Arhimede 8 și în portcuțitul 9 sunt instalate bolțurile 10. Blocul satelit 3 este amplasat liber pe o bușă sferică de reazem 11 și este antrenat în mișcare precesională de gulerul cu suprafață oblică 12 a arborelui 1. În butucul blocului satelit 3 este plasată dezaxat piulița 13, care angrenează cu șurubul 14, instalat liber pe arborele 1. Capul 15 al șurubului 14 este executat conic și interacționează prin intermediul portsculelor 16 cu bilele de netezire 17 instalate în butucul roții dințate mobile 7. Portsculele 16 sunt asigurate cu arcuri 18, iar corpul 2 - cu un mâner 19. Pentru fixarea deplasărilor radiale ale portsculei 16 și portcuțitului 9 sunt prevăzute indicatoarele 20 și 21.

Capul de alezat funcționează în modul următor:

Capătul liber al arborelui 1 se fixează în arborele principal al mașinii-unelte. Arborele 1 este antrenat în mișcare de rotație, iar rotația corpului 2 este limitată (manual sau prin intermediul unor

## MD 2330 C2 2003.12.31

4

dispozitive) cu ajutorul mânerului 19. Mișcarea de rotație a arborelui 1 este transformată prin intermediul gulerului cu suprafață oblică 12 în mișcare precesională a blocului satelit 3, coroanele dințate 4 și 5 ale căruia angrenează respectiv cu roțile dințate 6 și 7. În rezultat ultima se va roti cu următorul grad de reducere:

$$5 \quad i = - \frac{Z_4 Z_7}{Z_6 Z_5 - Z_4 Z_7},$$

unde:  $Z_4, Z_5$  sunt numărul dinților coroanelor dințate 4 și 5 ale blocului satelit 3;

$Z_6, Z_7$  - sunt numărul dinților roții fixe 6, și respectiv roții mobile 7.

Datorită canelurilor spiroidale 8 mișcarea de rotație redusă a roții mobile 7 este transformată în mișcare de translație radială a portcuțitului cu avansul egal cu:

$$10 \quad S = i \cdot t \text{ [mm/rot]}, \quad \text{unde } t \text{ este pasul spiralei.}$$

Mișcarea de rotație proprie a blocului satelit 3 este transmisă prin intermediul corpurilor de rulare piuliței 13. Piulița 13 formează cu șurubul 14 o transmisie elicoidală dezaxată. În rezultatul mișcării precesionale și de rotație redusă a blocului satelit 3 piulița 13 va efectua aceeași mișcare de rotație în jurul axei sale, având o direcție. Suplimentar ea va efectua o mișcare planetară în jurul axei șurubului 14. Drept rezultat șurubul se va deplasa axial la o rotație a piuliței la mărimea:

$$15 \quad S = -t' \left( 1 - \frac{1}{i'} \right) \text{ [mm]}, \quad \text{unde } t' \text{ este pasul filetelui șurubului,}$$

$i'$  - raportul de transmitere a transmisiei piuliță-șurub dezaxate.

20 Deplasarea axială a șurubului 14 se transformă prin intermediul suprafeței conice a șurubului în deplasare radială a portsculei 16. Deplasările radiale ale portsculei 16 și portcuțitului 9 sunt coordonate. Aceste deplasări sunt controlate după indicațiile indicatorului 20 și 21.

Deplasarea portcuțitului 9 și a portsculei 16 cu bilele de netezire 17 se termină când mânerul 19 este eliberat și corpul 2 se rotește împreună cu arborele 1.

25 Deplasarea inversă a portcuțitului 9 se efectuează la rotirea arborelui 1 în direcție opusă.

Portsculele 16 cu bilele de netezire 17 sunt readuse în poziția inițială de arcurile 18.

Soluția propusă permite realizarea simultană a operațiunilor de alezare și netezire (durificare) a suprafeței prelucrate.

30

**(57) Revendicare:**

Cap de alezat, care include un corp dotat cu un mâner și fixat pe un arbore, și un mecanism de deplasare a portcuțitului amplasat în corp, **caracterizat prin aceea că pe arbore este executat un guler** cu o suprafață oblică îndreptată spre mecanismul de deplasare a portcuțitului, care conține un bloc satelit cu două coroane dințate, montat pe arbore prin intermediul unei bușe sferice de reazem, totodată o coroană dințată a lui angrenează cu roata dințată fixă, care este întărită în corp din partea suprafeței oblice a gulerului cu posibilitatea contactării suprafeței frontale a butucului blocului satelit cu ea, a doua coroană dințată a lui angrenează cu roata dințată mobilă, iar în butucul blocului satelit din partea angrenării cu roata dințată mobilă este executată o adâncitură, cu peretele intern lateral al căreia contactează bilele, care sunt amplasate în canelura inelară, executată pe suprafața laterală a piuliței, situată cu excentricitate pe un șurub montat liber pe arbore, totodată capul șurubului este executat conic și este amplasat în afara butucului blocului satelit; în butucul roții dințate mobile sunt montate radial prin arcuri portsculele, fiecare fiind executată ca o bară cilindrică, pe un capăt al căreia este plasată o bilă de netezire; portcuțitul este montat pe partea frontală a capului de alezat cu posibilitatea executării avansului longitudinal prin intermediul unor bolțuri, un capăt al fiecăruia fiind fixat rigid în portcuțit, iar celălalt capăt corespunzător este plasat liber în canelura executată ca o spirală arhimedică pe suprafața frontală a roții dințate mobile.

20

**(56) Referințe bibliografice:**

1. SU 393047 A 1973.08.10
2. SU 495163 A 1976.03.04



## MD 2330 C2 2003.12.31

### (57) Revendicare:

5 Cap de alezat, care include un corp dotat cu un mâner și fixat pe un arbore, și un mecanism de  
 10 deplasare a portcuțitului amplasat în corp, caracterizat prin aceea că pe arbore este executat un guler  
 cu o suprafață oblică îndreptată spre mecanismul de deplasare a portcuțitului, care conține un bloc  
 15 satelit cu două coroane dințate, montat pe arbore prin intermediul unei bușe sferice de reazem,  
 totodată o coroană dințată a lui angrenează cu roata dințată fixă, care este întărită în corp din partea  
 suprafeței oblice a gulerului cu posibilitatea contactării suprafeței frontale a butucului blocului satelit  
 20 din partea angrenării cu roata dințată mobilă, iar în butucul blocului satelit  
 careia contactează bilele, care sunt amplasate în canelura inelară, executată pe suprafața laterală a  
 piuliței, situată cu excentricitate pe un șurub montat liber pe arbore, totodată capul șurubului este  
 executat conic și este amplasat în afara butucului blocului satelit; în butucul roții dințate mobile sunt  
 montate radial prin arcuri portsculele, fiecare fiind executată ca o bară cilindrică, pe un capăt al căreia  
 este plasată o bilă de reazem, contactând cu capul conic al șurubului, iar pe celălalt capăt al ei este  
 plasată o bilă de netezire; portcuțul este montat pe partea frontală a capului de alezat cu posibilitatea  
 executării avansului longitudinal prin intermediul unor bolțuri, un capăt al fiecăruia fiind fixat rigid în  
 portcuțit, iar celălalt capăt corespunzător este plasat liber în canelura executată ca o spirală  
 arhimedică pe suprafața frontală a roții dințate mobile.

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU 393047 A 1973.08.10
2. SU 495163 A 1976.03.04

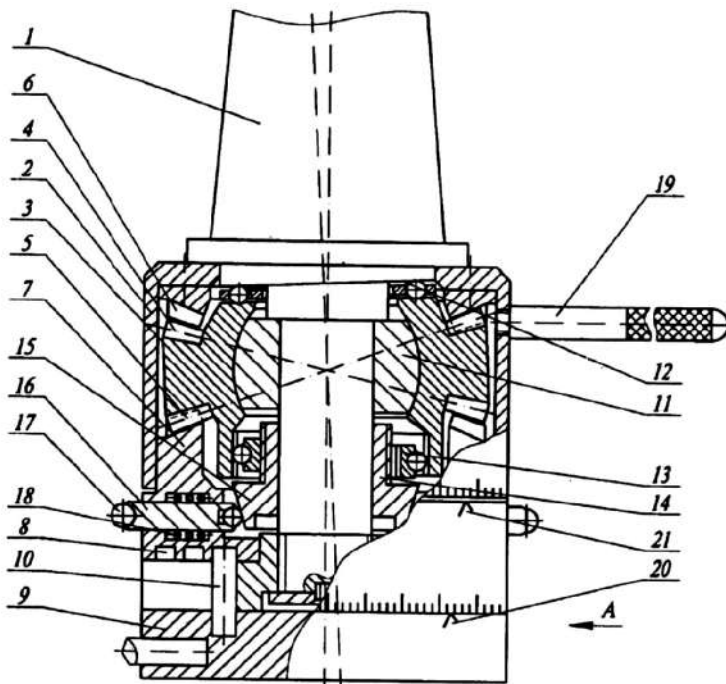


Fig. 1



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI**

AGENȚIA DE STAT  
PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII  
INDUSTRIALE

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2331**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRMĂ CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2331 C2 2003.12.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2331 (13) C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 23 B 29/034

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2001 0412 (22) Data depozit: 2001.12.14	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2003.12.31, BOPI nr.12/2003
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; GOLBAN Dorel, MD; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD; DICUSARĂ Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Cap de alezat

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la domeniul prelucrării 5  
metalelor și poate fi utilizată în mașinile unelte de  
alezat, găurit și frezat.

Capul de alezat include o tijă, un corp, înăuntru  
căruia este amplasat un mecanism de deplasare a  
portcuțitului, în care sunt executate cuiburi pentru  
instalarea cuțitului. Mecanismul de deplasare a  
portcuțitului conține o bucă montată liber pe tijă,  
cu suprafața exterioară înclinată, pe care este  
amplasat liber blocul satelit cu două coroane dințate.  
O coroană dințată a lui angrenează cu roata dințată,  
care este fixată rigid în corp, iar a doua coroană  
dințată angrenează cu dinții coronari ai roții dințate

2  
centrale, care este instalată liber pe tijă, dinții  
interiori ai căreia angrenează cu dinții exteriori ai  
roții dințate mici, care este fixată pe suprafața  
frontală a tijeii, totodată roata dințată mică este  
cinematic legată printr-o transmisie elicoidală  
dințată cu roata cilindrică dințată care angrenează cu  
cremaliera dințată executată pe portcuțit.

10  
Revendicări: 1

15  
Figuri: 1

## MD 2331 C2 2003.12.31

3

## Descriere:

Invenția se referă la domeniul prelucrării metalelor și poate fi utilizată în mașinile unelte de alezat, găurit și frezat.

5 Este cunoscut capul de alezat care include un corp, portcuțit instalat cu posibilitatea rotirii excentrice față de axa capului, un mecanism de deplasare radială a cuțitului, un mecanism de rotire suplimentară executat în formă de transmisie planetară, sateliții căreia sunt executați elastici și sunt instalați cu posibilitatea interacțiunii cu portcuțul [1].

Dezavantajul acestui dispozitiv sunt posibilitățile tehnologice înguste.

10 Mai este cunoscut capul de alezat care include un corp, în care este amplasat un reductor planetar și mecanism de deplasare a glisierii portcuțit, executat ca un cuplu elicoidal, piulița căreia este fixată în corpul capului, iar șurubul în glisieră [2].

Dezavantajele acestui dispozitiv sunt posibilitățile tehnologice reduse.

Problema pe care o rezolvă invenția este lărgirea posibilităților tehnologice.

15 Dispozitivul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include o tijă, un corp, înăuntrul căruia este amplasat un mecanism de deplasare a portcuțitului, în care sunt executate cuiburi pentru instalarea cuțitului. Mecanismul de deplasare a portcuțitului conține o bucușă montată liber pe tijă, cu suprafața exterioră înclinată, pe care este amplasat liber blocul satelit cu două coroane dințate, o coroană dințată a căruia angrenează cu roata dințată, care este fixată rigid în corp, iar a doua coroană dințată a lui angrenează cu dinții coronari ai roții dințate centrale, care este instalată liber pe tijă, dinții interiori ai căreia angrenează cu dinții exteriori ai roții dințate mici, care este fixată pe suprafața frontală a tijei, totodată roata dințată mică este cinematic legată printr-o transmisie elicoidală dințată cu roata cilindrică dințată care angrenează cu cremaliera dințată executată pe portcuțit.

25 Executarea reductorului planetar în formă de reductor planetar precesional permite reducerea gabaritelor și masei datorită angrenajului multipar.

Realizarea legăturii roții mobile a reductorului precesional prin intermediul unor transmisii cilindrice cu angrenaj interior, transmisii cu melc și transmisii cu cremalieră cu portcuțit permite prelucrarea găurilor conice cu diferite unghiuri de conicitate.

30 Instalarea liberă a blocului satelit cu două coroane dințate pe suprafața cilindrică înclinată legată rigid cu o bucușă amplasată în exterior permite obținerea a două viteze, fapt ce permite lărgirea posibilităților funcționale.

Rezultatul constă în lărgirea posibilităților tehnologice ale dispozitivului prin posibilitatea prelucrării găurilor conice cu diferite valori ale unghiului de conicitate, de asemenea, simplificarea și compactizarea construcției.

35 Invenția se explică prin figura, care reprezintă vederea de ansamblu a capului de alezat.

40 Capul de alezat include tijă 1, pe care este amplasată cu posibilitatea rotirii bucușă 2 cu suprafața înclinată 3, pe care este instalat liber blocul satelit 4 cu coroanele dințate 5 și 6, care angrenează cu roata dințată fixă 7, legată cu corpul 8, și roata dințată centrală mobilă 9. Pe suprafața cilindrică interioară a roții centrale mobile 9 este executată coroana dințată 10, prin intermediul căreia angrenează cu roata dințată mică 11. Roata 11 este legată cinematic prin intermediul transmisiei elicoidale dințate 12 și transmisiei cu cremalieră dințată 13 cu glisiera portcuțit 14.

*Dispozitivul funcționează în felul următor.*

45 Cu ajutorul tijei 1 capul se fixează în arborele principal al mașinii-unelte. Arborele principal este antrenat în mișcare de rotație. Cu mână sau cu un oarecare dispozitiv bucușă 2 este oprită de la rotație. Atunci mișcarea de rotație a tijei este transmisă direct glisierii portcuțit 14 prin transmisiile blocate 11, 12 și 13, care efectuează prelucrarea găurilor cilindrice. Pentru prelucrarea găurilor conice bucușă 2 este eliberată și mișcarea de rotație a tijei 1 este transformată prin intermediul suprafeței înclinate 3 în mișcare precesională a blocului satelit 4. În rezultatul angrenării coroanelor dințate 5 și 6 cu roțile dințate 7 și 9, ultima se va roti cu raportul de transmitere:

50 
$$i = - \frac{z_5 z_9}{z_7 z_6 - z_3 z_9},$$
 unde  $z_5, z_6$  este numărul de dinți ai coroanelor dințate 5 și 6 ale blocului satelit;

$z_7, z_9$  – numărul de dinți ai roților dințate 7 și 9.

55 Mișcarea de rotație redusă a roții dințate mobile 9 se reduce suplimentar prin intermediul coroanei dințate 10, roții dințate 11, transmisiei elicoidale dințate 12 și se transformă în mișcare radială a glisierii portcuțit prin intermediul transmisiei cu cremalieră dințată 13. În rezultat se prelucrează suprafețe conice interioare cu conicitate stabilită.

## MD 2331 C2 2003.12.31

4

Soluția tehnică propusă asigură prelucrarea atât a găurilor cilindrice, cât și a găurilor cu suprafețe conice cu diferite unghiuri de conicitate cu o precizie înaltă.

5

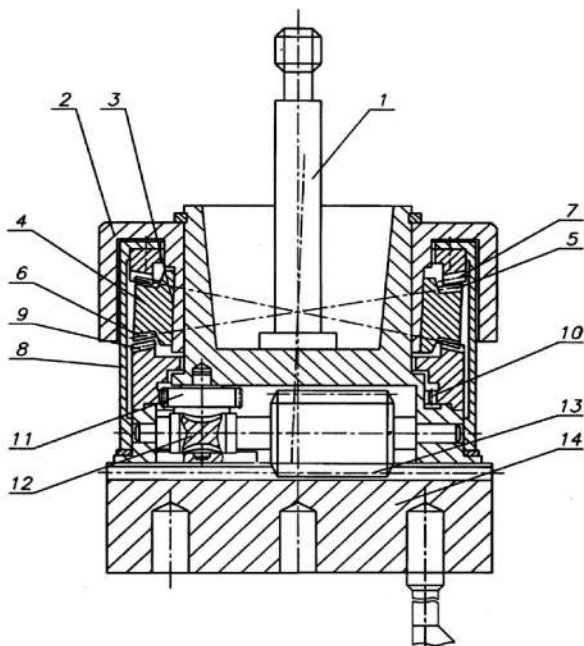
### (57) Revendicare:

- 10 Cap de alezat care include o tijă, un corp, înăuntrul căruia este amplasat un mecanism de deplasare a portcuțitului, în care sunt executate cuiburi pentru instalarea cuțitului, **caracterizat prin aceea că** mecanismul de deplasare a portcuțitului conține o bucășă montată liber pe tijă, cu suprafața exterioară înclinată, pe care este amplasat liber blocul satelit cu două coroane dințate, o coroană dințată a căruia angrenează cu roata dințată, care este fixată rigid în corp, iar a doua coroană dințată a lui angrenează
- 15 cu dinții coronari ai roții dințate centrale, care este instalată liber pe tijă, dinții interiori ai căreia angrenează cu dinții exteriori ai roții dințate mici, care este fixată pe suprafața frontală a tijei, totodată roata dințată mică este cinematic legată printr-o transmisie elicoidală dințată cu roata cilindrică dințată care angrenează cu cremaliera dințată executată pe portcuțit.

20

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU 416174 A 1974.07.12
2. SU 1484455 A 1989.06.07





СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1590209

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
"Револьверная головка"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович, Ботез Илья Георгиевич, Дулгеру Валерий Емануилович и Гунько Валентин Васильевич

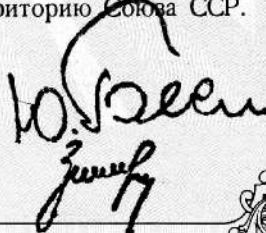
Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявка № 4419800 Приоритет изобретения 5 мая 1988г.  
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

8 мая 1990г.  
Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела





СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1590209** **A.1**

(51) 5 В 23 В 29/32

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

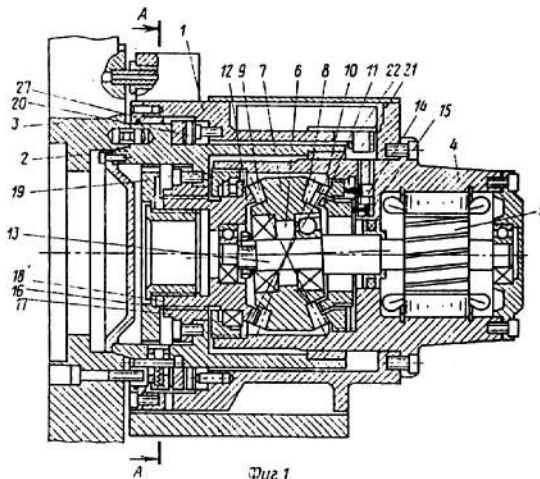
(21) 4419800/31-08  
(22) 05.05.88  
(46) 07.09.90. Бюл. № 33  
(71) Кишиневский политехнический институт им. С. Лазо  
(72) И. А. Бостан, И. Г. Богез, В. Е. Дулгеру и В. В. Гунько  
(53) 621.941-229.2(088.8)  
(56) Патент ФРГ № 1301687, кл. В 23 В 29/32, 1975.

#### (54) РЕВОЛЬВЕРНАЯ ГОЛОВКА

(57) Изобретение относится к станкостроению, а именно к револьверным головкам, которые могут быть использованы на станках токарной группы для автоматической смены инструмента. Целью изобретения является уменьшение габаритов револьверной головки. Головка содержит основание 1, поворотную часть 2 и стакан 4, в котором размещены электродвигатель 5 и процессорный редуктор 6. Редуктор содержит сателлитный блок с зубчатыми венцами 8 и 9.

2

С венцом 8 могут зацепляться колеса 10 или 11, перемещаемые гидроцилиндрами 14 и 15. Венец 9 зацеплен с выходным колесом 12, связанным посредством винтовой передачи с поворотной частью. Предварительная фиксация поворотной части осуществляется посредством кулачка 19, фланца 27 и установленных в поворотной части жесткого и подпружиненных пальцев. Окончательная фиксация поворотной части осуществляется посредством зубчатой муфты 20. Выходное колесо 12 может вращаться в разных направлениях за счет зацепления венца 8 сателлитного блока с зубчатыми колесами 10 или 11. При вращении колеса 12 против часовой стрелки происходит расцепление муфты и поворот головки на требуемую позицию. При вращении по часовой стрелке производится сначала предварительная фиксация поворотной части посредством пальца и паза во фланце 27, а затем окончательная фиксация посредством муфты 20. 2 ил.



3

Изобретение относится к станкостроению, а именно к револьверным головкам, которые могут быть использованы на станках токарной группы для автоматической смены инструмента.

Целью изобретения является уменьшение габаритных размеров револьверной головки.

На фиг. 1 показана револьверная головка, общий вид; продольный разрез; на фиг. 2 — сечение А—А на фиг. 1.

Револьверная головка содержит основание 1, поворотную часть 2 с инструментальным диском 3 и закрепленный на основании стакан 4, в котором размещены электродвигатель 5 и прещессионный редуктор 6. Прещессионный редуктор включает сателлитный блок 7, содержащий конические зубчатые венцы 8 и 9, один из которых зацепляется соответственно с подвижными в осевом направлении коническими колесами 10 и 11, а другой — с выходным коническим колесом 12. Сателлитный блок 7 установлен на подшипниках качения на кривошипе 13, который жестко связан с валом-ротором двигателя 5. Конические колеса 10 и 11 перемещаются в осевом направлении и попеременно вводятся в зацепление с венцом 8 сателлитного блока с помощью гидроцилиндров 14 и 15. На ступице выходного конического колеса 12 выполнена винтовая поверхность 16, с помощью которой оно связано с крышкой 17 поворотной части 2, и зубчатая муфта 18, с помощью которой и посредством гайки оно связано с кулачком 19 управления индексацией. Поворотная часть 2 фиксируется на основании 1 зубчатой муфтой 20. В основании 1 напротив торца поворотной части установлены датчик 21 углового положения и микровыключатель 22 контроля сцепления зубчатой муфты 20. В поворотной части 2 выполнены радиальные отверстия, в одном из которых закреплен палец 23, а в другом установлен с возможностью перемещения подпружиненный палец 24 со скошенными поверхностями на противоположных торцах. На кулачке 19 выполнены уступы 25 и паз 26, предназначенные для взаимодействия соответственно с пальцами 23 и 24. На основании закреплен фланец 27, сопряженный с поворотной частью. Во фланце выполнены по числу позиций револьверной головки пазы 28 со скосами, предназначенные для взаимодействия с пальцем 24.

Револьверная головка работает следующим образом.

При пуске электродвигателя 5 колесо 12 и кулачок 19 начинают вращаться против часовой стрелки (коническое колесо 10 введено в зацепление как указано на фиг. 1) с редукцией

$$i_2 = \frac{Z_8 Z_{12}}{Z_{10} Z_9 - Z_8 Z_{12}},$$

1590209

4

где  $Z_8, Z_9$  — число зубьев венцов 8 и 9 сателлитного блока колес;

$Z_{10}, Z_{12}$  — число зубьев колес 10 и 12.

Поскольку полумуфты зубчатой муфты 20 сцеплены и поворотная часть 2 не может вращаться, за счет взаимодействия винтовых поверхностей 16 на деталях 12 и 17 происходит расцепление зубчатой муфты 20. К окончанию расцепления приурочено соприкосновение уступа 25 кулачка 19 с пальцем 23. При продолжении поворота палец 24 под воздействием скосов в пазах 28 на фланце 27 входит в паз 26 на кулачке 19, обеспечивая сцепление редуктора 6 и поворотной части 2.

Когда инструментальный диск 3 достигает необходимого углового положения, по команде датчика 21 осуществляется подача рабочей жидкости в гидроцилиндр 15 и отвод рабочей жидкости из цилиндра 14, тем самым обеспечивая вывод из зацепления колеса 10 и ввод в зацепление колеса 11 с венцом 8 сателлитного блока 7. Таким образом, происходит реверсирование вращения выходного колеса 12, которое вращается с редукцией

$$i_2 = \frac{Z_8 Z_{12}}{Z_{11} Z_9 - Z_8 Z_{12}},$$

где  $Z_{11}$  — число зубьев колеса 11.

Таким образом, изменяется направление вращения поворотной части 2. При этом палец 24 западает в паз 28 фланца 27, кулачок 19 освобождается и происходит расцепление редуктора 6 и поворотной части 2. При дальнейшем вращении выходного колеса 12 редуктора 6 осуществляется сцепление фиксирующих полумуфт зубчатой муфты 20 и создается необходимый натяг, величина которого зависит от установки микровыключателя 22 цепи двигателя в электро-схеме станка. Микровыключатель 22 управляет отключением электродвигателя 5.

#### Формула изобретения

Револьверная головка, содержащая основание, закрепленный на основании стакан, сопряженную с ним поворотную часть, предназначенную для установки держателей инструмента, размещенный в стакане электродвигатель, вал которого связан с водилом размещенного в стакане планетарного редуктора, содержащего сателлитный блок колес, один венец которого находится в зацеплении с зубчатым колесом, установленным в стакане фиксированно от поворота, а другой с выходным зубчатым колесом, установленным в стакане и связанным с помощью винтовой передачи с поворотной частью, закрепленные на основании и поворотной части зубчатые полумуфты, предназначенные для окончательной фиксации поворотной части зубчатые полумуфты, предназначенные для окончательной фиксации поворотной части на основании, и средства пере-



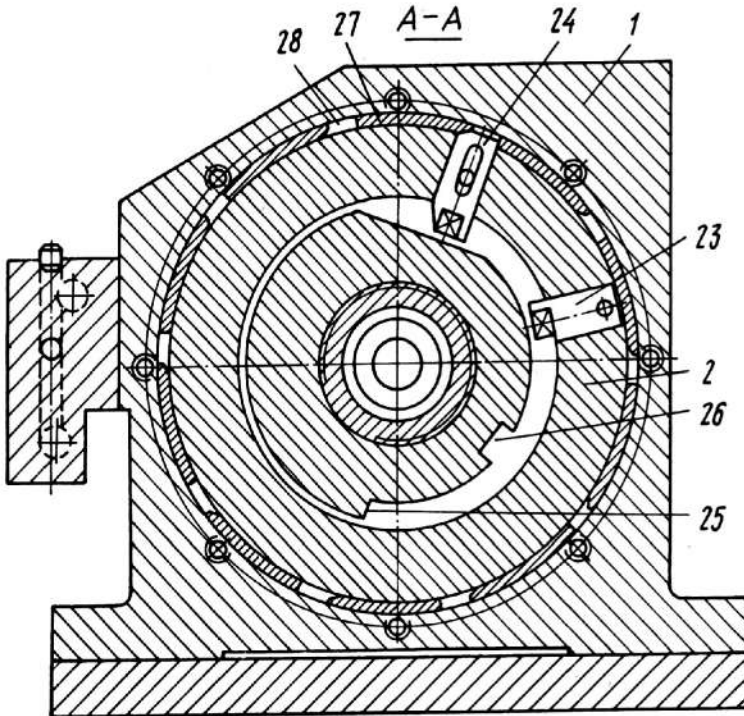
1590209

5

6

дачи вращения от редуктора на поворотную часть и ее предварительной фиксации относительно основания, отличающаяся тем, что, с целью уменьшения радиальных габаритов револьверной головки, планетарный редуктор выполнен двухступенчатым прецессионным с сателлитным блоком конических зубчатых колес, водило-кривошип которого выполнено за одно целое с ротором электродвигателя, а зубчатое колесо, установленное в стакане фиксируемо от поворота, выполнено из двух концентрично расположенных частей, установленных осеподвижно относительно стакана и относительно одна другой с возможностью попеременного их ввода в зацепление с венцом сателлитного блока посредством введенных в головку и смонти-

рованных в стакане гидроцилиндров, при этом средства для передачи вращения от редуктора на поворотную часть и ее предварительной фиксации выполнены в виде диска, жестко связанного с выходным зубчатым колесом, выполненных на диске уступа и паза и размещенных в выполненных в поворотной части радиальных отверстиях жестко закрепленного и подпружиненного пальцев, предназначенных соответственно для взаимодействия с уступом и пазом, причем на подпружиненном пальце выполнены скошенные поверхности, предназначенные для взаимодействия соответственно с пазом на диске и со скосами пазов, выполненных на введенном в головку фланце, жестко связанном с основанием и сопряженном с поворотной частью.



Фиг. 2



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1569226

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Захват манипулятора"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович, Ботез Илья Георгиевич, Дулгеру Валерий Емануилович, Поляруш Игорь Алексеевич и Бурдужа Валерий Константинович

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявка № 4368269 Приоритет изобретения 25 января 1988г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

8 февраля 1990г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1569226** **A1**

(51)5 **B 25 J 15/00**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

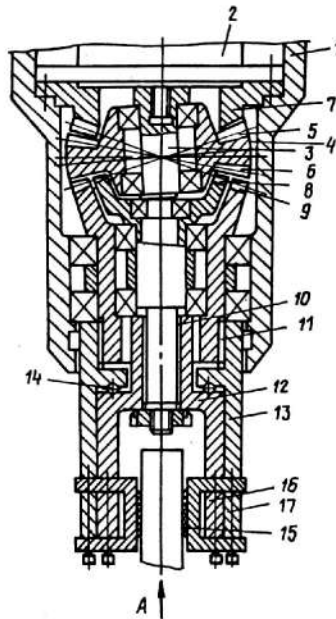
## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4368269/31-08  
(22) 25.01.88  
(46) 07.06.90. Бюл. № 21  
(71) Кишиневский политехнический институт  
им. С. Лазо  
(72) И. А. Бостан, И. Г. Ботез,  
В. Е. Дулгеру, И. А. Поляруш  
и В. К. Бурджуа  
(53) 62-229.72 (088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1451004, кл. В 25 J 15/00, 1987.  
(54) ЗАХВАТ МАНИПУЛЯТОРА  
(57) Изобретение относится к машиностроению, а именно к промышленным роботам

2

и манипуляторам. Целью изобретения является расширение функциональных возможностей за счет установки дополнительного ведомого конического колеса. Захват состоит из корпуса 1, привода 2 и прецессионного редуктора 3, на выходе которого установлено два зубчатых конических колеса 8 и 9. Число зубьев зубчатого колеса 8 на одно меньше, чем число зубьев венца сателлитного колеса, а число зубьев зубчатого колеса 9 на одно больше. Направление вращения колес 8 и 9 противоположное. Поворот схватов 15 происходит вокруг осей 16 и 17. 3 ил.



Фиг. 1

(19) **SU** (11) **1569226** **A1**

1569226

3

Изобретение относится к машиностроению, а именно к промышленным роботам и манипуляторам.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей за счет установки дополнительного конического колеса, направление вращения которого противоположно направлению вращения основного зубчатого колеса.

На фиг. 1 показан захват манипулятора; на фиг. 2 — вид А на фиг. 1; на фиг. 3 — вариант исполнения схватов.

Захват манипулятора содержит корпус 1, в котором размещен электродвигатель 2 и прецессионный редуктор 3. Редуктор 3 включает сателлитный блок колес 4, содержащий зубчатые венцы 5 и 6, которые входят в зацепление с одной стороны с неподвижным зубчатым колесом 7, а с другой — с двумя ведомыми зубчатыми колесами 8 и 9. Число зубьев зубчатого колеса 8 на одно меньше, чем число зубьев венца сателлитного колеса, а число зубьев зубчатого колеса 9 на одно больше. Конические колеса 8 и 9 связаны посредством шлицев 10 и 11 с обоймами 12 и 13, между которыми установлен упорный под-

4

шипник 14. Схваты 15 связаны с обоймами 12 и 13 посредством осей 16 и 17.

Захват манипулятора работает следующим образом.

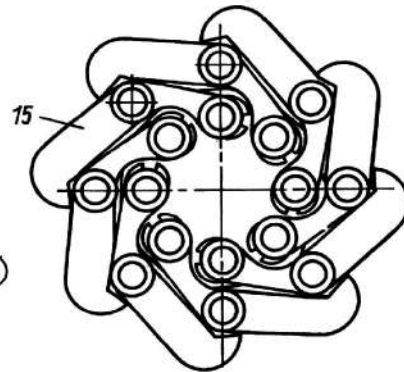
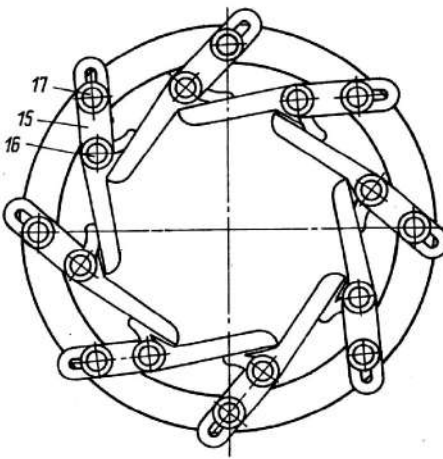
5 Вращение вала электродвигателя 2 через сателлитный блок колес 4 передается на зубчатые колеса 8 и 9. Последние вращаются в противоположные стороны, что приводит к повороту схватов 15 вокруг осей 16 и 17.

10

Формула изобретения

Захват манипулятора, содержащий корпус, размещенный в нем электродвигатель, прецессионный редуктор с сателлитным блоком колес и ведомым коническим колесом, кинематически связанным с механизмом перемещения захватных рычагов, отличающийся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей захвата, редуктор снабжен дополнительным ведомым коническим колесом, при этом оба конических колеса кинематически связаны с захватными рычагами и имеют возможность взаимодействия с зубчатым венцом сателлитного блока колес, а число зубьев одного из конических колес на одно больше числа зубьев венца сателлитного блока, а числа зубьев другого — на одно меньше.

Вид А



Фиг. 3



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1583285

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Захват промышленного робота"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович и Дулгеру Валерий  
Еманюлович

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С.  
ЛАЗО

Заявка №

4386938

Приоритет изобретения

4 марта 1988г.

Зарегистрировано в Государственной реестре  
изобретений СССР

8 апреля 1990г.

Действие авторского свидетельства распро-  
страняется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1583285 A 1

(51) 5 В 25 J 15/00

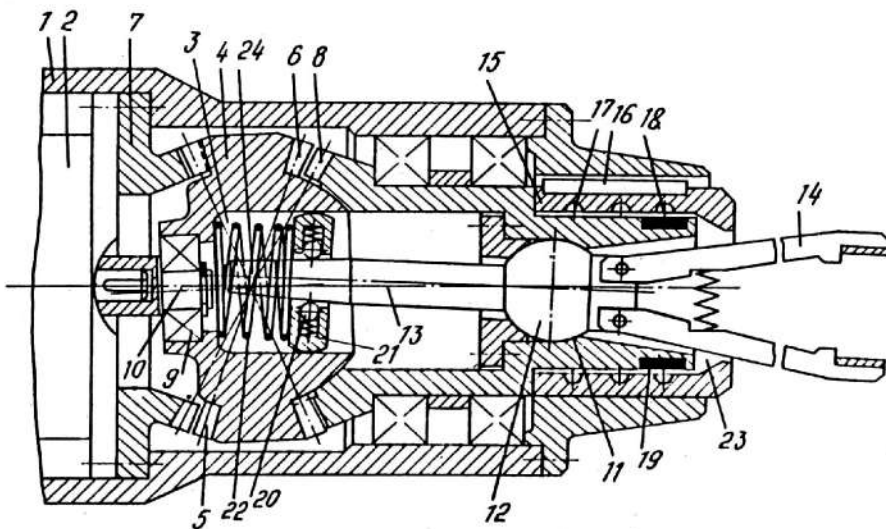
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4386938/25-08  
(22) 04.03.88  
(46) 07.08.90. Бюл. № 29  
(71) Кишиневский политехнический институт им. С.Лазо  
(72) И.А. Бостан и В.Е. Дулгеру  
(53) 62-229.72(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1451004, кл. В 25 J 15/00, 1987.  
(54) ЗАХВАТ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

- (57) Изобретение относится к машиностроению, в частности к промышленным роботам и манипуляторам. Целью изобретения является упрощение конструкции и расширение технологических возможностей. Захват содержит корпус 1, установленные в нем электродвигатель 2 и редуктор 3. Редуктор 3 содержит сателлитный блок колес 4, ведущее и ведомое 8 кони-



(19) SU (11) 1583285 A 1

3

1583285

4

ческие колеса и схват 14. Схват 14 снабжен сферическим основанием 12, жестко связанным с коническим валом 13, кинематически связанным со ступицей ведомого центрального конического колеса 8 посредством подпружиненной в осевом направлении втулки 21. Связь схвата 14 с ведомым центральным коническим колесом 8 выполнена в виде промежуточной втулки 15

5

10

с винтовой канавкой 17 и ползуна 18. Расширение технологических возможностей захвата осуществляется за счет автоматического поиска положения схватываемого объекта в зоне с некоторым радиусом, возникающим в результате прецессионного движения сателлитного блока колеса и кругового движения кинематически связанных с ним схватов, 1 ил.

Изобретение относится к машиностроению, в частности к промышленным роботам и манипуляторам.

Целью изобретения является упрощение конструкции и расширение технологических возможностей за счет автоматического поиска положения схватываемого объекта.

На чертеже показан захват промышленного робота, разрез.

Захват промышленного робота содержит корпус 1, в котором размещены электродвигатель 2 и редуктор 3. Редуктор 3 содержит сателлитный блок колес 4 с зубчатыми венцами 5 и 6, зацепляющимися соответственно с неподвижным 7 и вращающимся 8 центральными колесами. Сателлитный блок колес 4 установлен посредством подшипника 9 на кривошипе 10, который связан с валом электродвигателя 2. В ступице ведомого колеса 8 на шаровой опоре 11 установлена сфера 12, с которой выполнен заодно вал 13 и связан схват 14. На ступице колеса 8 размещена промежуточная втулка 15, связанная скользящей шпонкой 16 с корпусом 1. На внутренней поверхности втулки 15 выполнена винтовая канавка 17, в которой размещен ползун 18. Последний может быть связан со ступицей ведомого конического колеса 8 посредством датчика 19. На конической поверхности вала 13 установлена на подпружиненных телах 20 качения втулка 21, которая размещена в полой ступице сателлитного блока колес 4. Втулка 21 подпружинена в осевом направлении пружиной 22 небольшой жесткости. Схват 14 также размещен в пазах 23 (фиг. 2), выполненных в промежуточной втулке 15. Пазы 23 позволяют схвату 14 совершать круговое движение вокруг центра сфе-

20

25

30

35

40

45

50

55

ры 12, но ограничивают их вращательное движение вокруг оси захвата.

Захват промышленного робота работает следующим образом.

Вращательное движение вала электродвигателя 2 посредством кривошипа 10 преобразуется в прецессионное движение сателлитного блока колес 4.

В результате зацепления венцов 5 и 6 сателлитного блока колес 4 с зубьями колес 7 и 8 последнее вращается с редукцией

$$i = - \frac{Z_5 Z_8}{Z_6 Z_7 - Z_5 Z_1},$$

где  $Z_5, Z_6$  - соответственно числа зубьев венцов сателлитного блока колес;

$Z_7, Z_8$  - числа зубьев колес 7 и 8.

При включенном датчике 19 ползун 18 жестко связан с ведомым колесом 8, его редуцированное вращательное движение посредством винтовой канавки 17 превращается в поступательное движение промежуточной втулки 15, которое приводит к осуществлению схвата (втулка 15 дном канавок воздействует на схват 14).

Для осуществления поиска искомого объекта в зоне с некоторым радиусом втулка 21, находясь в правом крайнем положении (фиг. 1), совершает совместно с сателлитным блоком колес прецессионное движение вокруг центра 24 прецессии, которое благодаря связи с валом 13 превращается в круговое движение схвата 14 (радиус кругового движения схвата 14 зависит от амплитуды прецессионного движения сателлитного блока колес, т.е. от величины угла прецессии, от расстояния от средней плоскости втулки 21 до средней

5

1583285

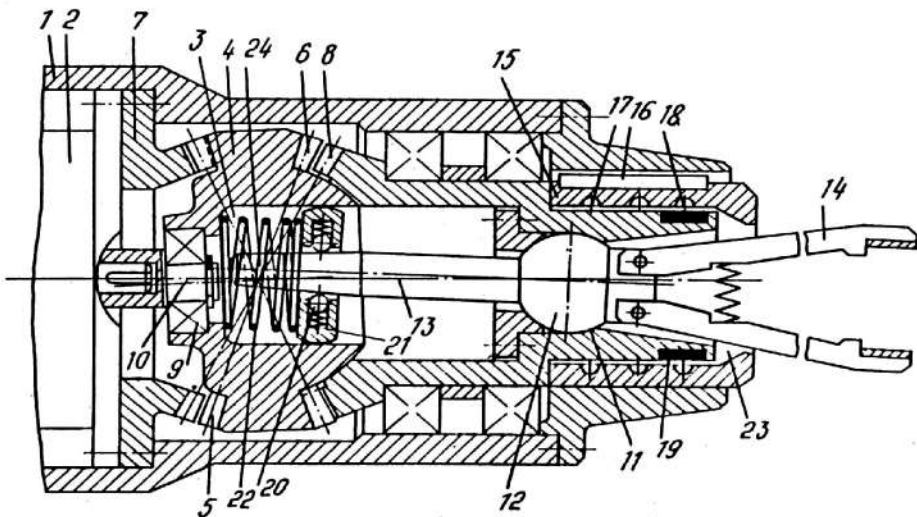
6

плоскости сферы 12 и от длины схвата 14. При нахождении схватом 14 искомого объекта он, контактируя с ним, заставляет втулку 21 перемещаться в осевом направлении к центру 24 прецессии. Это объясняется тем, что при первоначальном положении втулки 21 схват 14, контактируя с искомым объектом (схват 14 благодаря осевому перемещению втулки 15 постепенно перемещается в радиальном направлении, т.е. схват смыкается), препятствует сателлитному блоку колес 4 совершать прецессионное движение. Это приводит к осевому перемещению втулки 21 до совмещения ее средней плоскости с центром прецессии (фиг. 3), в этом положении отсутствуют радиальные перемещения втулки 21, а следовательно, и круговое движение схватов. Этому способствуют также подпружиненные тела 20 качения, взаимодействующие с наклонной плоскостью конуса вала 13. Датчик 19 включается только в момент контакта рычагов, совершающих сферическое движение с определенным радиусом, величина которого зависит от расстояния средней плоскости втулки 21 до центра прецессии, с исходным объектом. При этом по мере схода схвата 14 последний встречая сопротивление со стороны объекта, заставляет втулку 21 перемещаться в осевом направлении к центру

прецессии, тем самым уменьшая радиус поиска. Рычаги могут контактировать с искомым объектом только внутренней стороной. Для этого необходима предварительная ориентация захвата (рычагов) на искомую деталь с погрешностью индексации  $\pm R$ , где R - максимально возможный радиус поиска рычагов (радиус сферического движения схватов).

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Захват промышленного робота, содержащий корпус, установленные в нем электродвигатель, редуктор, включающий сателлитный блок колес, ведущее и ведомое конические колеса и схват, отличающийся тем, что, с целью расширения технологических возможностей за счет автоматического поиска положения охватываемого объекта, схват снабжен сферическим основанием, жестко связанным с коническим валом, который кинематически связан со ступицей ведомого центрального конического колеса посредством подпружиненной в осевом направлении втулки, свободно установленной в полой ступице сателлитного блока колес и на конусной поверхности вала, причем связь схвата с ведомым центральным коническим колесом выполнена в виде промежуточной втулки с винтовой канавкой и ползуна.







СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1514595

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
"Манипулятор"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович, Ботез Илья Георгиевич, Дулгеру Валерий Емануилович и Попа Василий Михайлович

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявка № 4316515 Приоритет изобретения 12 октября 1987 г.  
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

15 июня 1989 г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1514595** **A1**

(5D) 4 В 25 J 17/00//В 25 J 11/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

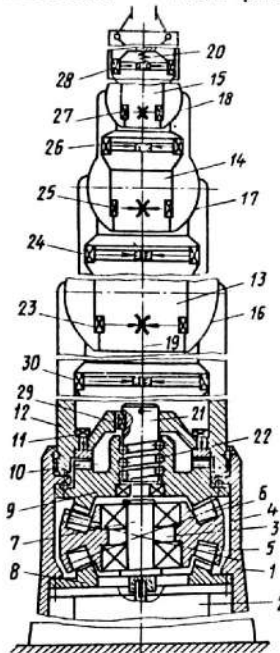
1

- (21) 4316515/31-08  
(22) 12.10.87  
(46) 15.10.89. Бюл. № 38  
(71) Кишиневский политехнический институт  
им. С. Лазо  
(72) И. А. Бостан, И. Г. Ботез,  
В. Е. Дулгеру и В. М. Попа  
(53) 621.229.72(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1184666, кл. В 25 J 17/00, 1985.

(54) МАНИПУЛЯТОР  
(57) Изобретение относится к машиностроению, в частности к промышленным роботам. Целью изобретения является повышение

2

точности позиционирования при одновременном уменьшении энергозатрат за счет уменьшения люфтов в кинематической цепи привода. При вращении электродвигателя 2 и включении управляемой муфты 11 движение передается на подвижное звено 12, которое поворачивается относительно основания 1. При выключении управляемой муфты 11 и определенном перемещении подвижных элементов управляемых фиксаторов 23, 24, 25, 26, 27 и 28 происходит поворот сферических шарниров 16, 17 и 18 в одной плоскости на заданный угол, обеспечивающий заданное позиционирование выходного звена 15. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1

(19) **SU** (11) **1514595** **A1**

3

Изобретение относится к машиностроению, в частности к промышленным роботам.

Цель изобретения — повышение точности позиционирования при одновременном уменьшении энергозатрат путем уменьшения люфтов в кинематической цепи привода.

На фиг. 1 схематически представлен предлагаемый манипулятор, общий вид; на фиг. 2 — рабочее положение манипулятора; на фиг. 3 — устройство управляемого фиксатора; на фиг. 4 — схема работы центрирующего механизма.

Манипулятор содержит основание 1, в котором размещены электродвигатель 2 и прещессионный редуктор 3, содержащий сателлитный блок колес 4, включающий в себя роликовые венцы 5 и 6 и установленные на кривошипе 7 центральные зубчатые колеса 8 и 9. Колесо 8 связано с основанием 1, а ведомое центральное колесо 9 связано зубчатой муфтой 10 и управляемой муфтой 11 с первым после основания 1 звеном 12. Манипулятор содержит еще подвижные звенья 13—15, связанные между собой соответственно сферическими шарнирами 16—18. Через подвижные звенья 12—15 проведена гибкая тяга 19, один конец которой через пружину 20 связан со звеном 15, а другой конец — с винтом 21 шариковинтовой передачи 22, размещенной в ступице ведомого центрального колеса 9. Каждое подвижное звено 12—15 связано с гибкой тягой при помощи центрирующего механизма. Каждый центрирующий механизм выполнен в виде двух управляемых фиксаторов: в звене 13 установлены управляемые фиксаторы 23 и 24; в звене 14 — управляемые фиксаторы 25 и 26; в звене 15 — управляемые фиксаторы 27 и 28. Винт 21 шариковинтовой передачи 22 связан со звеном 12 при помощи второй управляемой муфты 29, а звено 12 связано с гибкой тягой 19 при помощи управляемого фиксатора 30. Каждый управляемый фиксатор может быть выполнен в виде электромагнита 31, сердечник 32 которого шарнирно связан с гибкой тягой 19.

Манипулятор работает следующим образом.

При включении электродвигателя 2 сателлитный блок колес 4 совершает прещессионное движение, закрепляясь при этом роликовыми венцами с центральными колесами 8 и 9. При этом ведомое центральное колесо 9 вращается с редукцией, определяемой числом роликов венцов 5 и 6 и числом зубьев центральных колес 8 и 9. При включении управляемой муфты 11 осуществляется вращение подвижного звена 12 относительно основания 1. При выключении управляемой муфты 11 вращательное движение ведомого колеса 9 при помощи шарико-винтовой передачи 22 превращается в поступательное движение винта 21, связанного с гибкой тягой 19. Таким образом, при определенной

1514595

4

комбинации работы управляемых фиксаторов 23—28 можно получить нужный угол наклона любого подвижного звена. Например, при одновременном включении управляемых фиксаторов 23—28 манипулятор может занять положение, изображенное на фиг. 2. При этом в каждой паре (например, 23 и 24, 25 и 26 и т.д. управляемые фиксаторы работают в разных направлениях. Например, для поворота звена 13 вокруг центра сферического шарнира 16 необходимо, чтобы управляемый фиксатор 23 тянул гибкую тягу 19 в одну сторону, а управляемый фиксатор 24 — в другую сторону по отношению к продольной оси звена 13. Угол поворота звена 13 определяется как арктангенс отношения перемещения ( $\Delta S$ ) сердечника 32 к расстоянию между центром сферического шарнира 16 и продольной осью соответствующего управляемого фиксатора.

Таким образом, прещессионный редуктор с шариковинтовой передачей и центрирующие механизмы с гибкой тягой обеспечивают получение любых перемещений манипулятора в одной плоскости, ограниченной зоной обслуживания, а поворот манипулятора вокруг своей оси обеспечивается прещессионным редуктором. Это позволяет повысить точность позиционирования, поскольку движения манипулятора определяются кинематической точностью одного прещессионного редуктора.

#### Формула изобретения

1. Манипулятор, содержащий основание с установленными на нем приводами и подвижные звенья, шарнирно связанные между собой при помощи сферических кинематических пар и гибкой тяги, которая расположена во внутренней полости этих звеньев и жестко закреплена на первом после основания подвижном звене, при этом в каждом подвижном звене расположен механизм центрирования этого звена, отличающийся тем, что, с целью повышения точности позиционирования при одновременном уменьшении энергозатрат за счет уменьшения люфтов в кинематической цепи привода, он снабжен шариковинтовой передачей и двумя управляемыми муфтами, при этом привод выполнен в виде прещессионного редуктора, центральное зубчатое колесо которого жестко связано с основанием, а ведомое центральное колесо установлено подвижно на основании и кинематически связано с первым после основания подвижным звеном посредством первой управляемой муфты, причем в ступице ведомого центрального колеса жестко установлена гайка шариковинтовой передачи, винт которой кинематически связан с первым после основания подвижным звеном посредством второй управляемой муфты и жестко связан с одним концом гибкой тяги,

1514595

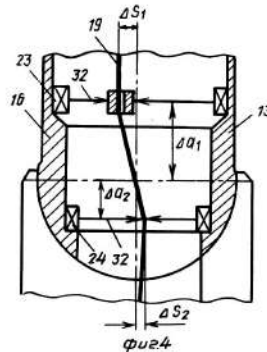
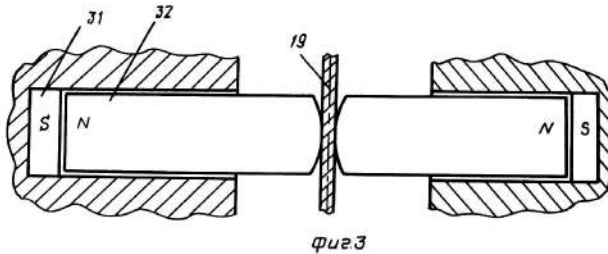
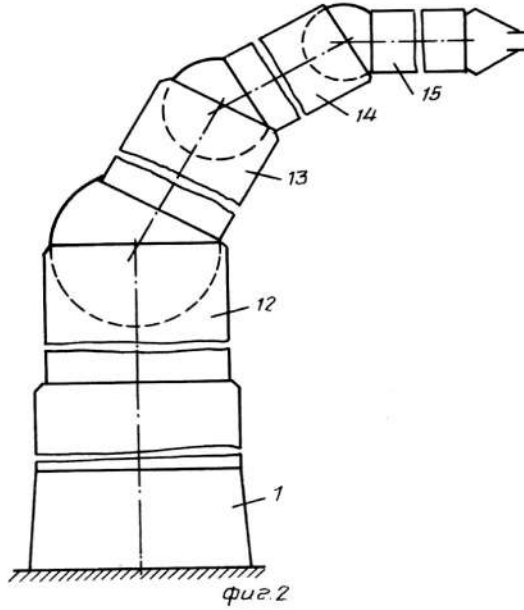
5

6

противоположный конец которой упруго связан с последним подвижным звеном, при этом механизм центрирования каждого звена выполнен в виде двух управляемых фиксаторов, корпуса которых жестко установлены во внутренней полости каждого подвижного звена вдоль их продольной оси в полостях, перпендикулярных этой продольной оси, и оппозитно относительно центра со-

ответствующей сферической кинематической пары, а подвижные элементы управляемых фиксаторов установлены с возможностью взаимодействия с гибкой тягой.

2. Манипулятор по п. 1, отличающийся тем, что каждый управляемый фиксатор выполнен в виде электромагнита, подвижным элементом которого является сердечник.





СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1551511

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

**"Автомат для сборки деталей типа вал с дисками"**

Автор (авторы): **Ботев Илья Георгиевич, Чупина Людмила Алексеевна, Попа Василий Михайлович, Бостан Иван Антонович и Дулгеру Валерий Емануилович**

Заявитель: **они же**

Заявка №

**4461284**

Приоритет изобретения

**15 июля 1988г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

**22 ноября 1989г.**

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(SU) 1551511 A2

(51)5 В 23 Р 19/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

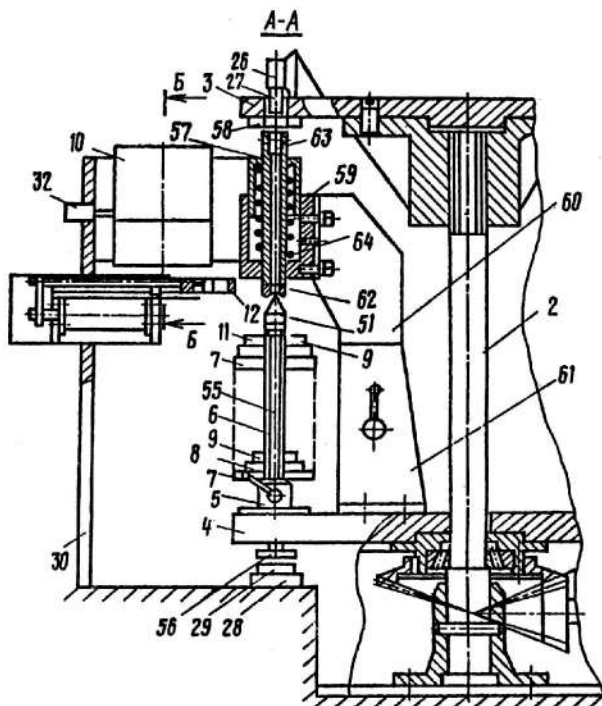
## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1  
(61) 1440631  
(21) 4461281/25-27  
(22) 15.07.88,  
(46) 23.03.90. Бюл. № 11  
(75) И.Г.Ботез, Л.А.Цупина,  
В.М.Попа, И.А.Бостан и В.Е.Дулгеру  
(53) 621.774.72 (088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1440631, кл. В 23 Р 19/02,  
26.01.87.

2  
(54) АВТОМАТ ДЛЯ СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА  
ВАЛ С ДИСКАМИ

(57) Изобретение относится к механо-  
сборочному производству, в частности  
к сборке детали, требующей угловой  
ориентации и последующей фиксации.  
Цель изобретения - расширение тех-  
нологических возможностей и повыше-  
ние производительности за счет авто-



Фиг. 2

(SU) 1551511 A2

3

1551511

4

матизации процесса сборки. Автомат содержит основание 1, центральную колонну 2 с неподвижной плитой 3, поворотный стол 4 с приспособлениями 5 для закрепления базовых деталей, механизмы угловой ориентации и напрессовки деталей, силовой цилиндр 26 и механизм для нарезки канавки и установки в ней стопорного кольца 12. Последний включает стакан, в котором перемещается поршень, несущий направляющий конус и поддер-

живающие стержни с режущими инструментами, а также силовые элементы перемещения. Кроме того, в поршне предусмотрены упоры, а стержни имеют ограничители хода направляющего конуса. В ходе процесса сборки режущие инструменты выполняют на базовой детали кольцевую канавку, а затем силовыми элементами перемещения подают в нее стопорное кольцо 12 и устанавливают в ней. 1 з.п. Ф-лы, 3 ил.

Изобретение относится к механо-сборочному производству, а именно к устройствам для соединения комплектов деталей, циклически повторяющихся в процессе сборки, и является усовершенствованием изобретения по авт.св. № 1440631.

Цель изобретения - расширение технологических возможностей и повышение производительности за счет автоматизации процесса сборки.

На фиг.1 показан предлагаемый автомат, вид сверху; на фиг.2 - сечение А-А на фиг.1; на фиг.3 - сечение Б-Б на фиг.2.

Автомат содержит основание 1, центральную колонну 2 с неподвижной плитой 3, поворотный стол 4 со смонтированными по окружности приспособлениями 5 для закрепления собираемого вала 6, механизмы угловой ориентации и напрессовки деталей 7-9 типа дисков, а также механизмы 10 для нарезки на валу 6 канавки 11 и установки в ней стопорного кольца 12.

По окружности основания 1 расположены стойки 13-15 и загрузочные устройства 16-18, снабженные соответствующими питающими механизмами 19-21 для подачи деталей 7-9.

Автомат имеет загрузочно-разгрузочную позицию и рабочие позиции.

Загрузочно-разгрузочная позиция снабжена магазинами 22 и 23 для валов и для стопорных колец 12, а также бункеров 24 для собранных сборочных единиц. На этой же позиции расположен манипулятор 25 и силовой цилиндр 26, смонтированные соответственно на основании 1 и на неподвижной плите 3 центральной колонны 2. При этом шток 27 силового цилиндра 26 обращен

к основанию 1. Кроме того, загрузочно-разгрузочная позиция снабжена приводом 28 с полумуфтой 29, а также стойкой 30, на которой смонтирован механизм 10, причем последний установлен с возможностью перемещения к оси штока 27 и выполнен в виде стакана 31 (фиг.3), связанного с приводом 32. В стакане 31 установлен поршень 33, имеющий центральное отверстие, через которое пропущен направляющий конус 34 с направляющим пояском 35, и отверстия, расположенные на заданном расстоянии от центра поршня, через которые пропущены поддерживающие стержни 36.

Пружина 37 поддерживает поршень 33 в крайнем верхнем положении. Направляющий конус 34 и поддерживающие стержни 36 занимают крайнее нижнее положение от поршня 33 под действием пружин 38 и 39. При этом поршень 33 снабжен силовыми элементами 40 перемещения, установленными в его нижней части с возможностью перемещения в радиальном направлении. Пружины 41 обеспечивают контакт роликов 42 силовых пят 40 с поверхностью направляющего конуса 34. Поддерживающие стержни 36 снабжены режущими инструментами 43 и стружкоотводящими трубками 44. Режущие инструменты 43 связаны с приводом 45 и установлены с возможностью радиального перемещения в суппортах 46. Последние расположены на опорном подшипнике 47. Положение режущих инструментов 43 относительно места нарезки канавки 11 определяется датчиком 48, смонтированным в одном из суппортов 46. Для определения положения направляющего конуса относительно

той же канавки 11 в стержнях 36 установлены ограничители 49 хода направляющего конуса 34, а в направляющем конусе 34 предусмотрены упоры 50.

Механизм угловой ориентации состоит из подпружиненного ловителя 51 и обрезиненных элементов 52-54 для поворота деталей 7-9. Последние имеют шпоночные пазы, а также различные наружные диаметры и в заданной последовательности устанавливаются на вал 6 с предварительно установленной в нем шпонкой 55.

Ловитель 51 выполнен в виде сборочной единицы и устанавливается в определенном положении на конце вала 6 перед его установкой в зажимное приспособление 5. Последнее снабжено полумуфтой 56. Каждый обрезиненный элемент 52-54 имеет форму дуги и прикреплен к соответствующей стойке 13-15 с возможностью взаимодействия с наружной поверхностью одной из собираемых деталей 7-9.

Механизм напрессовки выполнен в виде штока 57 и копира 58. Последний имеет форму кольца и размещен на плите 3 на поверхности, обращенной к поворотному столу 4. Количество силовых участков на этом копире и количество обрезиненных элементов 52-54 равно количеству собираемых в одном цикле деталей 7-9.

Шток 57 установлен в корпусе 59, прикрепленном к поворотной головке 60, а сама головка 60 установлена на стойке 61. Количество стоек 61 равно количеству позиций в автомате.

На конце штока 57, обращенного к столу 4, смонтирована с возможностью поворота опора 62, а на другом конце установлен свободно вращающийся ролик 63. Шток 57 подпружинен относительно корпуса 59 посредством пружины 64.

Автомат работает в загрузочном, рабочем и разгрузочном режимах.

В загрузочном режиме манипулятор 25 последовательно устанавливает валы 6 с предварительно установленными в них шпонками 55 и ловителями 51 в приспособлениях 5. В процессе загрузки головка 60 повернута, что обеспечивает свободную установку вала 6 в приспособление 5. После закрепления вала 6 головка 60 занимает соосное положение с осью сборки, и автомат переходит в рабочий режим.

Питающие механизмы 19-21 подают ту или иную присоединяемую деталь 7-9 на ловитель 51. При переходе с одной рабочей позиции к другой присоединяемые детали 7-9 ориентируются по ловителю 51 посредством обрезиненных элементов 52-54, а шток 57, обкатываясь роликом 63 по поверхности копира 58, осуществляет сборку.

После завершения процесса соединения всех комплектов деталей автомат переходит на разгрузочный режим. Первая сборочная единица подходит к разгрузочной позиции. После остановки стола 4 головка 60 отходит от зоны сборки. Включается привод 32 и механизм 10 подается над валом 6. При этом поршень 33 под действием пружины 37 занимает в стакане 31 крайнее верхнее положение. В то же время направляющий конус 34 и стержни 36 с суппортами 46 располагаются относительно поршня 33 на максимально возможном расстоянии под действием пружин 38 и 39. Стопорное кольцо 12 сориентировано в магазине 23 так, что его замок обращен к направляющему конусу 34. Манипулятор 25 снимает с вала 6 направляющий ловитель 51, а на направляющий конус 34 при помощи питающего механизма (можно манипулятором) подается стопорное кольцо 12, которое попадает на коническую поверхность, пройдя предварительно участок прямоугольной формы направляющего конуса 34.

Далее включается силовой цилиндр 26, а его шток 27 перемещает поршень 33 вниз. При этом пружина 37 сжимается, а пружины 38 и 39 продолжают придерживать направляющий конус 34 и стержни 36 в крайнем нижнем положении. Когда подшипник 47 достигает поверхности последней детали 9 и усилие зажима всех присоединяемых деталей достигнет заданной величины, срабатывает датчик 48, который включает привод силового цилиндра 26 и приводы 45 перемещения режущих инструментов 43, а также полумуфты 29, 56 и привод 28 вращения вала 6.

Перемещаясь радиально, режущие инструменты внедряются в поверхность вала 6 и снимают с него стружку, которая по трубкам 44 выводится из зоны обработки. После достижения заданной глубины кольцевой канавки 11 привод 28 выключается, а привод 45



7

1551511

8

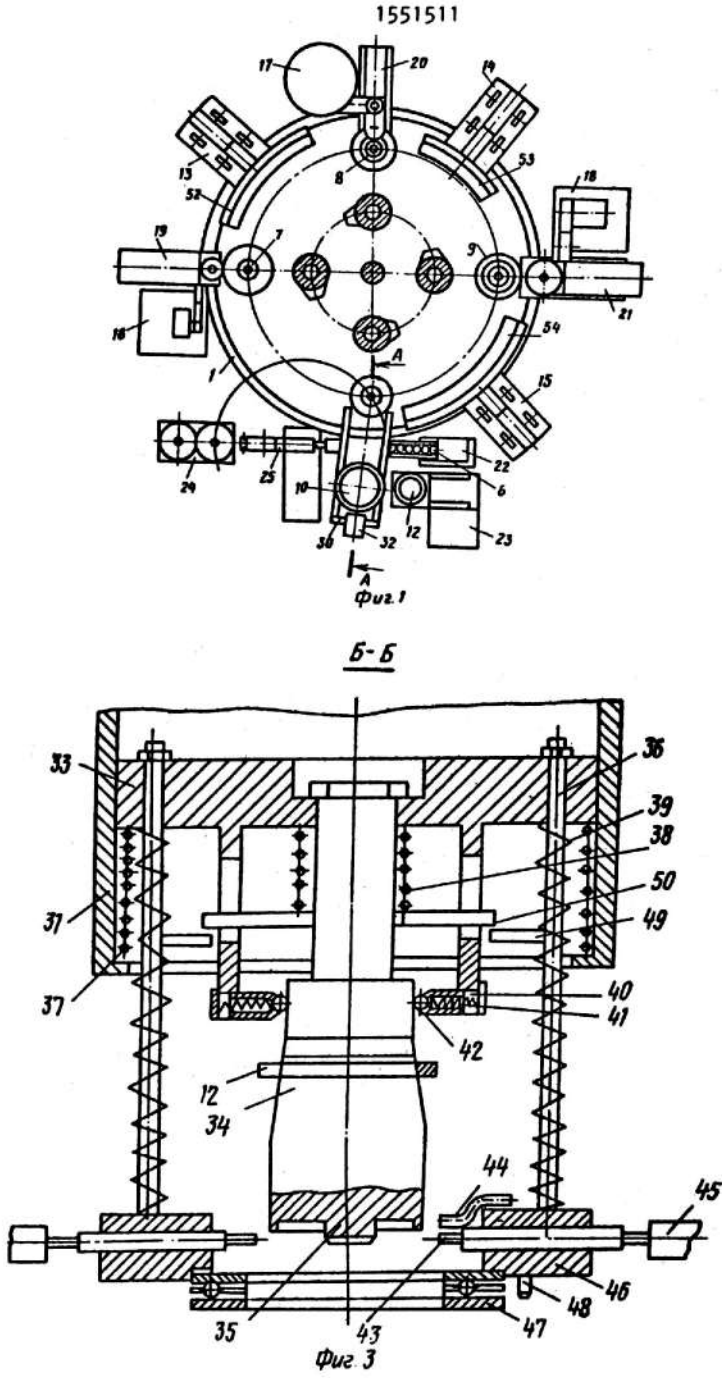
переключается на обратное направление, что обеспечивает отвод режущих инструментов 43 из зоны обработки.

Снова включается силовой цилиндр 26, шток 27 которого обеспечивает перемещение поршня 33 вниз. Когда торец направляющего конуса 34 достигает края канавки 11, а его упоры 50 достигают ограничитель 49 хода, перемещение направляющего конуса 34 прекращается. При этом поршень 33 продолжает движение. Пружины 38 и 39 сжимаются, а силовые элементы 40 перемещают стопорное кольцо 12 по поверхности направляющего конуса 34. После попадания стопорного кольца 12 в кольцевую канавку 11 шток 27 силового цилиндра переключается на обратный ход. При выходе направляющего конуса из-за торца вала 6 привод 32 отводит механизм 10 в исходное положение, а манипулятор 25 снимает готовое изделие и подает его в бункер 24, а затем в приспособление 5 подает другой вал 6. К погрузочно-разгрузочной позиции подается вторая сборочная единица. Далее цикл повторяется.

Предлагаемый автомат имеет преимущество по сравнению с известными техническими решениями, так как не требует дополнительных рабочих мест и позволяет автоматически устанавливать стопорное кольцо по месту.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Автомат для сборки деталей типа вал с дисками по авт.св. № 1440631, отличающийся тем, что, с целью расширения технологических возможностей и повышения производительности, он снабжен механизмом нарезки на валу кольцевой канавки и установки в нее стопорного кольца, выполненным в виде смонтированного на стойке стакана, установленного в нем с возможностью возвратно-поступательного перемещения вдоль оси сборки подпружиненного поршня с отверстием и подпружиненными по направлению к оси поршня силовыми элементами для перемещения стопорного кольца, привода возвратно-поступательного перемещения поршня, направляющего конуса с упорами, установленного в отверстии поршня в контакте своей боковой поверхностью с силовыми элементами перемещения стопорного кольца, а также установленных в поршне поддерживающих стержней с ограничителями хода направляющего конуса, установленными с возможностью взаимодействия с упорами, и режущими инструментами с приводом их перемещения в направлении, перпендикулярном оси сборки.
2. Автомат по п.1, отличающийся тем, что привод возвратно-поступательного перемещения поршня выполнен в виде силового цилиндра.





СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1514508

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Ручная сверлильная машина"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович, Глушко Константин Борисович и Дулгеру Валерий Еманюилович

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявка № 4220321 Приоритет изобретения 2 апреля 1987г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

15 июня 1989г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1514508 A1**

(51) 4 В 23 В 45/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

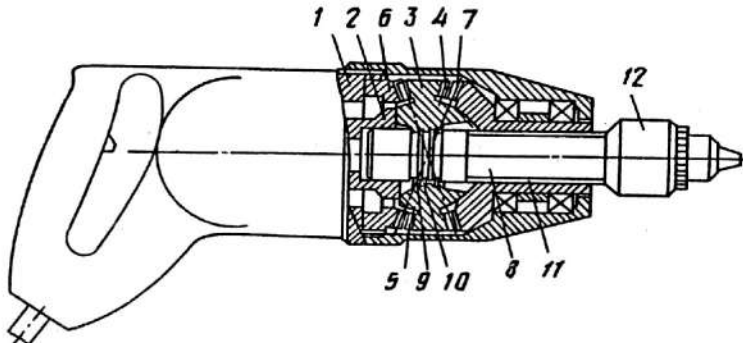
### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4220321/31-08  
(22) 02.04.87  
(46) 15.10.89. Бюл. № 38  
(71) Кишиневский политехнический институт им. С.Лазо  
(72) И.А.Бостан, К.Б.Глушко и В.Е.Дулгеру  
(53) 621.953(088.8)  
(56) Механизированный инструмент, отделочные машины и вибраторы.- Каталог-справочник. М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1978, с. 14-15.

Авторское свидетельство СССР  
№ 1117141, кл. В 23 В 45/00, 1985.

- (54) РУЧНАЯ СВЕРЛИЛЬНАЯ МАШИНА  
(57) Изобретение относится к машиностроению, в частности к ручному механизированному инструменту для сверления. Цель изобретения - расширение технологических возможностей ручной машины за счет обеспечения вибросверления с принудительным дроблением стружки. Ручная сверлильная машина содержит корпус 1, в котором размещены двухступенчатая прецессионная

передача и инструментальный шпindelь 8, на наружной поверхности которого выполнены беззаходная резьба 10 и шлицы 11. Вращение от привода посредством наклонного торца диска 2 преобразуется в прецессионное движение сателлитного блока колес 3. Зубчатые венцы сателлитного блока колес 3 зацепляются с одной стороны с зубьями неподвижного колеса 6, а с другой стороны - с зубьями ведомого колеса 7. В результате связанный с ведомым колесом 7 шпindelь 8 будет вращаться с редукцией  $i$ . В процессе прецессионного движения витки беззаходной резьбы 9 сателлитного блока колес 3 зацепляются с витками беззаходной резьбы 10, заставляя инструментальный шпindelь 8 совершать вибрационное движение с частотой, равной частоте вращения привода, и с амплитудой  $A$ . Инструмент совершает таким образом одновременно вращательное движение с редукцией  $i$  и вибрационное движение с частотой вращения привода и амплитудой  $A$ . 1 ил.





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2703**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2703 C2 2005.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2703 (13) C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 21 D 37/12

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2001 0200 (22) Data depozit: 2001.06.25</p> <p>(41) Data publicării cererii: 2003.02.28, BOPI nr. 2/2003</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2005.02.28, BOPI nr. 2/2005</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; TRIFAN Nicolae, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Dispozitiv de ștanțare a semifabricatelor prin rulare

(57) Rezumat:

MD 2703 C2 2005.02.28

1

Invenția se referă la prelucrarea metalelor prin presare.

Dispozitivul de ștanțare a semifabricatelor prin rulare include un corp cav cu un capac, în care este amplasată o portsculă cu suprafața de reazem sferică, îmbinată cu suprafața sferică a unui reazem fixat rigid în corp și un mecanism de acționare a portsculei, ce conține o roată dințată conducătoare. Noutatea invenției constă în aceea că reazemul este executat în forma unei roți centrale dințate cu dinți laterali, pe suprafața exterioară laterală a butucului căruia este instalată, cu posibilitatea rotirii, roata dințată conducătoare a mecanismului de acționare a portsculei, care se află în angrenare cu roata dințată de acționare, amplasată radial în corp. În capac este

2

montat cu posibilitatea rotirii un element opritor fixat rigid pe butucul roții dințate conducătoare, totodată suprafețele lor laterale inversate sunt executate înclinate și paralele, iar în interstițiul dintre ele este amplasată flanșa portsculei. Portscula este executată ca un satelit cu dinți în forma unor role rotitoare, ce angrenează cu dinții roții centrale dințate. La periferia ambelor suprafețe ale flanșei sunt executate caneluri inelare, în care sunt amplasate corpuri de rulare ce contactează cu suprafețele înclinate corespunzătoare ale roții dințate conducătoare și ale elementului opritor.

Revendicări: 1

Figuri: 2

5

10

15

## MD 2703 C2 2005.02.28

3

### Descriere:

Invenția se referă la prelucrarea metalelor prin presare.

Este cunoscută presa pentru ștanțarea prin rulare [1], care conține batiul, mecanismul de deplasare a traversei mobile, executat în formă de hidrocilindru și cu mecanism de acționare sfero-spațială de deplasare, cu suprafața de reazem sferică pe partea frontală, care contactează cu bucșa sferică.

Soluția cunoscută are o construcție compusă și posibilități tehnologice comparativ reduse.

Mult mai eficace este dispozitivul de ștanțare a semifabricatelor prin rulare [2], care conține o carcasă cu capac și cu reazem sferic la bază, un arbore amplasat în carcasă, portscula cu suprafața de reazem sferică, amplasată în contact cu reazemul cu suprafața de sprijin sferică, roți dințate legate cu arborele, în interiorul căruia este amplasată pe rulmenți scula fixată pe două bucșe excentrice cu suprafața exterioară sferică. Soluția cunoscută are o construcție comparativ compusă și posibilități tehnologice reduse.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este simplificarea construcției, mărirea capacității portante și a duratei de funcționare.

Într-o variantă de realizare a dispozitivului, problema invenției se rezolvă prin aceea că dispozitivul de ștanțare a semifabricatelor prin rulare include un corp cav cu capac, în care este amplasată o portsculă cu suprafață de reazem sferică, îmbinată cu suprafața sferică a unui reazem fixat rigid în corp și un mecanism de acționare a portsculei, ce conține o roată dințată conducătoare, iar reazemul este executat în forma unei roți centrale dințate cu dinți laterali, pe suprafața exterioară laterală a butucului căruia este instalată, cu posibilitatea rotirii, roata dințată conducătoare a mecanismului de acționare a portsculei, care se află în angrenare cu roata dințată de acționare, amplasată radial în corp; în capac este montat, cu posibilitatea rotirii, un element opritor prins la butucul roții dințate conducătoare, totodată suprafețele lor laterale inversate sunt executate înclinate și paralele, iar în interstițiul dintre ele este amplasată flanșa portsculei, portscula fiind executată ca un satelit cu dinți în forma unor role rotitoare, se angrenează cu dinții roții centrale dințate, totodată la periferia ambelor suprafețe ale flanșei sunt executate caneluri inelare, în care sunt amplasate corpuri de rulare ce concentrează cu suprafețele înclinate corespunzătoare ale roții dințate conducătoare și ale elementului opritor. În afară de aceasta, muchiile deformabile ale sculci sunt amplasate sub un unghi față de planul mediu al satelitului.

Executarea portsculei în forma de satelit de transmisie planctară precesională permite comparativ simplu de a comunica portsculei mișcarea sfero-spațială (precesională), care asigură lărgirea posibilităților tehnologice.

Instalarea flanșei satelitului pe corpurile de rulare permite, comparativ simplu și fără pierderi esențiale de putere, a transforma mișcarea de rotație a propulsorului în mișcare precesională a satelitului și sculei.

Legătura roții centrale dințate cu suprafața de reazem sferică cu corpul permite satelitului adăugător de a se roti în jurul axei sale geometrice cu o viteză de rotație redusă, ceea ce asigură lărgirea posibilităților tehnologice din contul îmbunătățirii calității de prelucrare, micșorării forțelor la ștanțare.

Amplasarea muchiilor deformabile ale sculei sub un unghi în raport cu planul mediu al satelitului permite de a lărgi posibilitățile tehnologice din contul mișcării elicoidale ale muchiilor deformabile.

Dispozitivul de ștanțare a semifabricatelor prin rulare, conform invenției, se explică prin desenele din fig. 1 și fig. 2, care reprezintă:

- fig. 1, construcția dispozitivului de ștanțare a semifabricatelor prin rularea semifabricatelor;

- fig. 2 – vederea mărită a portsculei din fig. 1.

Dispozitivul de ștanțare a semifabricatelor prin rulare include un corp cav cu un capac 1, în care este amplasată o portsculă 2 cu suprafața de reazem sferică, îmbinată cu suprafața sferică a unui reazem a roții centrale dințate 3, fixate rigid în corp și un mecanism de acționare a portsculei, ce conține o roată dințată conducătoare 3 situată pe suprafața exterioară laterală a butucului căruia este instalată, cu posibilitatea rotirii. Roata dințată conducătoare 4 este în angrenare cu roata dințată de acționare 5 amplasată radial în corp.

În capac este montat, cu posibilitatea rotirii, un element opritor 6 fixat rigid pe butucul roții dințate conducătoare 4, totodată, suprafețele lor laterale inversate sunt executate înclinate și paralele, iar în interstițiul dintre ele este amplasată flanșa 7 portsculei 2. Portscula 2 este executată ca un satelit 8, din transmisia precesională cu dinți în forma unor role rotitoare 9 instalată pe axe 10, ce angrenează cu dinții roții centrale dințate. La periferia ambelor suprafețe ale flanșei 7 sunt executate caneluri inelare, în care sunt amplasate corpuri de rulare 11 ce contactează cu suprafețele înclinate corespunzătoare ale roții dințate conducătoare 4 și ale elementului opritor 6.

## MD 2703 C2 2005.02.28

4

În butucul portsculei 2 satelitului 8 este amplasată scula 12, muchiile deformabile ale căreia deformează suprafața semifabricatului 13 împins de poansonul 14.

5 Dispozitivul funcționează în modul următor: mișcarea de rotație a roții dințate conducătoare 4 se transformă în mișcare de precesie a satelitului 8, care se transmite portsculei 2. La mișcarea sfero-  
spațială a portsculei, muchiile deformabile ale ei deformează suprafața semifabricatului treptat, pe  
parcursul unui ciclu complet de precesie. Astfel forțele de deformare se reduc. La mișcarea axială a  
semifabricatului, ciclul se repetă, asigurând totodată și un anumit grad de netezire prin mișcarea  
axială a portsculei.

10

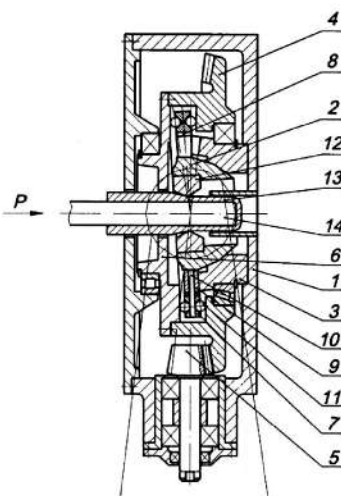
### (57) Revendicare:

15 Dispozitiv de ștanțare a semifabricatelor prin rulare care include un corp cav cu capac, în  
care este amplasată o portsculă cu suprafața de reazem sferică, îmbinată cu suprafața sferică a unui  
reazem fixat rigid în corp și un mecanism de acționare a portsculei, ce conține o roată dințată  
conducătoare, caracterizat prin aceea că reazemul este executat în forma unei roți centrale dințate  
cu dinți laterali, pe suprafața exterioară laterală a butucului căruia este instalată, cu posibilitatea  
20 rotirii, roata dințată conducătoare a mecanismului de acționare a portsculei, care se află în angrenare  
cu roata dințată de acționare, amplasată radial în corp; în capac este montat cu posibilitatea rotirii un  
element opritor prins la butucul roții dințate conducătoare, totodată suprafețele lor laterale inversate  
sunt executate înclinate și paralele, iar în interstițiul dintre ele este amplasată flanșa portsculei,  
portscula fiind executată ca un satelit cu dinți în forma unor role rotoare, ce angrenează cu dinții roții  
25 centrale dințate, totodată la periferia ambelor suprafețe a flanșei sunt executate caneluri inelare, în  
care sunt amplasate corpuri de rulare ce contactează cu suprafețele înclinate corespunzătoare ale roții  
dințate conducătoare și ale elementului opritor.

30

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU1581430 A1 1990.07.30
2. SU 1593745 A1 1990.09.23







СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1451004

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
**"Захват промышленного робота"**

Автор (авторы): **Бостан Иван Антонович, Думгеру Валерий Емануилович и Фюю Николай Борисович**

Заявитель: **КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО**

Заявка № **4258978** Приоритет изобретения **9 июня 1987г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

**15 сентября 1988г.**

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1451004** **A 1**

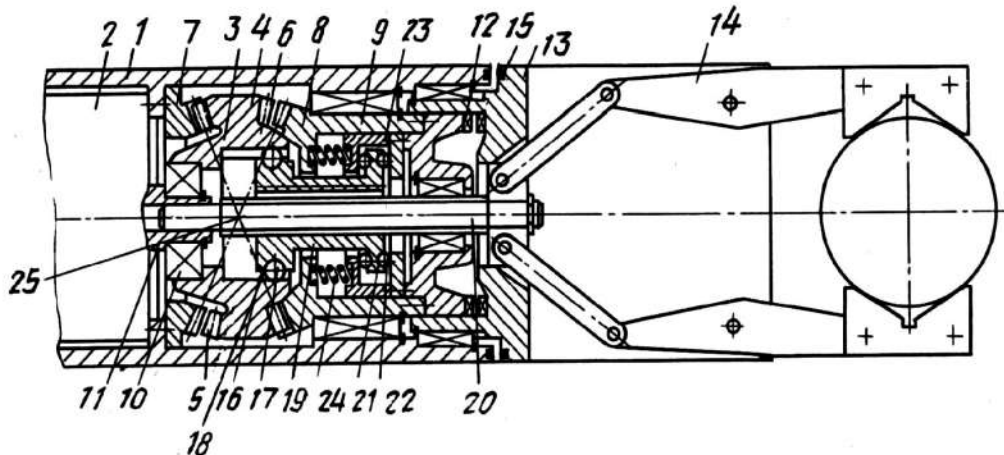
(5D) 4 В 25 J 15/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4258978/31-08  
(22) 09.06.87  
(46) 15.01.89. Бюл. № 2  
(71) Кишиневский политехнический институт им. С. Ладо  
(72) И. А. Бостан, В. Е. Дулгеру и Н. Б. Фою -  
(53) 62-229.72(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1288051, кл. В 25 J 15/00, 1987.  
(54) ЗАХВАТ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА  
(57) Изобретение относится к промышленным роботам и манипуляторам. Цель изобретения — повышение точности позиционирования, надежности и расширение функциональных возможностей за счет применения прецессионного редуктора. Захват промышленного робота содержит корпус 1, размещенные в нем электродвигатель 2, прецессионный редуктор 3, в ступице сателлитного блока колес 4 которого размещена насосная винтовая передача, гайка 19 которой связана с сателлитным блоком колес 4. Гайка 19 находится во внеполосном зацеплении с винтом 20 и выполнена с возможностью осевого перемещения. Колесо 8 жестко связано с валом 9, который через муфту 12 связан с основанием 13, на котором установлены губки схватов 14. При включенном состоянии датчиков 15 редуцированное вращательное движение колеса 8 передается схвату 14. Осевое перемещение винта 20, связанного с схватом 14, складывается из двух противоположных по направлению планетарного и вращательного движений гайки вокруг оси винта, одно из которых можно плавно регулировать. 1 ил.

мешенные в нем электродвигатель 2, прецессионный редуктор 3, в ступице сателлитного блока колес 4 которого размещена насосная винтовая передача, гайка 19 которой связана с сателлитным блоком колес 4. Гайка 19 находится во внеполосном зацеплении с винтом 20 и выполнена с возможностью осевого перемещения. Колесо 8 жестко связано с валом 9, который через муфту 12 связан с основанием 13, на котором установлены губки схватов 14. При включенном состоянии датчиков 15 редуцированное вращательное движение колеса 8 передается схвату 14. Осевое перемещение винта 20, связанного с схватом 14, складывается из двух противоположных по направлению планетарного и вращательного движений гайки вокруг оси винта, одно из которых можно плавно регулировать. 1 ил.



1

1451004

2

Изобретение относится к машиностроению, в частности к промышленным роботам и манипуляторам.

Цель изобретения — повышение точности позиционирования, надежности и расширение функциональных возможностей за счет применения прецессионного редуктора.

На чертеже показан захват промышленного робота.

Захват промышленного робота содержит корпуса 1, в котором размещен электродвигатель 2 и редуктор 3. Редуктор содержит сателлитный блок колес 4 с зубчатыми венцами 5 и 6, зацепляющимися соответственно с неподвижным 7 и вращающимся 8 зубчатыми коническими колесами. При этом последнее жестко связано с ведомым валом 9. Сателлитный блок колес установлен на сферическом подшипнике 10, который установлен на эксцентричной втулке 11, жестко связанной с валом электродвигателя 2. Ведомый вал 9 связан посредством торцевой зубчатой муфты 12 с основанием 13, на котором установлены губки схвата 14. Кроме того, на соответствующих поверхностях корпуса 1 и основания 13 размещены датчики 15. Во внутренней полости сателлитного блока колес выполнены винтовые канавки 16, в которых размещены тела 17 качения, связанные одновременно посредством гнезд 18 с гайкой 19, находящейся во внеполюсном зацеплении с винтом 20. Фланец 21 гайки 19, размещен на телах 22 качения в профильном пазу ползуна 23, который подпружинен в осевом направлении посредством упругих элементов 24. Винт 20 жестко связан с звеньями схвата 14.

Захват промышленного робота работает следующим образом.

Вращательное движение вала электродвигателя 2 посредством эксцентричной втулки 11 и подшипника 10 преобразуется в прецессионное движение сателлитного блока колес. В результате закрепления венцов 5 и 6 сателлитного блока 4 с зубьями колес 7 и 8 последнее вращается с редукцией

$$i = - \frac{Z_5 Z_7}{Z_6 Z_8 - Z_5 Z_7}$$

где  $Z_5, Z_6$  — соответственно числа зубьев венцов сателлитного блока колес;

$Z_7, Z_8$  — числа зубьев колес 7 и 8.

При включенных датчиках 15 зубья зубчатой муфты 12 находятся в зацеплении и редуцированное движение (вращательное) колеса 8 передается основанию 13.

Сателлитный блок колес, совершая прецессионное движение, сообщает гайке 19 посредством тел 17 качения планетарное движение с эксцентриситетом  $e = \text{atg } \beta$ , где  $\beta$  — угол наклона оси сателлитного блока колес;  $a$  — расстояние от плоскости расположения тел 17 качения до центра прецессии 25. В

ка колес размещена гайка, имеющая возможность взаимодействия с сателлитным блоком колес посредством тел качения, расположенных в винтовых канавках внутренней по-

результате внеполюсного зацепления гайки 19 с винтом 20 последний перемещается со скоростью  $V_{пл}$ . Изменение расстояния  $a$  вызывает изменение текущих радиусов зацепления винта 20 и гайки 19, а следовательно изменение составляющей скорости  $V_{пл}$ .

Одновременно гайка 19 получает вращательное движение вокруг оси винта 20, обратное по направлению планетарному движению, с редукцией  $i = - \frac{Z_5}{Z_7 - Z_5}$ . В ре-

зультате зацепления гайки 19 с винтом 20 от этого вращательного движения последний перемещается в обратном направлении со скоростью  $V_{окр}$ . Суммарная скорость перемещения винта получается алгебраическим суммированием двух движений. Перемещение гайки 19 в осевом направлении позволяет регулировать эксцентриситет  $e$ , а следовательно, и скорость осевого перемещения винта от планетарного движения гайки  $V_{пл}$ . Винт 20 жестко соединен со звеньями схвата 14. При достижении необходимого усилия зажима в схвате 14 гайка 19, преодолевая усилие пружинения упругих элементов 24 и наклон винтовой канавки 16, перемещается в осевом направлении до тех пор, пока составляющие суммарной скорости винта 20  $V_{пл}$  и  $V_{окр}$  не будут равны по величине. При этом винт 20 останавливается при работающем электродвигателе 2.

Следовательно, подбором соотношения зубьев колес прецессионной передачи и параметров несоосной винтовой передачи можно обеспечить регулирование скорости осевого перемещения винта в нужном диапазоне вплоть до полной остановки.

Перемещение гайки в осевом направлении при достижении необходимого усилия зажима с последующей остановка винта позволяет повысить надежность захвата промышленного робота в целом, упростить схему управления захватом.

Получение от одного привода двух независимых движений позволяет расширить функциональные возможности захвата промышленного робота.

#### Формула изобретения

Захват промышленного робота, содержащий корпус, установленный в нем приводной двигатель, механизм редукции и схваты, отличающийся тем, что, с целью повышения точности позиционирования, надежности и расширения функциональных возможностей, механизм редукции выполнен в виде прецессионного редуктора, одно из конических колес которого связано с корпусом захвата посредством зубчатой муфты с возможностью вывода из зацепления одной из полушестерней, а во внутренней полости сателлитного бло-

ка колес размещена гайка, имеющая возможность взаимодействия с сателлитным блоком колес, а винт связан с механизмом схвата, при этом гайка имеет возможность осевого перемещения и подпружинена относительно зубчатой муфты.



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1465301

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
"Манипулятор"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович, Глушко Константин Борисович и Дулгеру Валерий Еманолович

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.С.ЛАЗО

Заявка № 4273866. Приоритет изобретения 7 июля 1987г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

15 ноября 1988г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1465301 A1

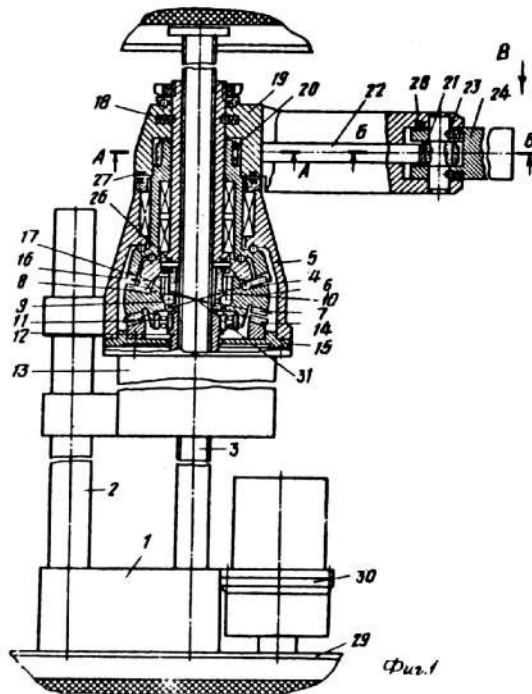
(51) 4 В 25 J 9/10, 18/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4279866/31-08  
(22) 07.07.87  
(46) 15.03.89. Бюл. № 10  
(71) Кивиневский политехнический институт им. С.Лазо  
(72) И.А.Бостан, К.Б.Глушко и В.Е.Дулгеру  
(53) 62-229,72 (088,8)  
(56) Андре П. и др. Конструирование роботов. М.: Мир, 1986, с. 207, рис.6,2.

(54) МАНИПУЛЯТОР  
(57) Изобретение относится к робототехнике и может быть использовано для операций загрузки - выгрузки в автоматическом режиме. Целью изобретения является расширение технологических возможностей за счет повышения точности позиционирования. Для этого на основании 1 установлена опорная стойка 3, выполненная в виде винта, который во взаимодействии



(19) SU (11) 1465301 A1

1465301

с гайкой 4 образует несоосную винтовую передачу. А блок сателлитов 6 планетарной передачи, состоящий из двух конических зубчатых колес 7 и 8, с одной стороны взаимодействует с центральным коническим зубчатым колесом 14, жестко связанным с корпусом промежуточного звена 5, а с другой стороны - с двумя центральными коническими зубчатыми колесами 16 и 17, установленными концентрично на опорной стойке 3 и связанными соответственно с предплечьем 19 и кистью 24 механической руки. Для переме-

ния основания 1 вдоль направляющих 29 использован привод 30. При вращении электродвигателя 13 блок сателлитов 6 совершает прецессионное движение и одновременно вращается вместе с гайкой 4 с редуцированной скоростью. Контакт гайки 4 с винтом 3 обуславливает подъем манипулятора, а редуцированное вращение центральных зубчатых колес 16 и 17 - поворот предплечья и кисти соответственно. Включение в работу соответствующих элементов манипулятора производится с помощью датчиков 26 и 28. 5 ил.

1

Изобретение относится к робототехнике и может быть использовано для операций разгрузки - выгрузки в автоматическом режиме.

Целью изобретения является расширение технологических возможностей за счет повышения точности позиционирования.

На фиг. 1 изображен предлагаемый манипулятор, общий вид; на фиг. 2 - сечение А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - сечение Б-Б на фиг. 1; на фиг. 4 - зона обслуживания манипулятором; на фиг. 5 - вид В на фиг. 1.

Манипулятор содержит основание 1, установленную на основании направляющую 2 и опорную стойку 3, выполненную в виде винта, который во взаимодействии с гайкой 4 образует несоосную винтовую передачу, промежуточное звено 5, в корпусе которого установлен блок сателлитов 6 планетарной передачи. Гайка 4 размещена в полости блока сателлитов 6, состоящего из двух конических зубчатых колес 7 и 8, и связана с ним посредством тел качения (шариков) 9, установленных в осевых пазах 10 блока сателлитов 6.

Блок сателлитов 6 установлен посредством подшипника 11 на эксцентричной втулке 12, связанной с валом электродвигателя 13. С одной стороны блока сателлитов 6 размещено центральное коническое колесо 14, жестко

2

связанное с корпусом 15 промежуточного звена 5, а с другой стороны - центральные конические колеса 16 и 17. Центральное коническое колесо 16 связано посредством подпружиненных шариков 18 с предплечьем 19, а центральное коническое колесо 17 связано посредством зубчатых венцов 20 и 21 с винтовыми зубьями, винта 22 и подпружиненных шариков 23 с кистью 24, в которой размещены схваты 25. Для попеременного включения поворота кисти, предплечья и подъема манипулятора в конструкции манипулятора предусмотрены датчики 26 - 28.

Корпус промежуточного звена 5 связан с направляющей 2 с возможностью перемещения вдоль нее. Винт 3 и направляющая 2 установлены на основании 1, связанном известными способами с направляющими 29 с возможностью перемещения вдоль них. На основании 1 также установлен привод 30 перемещения основания вдоль направляющих 29.

Манипулятор работает следующим образом.

При включении электродвигателя 13 блок сателлитов 6 зацепляется коническими зубчатыми колесами 7 и 8 с центральными коническими колесами 14, 16 и 17. При этом он совершает прецессионное движение вокруг центра 31 прецессии и вращательное движение вокруг своей оси с редуцией

3

1465301

4

$$i_1 = - \frac{Z_7}{Z_{14} \cdot Z_7} ,$$

где  $Z_7$  и  $Z_{14}$  - числа зубьев соответственно зубчатых колес 7 и 14.

Шарики 9 при этом расположены в плоскости, проходящей через центр 31 процессии, и, следовательно, гайка 4 не совершает радиальных перемещений, т.е. не совершает планетарное движение вокруг оси винта, а только вращательное движение с редукцией  $i_4$ . При этом несоосная винтовая передача работает как обычная соосная винтовая передача и винт перемещается со скоростью  $V_{окр}$ . При этом, следует однако выбрать такое соотношение зубьев  $Z_7$  и  $Z_{14}$ , чтобы прецессионное и вращательное движения блока сателлитов были противоположными по направлению. Для остановки подъема манипулятора датчик 26 выключается и гайка 4 перемещается в осевом направлении на величину  $a$ , равную величине зазора между торцами гайки центрального конического колеса 17. При этом гайка получает планетарное движение вокруг оси винта 3 с эксцентриситетом  $e = \text{arc} \mu$ , где  $\mu$  - угол наклона оси блока сателлитов 6 и противоположное этому движению вращательное движение с редукцией  $i_4$ . При этом винт 3 получает поступательные движения  $V_{окр}$  и  $V_{пл}$ , равные по величине и противоположные по направлению. Следовательно, суммарное поступательное перемещение винта равно нулю.

В результате прецессионного движения блока сателлитов 6, зацепляющихся с ним центральных конических колеса 16 и 17 вращаются с редукцией

$$i_2 = - \frac{Z_7 Z_{16}}{Z_{14} Z_8 - Z_7 Z_{16}} ,$$

и

$$i_3 = - \frac{Z_7 Z_{17}}{Z_{14} Z_8 - Z_7 Z_{17}} ,$$

при равенстве чисел зубьев  $Z_{16}$  и  $Z_{17}$   $i_2$  и  $i_3$  равны. Например, при  $Z_{14} = 19$ ;  $Z_7 = 20$ ;  $Z_8 = 21$ ;  $Z_{16} = Z_{17} = 20$  имеем

$$i_2 = i_3 = - \frac{20 \cdot 20}{19 \cdot 21 - 20 \cdot 20} = 400.$$

Если  $Z_{16} = 20$ , а  $Z_{17} = 22$ , имеем

них жестко связано с корпусом и предназначено для взаимодействия с одним из конических колес блока сателлитов, а два других конических зубчатых колеса установлены концентрично на опорной стойке и взаимодействуют с одной стороны с вторым колесом блока сателлитов, а с другой сторо-

$$i_2 = - \frac{20 \cdot 20}{19 \cdot 21 - 20 \cdot 20} = 400,$$

5 а

$$i_3 = - \frac{20 \cdot 22}{19 \cdot 21 - 20 \cdot 22} =$$

$$= \frac{440}{41} = 10,7.$$

10

Следовательно, предплечье 19, связанное с центральным коническим колесом 16, и кисть 24, связанная посредством зубчатых венцов 20 и 21 и винта 22 с центральным коническим колесом 17 получает соответствующие угловые перемещения. Поперечное переключение поворота предплечья 19 и кисти 24 производится с помощью датчиков 27 и 28. Для остановки предплечья 19 включается датчик 27, связывающий предплечье 19 с корпусом. При этом подпружиненные шарики 18 выходят из своих гнезд, размыкая kinematicкую связь между колесом 16 и предплечьем 19. Для остановки кисти 24 от вращения вокруг оси венца 21 включается датчик 28, связывающий жестко кисть 24 с предплечьем 19. При этом подпружиненные шарики 23 выходят из своих гнезд, разрывая kinematicкую связь между кистью 24 и осью зубчатого венца 21. Перемещение основания 1 со стойкой и манипулятором вдоль направляющих 29 производится с помощью привода 30.

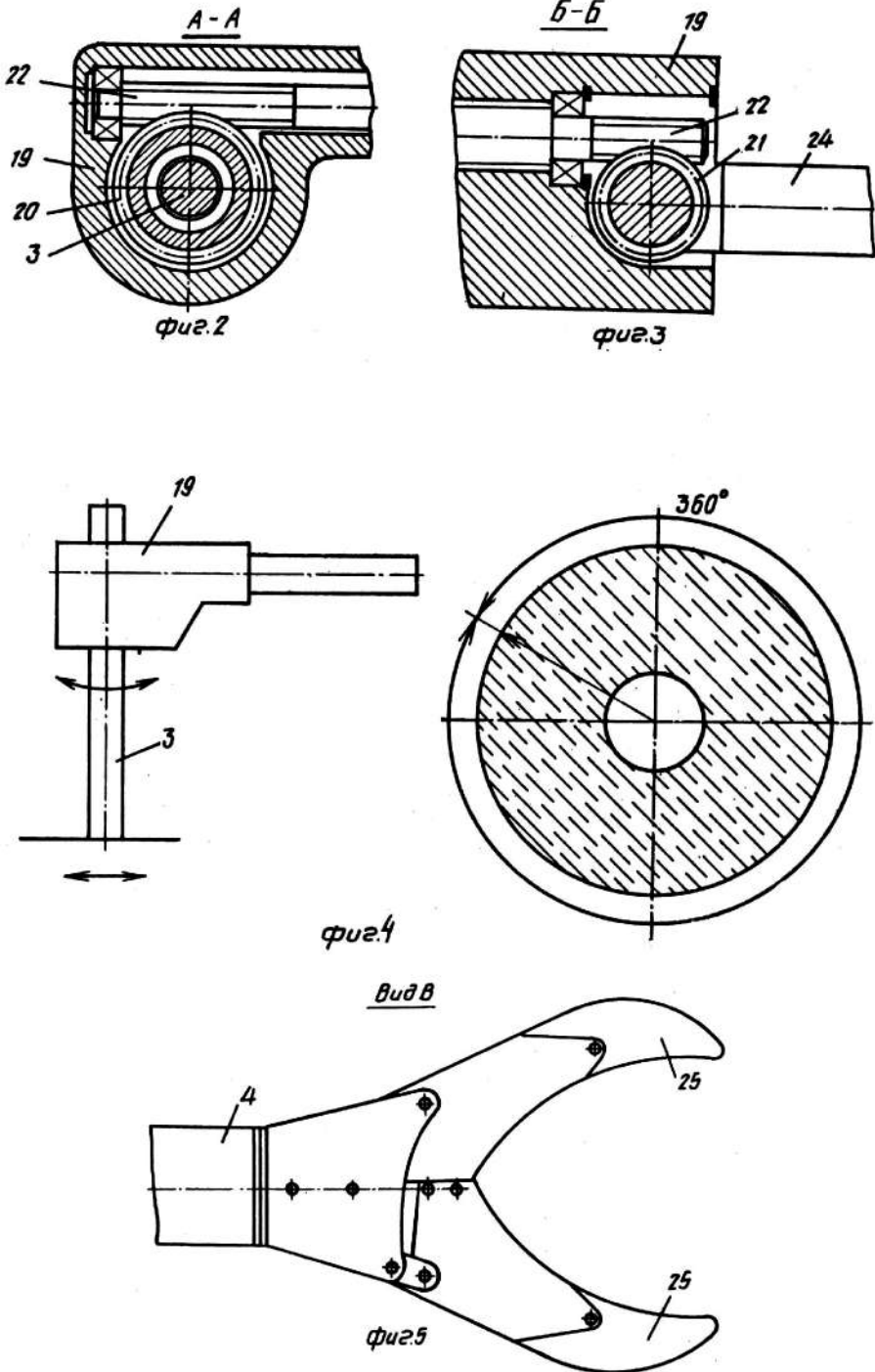
Следовательно, попеременным включением датчиков 26 - 28 можно регулировать поворот кисти 24 и предплечья 19, а также подъем манипулятора при непрерывно работающем двигателе 13.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

45

Манипулятор, содержащий основание, опорную стойку с приводом, промежуточное звено, механическую руку, состоящую из предплечья и кисти, отличающийся тем, что, с целью расширения технологических возможностей за счет повышения точности позиционирования, он снабжен планетарной передачей, установленной в корпусе промежуточного звена, включающей блок сателлитов, состоящий из двух конических зубчатых колес и трех центральных зубчатых конических колес, при этом одно из послед-

ных - с предплечьем и кистью механической руки соответственно, при этом часть опорной стойки, выполненная в виде винта, образует винтовую передачу, гайка которой размещена в ступице блока сателлитов с возможностью перемещения относительно последнего.







СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

**АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО**

№ 1504084

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,  
Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий  
выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
**"Тайковерт"**

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович, Дулгеру Валерий  
Еманолович, Бабян Иван Трофимович, Марин Александр  
Захарович и Уткшев Рафик Усманович

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявка № 4219808      Приоритет изобретения 2 апреля 1987г.  
Зарегистрировано в Государственном реестре  
изобретений СССР

1 мая 1989г.  
Действие авторского свидетельства распро-  
страняется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета 

Начальник отдела 



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1504084** **A1**

(5D) 4 В 25 В 21/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

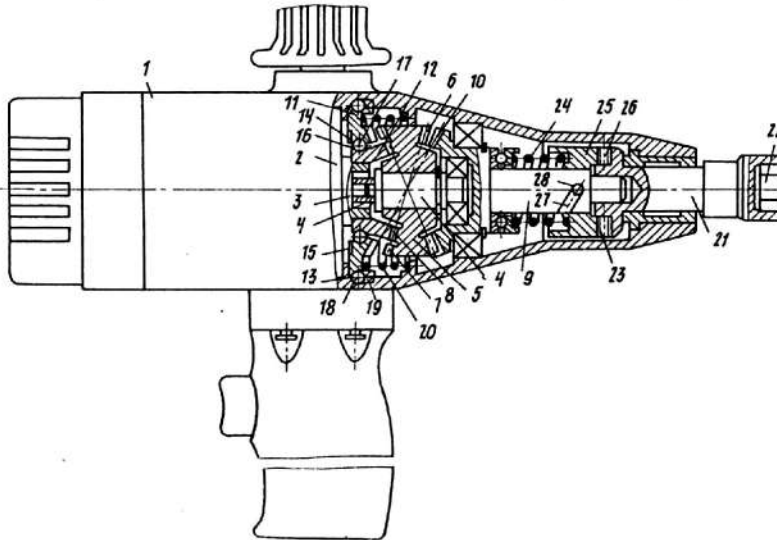
## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4219808/25-28  
(22) 02.04.87  
(46) 30.08.89. Бюл. № 32  
(71) Кишинёвский политехнический институт  
им. С. Лазо  
(72) И. А. Бостан, В. Е. Дулгеру,  
И. Т. Бабаян, А. З. Марин и Р. У. Утюшев  
(53) 621.883(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 288967, кл. В 25 В 21/00, 1967.  
Авторское свидетельство СССР  
№ 1383657, кл. В 60 К 7/00, 1986 (прототип).  
(54) ГАЙКОВЕРТ  
(57) Изобретение относится к ручному меха-  
низированному инструменту. Цель изобре-  
тения — расширение технологических возмож-  
ностей. При вращении выходного вала 2 с  
кривошипом 4 прецессионный блок 5 прецес-  
сирует, зацепляясь зубчатыми колесами 8 и 6

2

соответственно с неподвижным зубчатым ко-  
лесом 12 и зубчатым колесом 10 выходного  
вала. Последний передает вращение на  
шпindel-наковальню 21 и осуществляет за-  
тяжку резьбового соединения. При пре-  
вышении заданного крутящего момента на  
головке 22 под ключ дополнительные тела 18  
качения, преодолевая усилие пружины 20,  
начинают перемещаться по поверхности вин-  
товых канавок 19 и перемещают зубчатое  
колесо 11 в сторону зубчатого колеса 7  
вплоть до полного их зацепления. В то же  
время основные тела 17 качения выходят из  
контакта с поверхностями продольных про-  
фильных пазов 14. При этом зубчатое ко-  
лесо 12 начинает свободно вращаться отно-  
сительно корпуса 1 и выходной вал 9 вместе  
со шпindel-наковальней 21 вращаются с  
замедленной угловой скоростью. 2 ил.



Фиг. 1

(19) **SU** (11) **1504084** **A1**

3

Изобретение относится к ручному механизированному инструменту и может быть использовано в различных отраслях промышленности для затяжки и разборки резьбовых соединений.

Цель изобретения — расширение технологических возможностей за счет автоматического регулирования числа оборотов и передаваемого крутящего момента.

На фиг. 1 изображен гайковерт, продольный разрез; на фиг. 2 — форма продольных профильных пазов внешнего зубчатого колеса прецессионного редуктора.

Гайковерт содержит корпус 1, размещенные в нем привод 2 с выходным валом 3, прецессионный редуктор, включающий соединенный с выходным валом 3 привода 2 кривошип 4, установленный на нем с возможностью вращения прецессионный блок 5 зубчатых колес, из которых первое зубчатое колесо 6 закреплено на одном торце, второе и третье зубчатые колеса 7 и 8 — на другом торце, выходной вал 9 с зубчатым колесом 10, ответным зубчатому колесу 6, два коаксиально расположенных с возможностью вращения относительно друг друга зубчатых колеса 11 и 12, ответные внешнее зубчатое колесо 11 — второму 7, внутреннее 12 — третьему 8 зубчатым колесам прецессионного блока 5, из которых внешнее зубчатое колесо 11 кинематически связано с корпусом 1 и имеет равномерно расположенные по окружности на наружной цилиндрической поверхности ступицы лунки 13, на внутренней поверхности ступицы — продольные профильные пазы 14 и кольцевую канавку 15, расположенную на торце последней.

Внутреннее зубчатое колесо 12 установлено с возможностью вращения в корпусе 1 и имеет на наружной цилиндрической поверхности ступицы равномерно расположенные по окружности лунки 16 и основные 17 и дополнительные 18 тела качения, размещенные в лунках 16 и 13 соответственно. Основные тела 17 качения предназначены для периодического взаимодействия с поверхностями или продольных профильных пазов 14, или кольцевой канавки 15 внешнего зубчатого колеса 11. Дополнительные тела 18 качения взаимодействуют с поверхностями равномерно расположенных по окружности винтовых канавок 19, выполненных в корпусе 1.

Внешнее зубчатое колесо 11 подпружинено относительно прецессионного блока 5 пружиной 20. Выходной вал 9 прецессионного редуктора кинематически связан с ударно-импульсным механизмом, включающим выходное звено — шпindel-наковальню 21 с головкой 22 под ключ на одном конце и рабочими кулачками 23 на другом, охватывающий выходной вал 9 и подпружиненный в сторону шпинделя-наковальни 21 пружиной 24 ударник 25 с ответными рабо-

1504084

4

чими кулачками 26, а кинематическая связь ударника 25 с выходным валом 9 выполнена в виде V-образных канавок 27, расположенных на наружной и внутренних цилиндрических поверхностях выходного вала 9 и ударника 25 соответственно, и шариков 28, размещенных в V-образных канавках 27.

Гайковерт работает следующим образом.

При вращении выходного вала 3 привода 2 прецессионный блок 5 зубчатых колес прецессирует, зацепляясь зубчатыми колесами 8 и 6 соответственно с неподвижным внутренним зубчатым колесом 12 и зубчатым колесом 10 выходного вала 9. В это время реактивный момент от зубчатого колеса 12 передается через основные тела 17 качения, поверхности продольных профильных пазов 14, внешнее зубчатое колесо 11 и дополнительные тела 18 качения на корпус 1. При этом выходной вал 9 редуктора, а вместе с ним и шпindel-наковальня 21 получают вращательное движение с редукцией

$$i_1 = \frac{Z_8 \cdot Z_{10}}{Z_{12} \cdot Z_6 - Z_8 \cdot Z_{10}}$$

где  $Z$  — число зубьев соответствующего зубчатого колеса;

6, 8, 10, 12 — позиции зубчатых колес.

При превышении крутящим моментом на головке 22 под ключ заданной величины, задаваемой усилием пружины 20, дополнительные тела 18 качения, преодолевая усилие пружины 20, начинают перемещаться по наклонным поверхностям винтовых канавок 19, перемещают внешнее зубчатое колесо 11 в осевом направлении и вводят его в зацепление с зубчатым колесом 7. Быстрый полный ввод зубчатого колеса 11 происходит в результате разницы относительных угловых скоростей зубчатых колес 11 и 12, получаемой за счет разного числа их зубьев.

При полном зацеплении зубчатых колес 11 и 7 основные тела 17 качения выходят из зацепления с поверхностями продольных профильных пазов 14, и внутреннее зубчатое колесо 12 начинает свободно вращаться относительно корпуса 1. При этом выходной вал 9 прецессионного редуктора, а вместе с ним и шпindel-наковальня 21 получают вращательное движение с редукцией

$$i_2 = \frac{Z_7 \cdot Z_{10}}{Z_{11} \cdot Z_6 - Z_7 \cdot Z_{10}}$$

Угол наклона боковых поверхностей продольных профильных пазов 14 и винтовых канавок 19 и жесткость пружины 20 выбираются в зависимости от требуемой величины передаваемого крутящего момента.

#### Формула изобретения

Гайковерт, содержащий корпус, размещенные в нем привод с выходным валом,

1504084

5

6

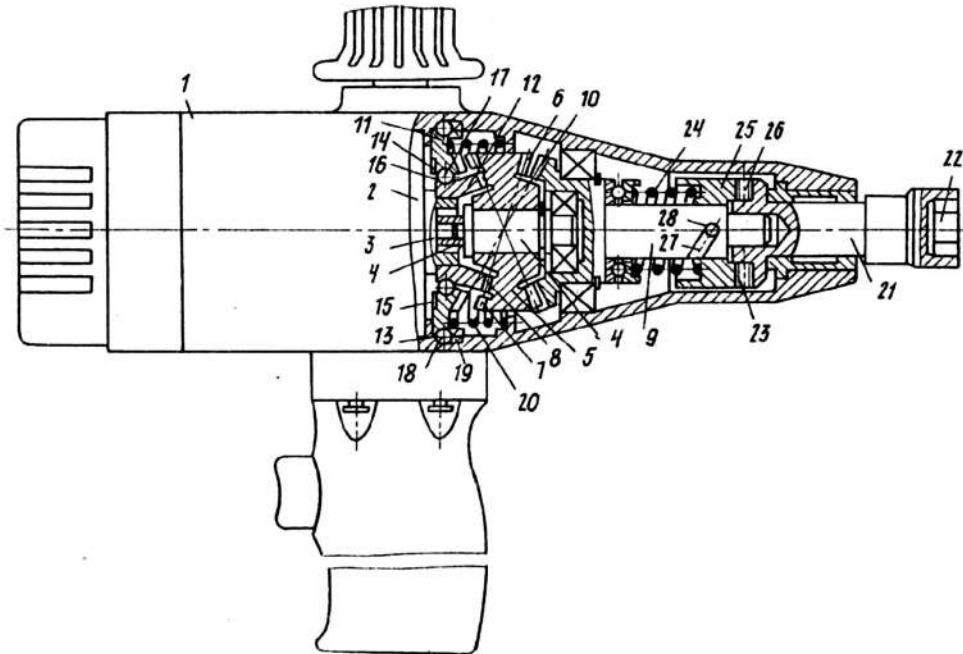
прецессионный редуктор, включающий соединенный с выходным валом кривошип, установленный на нем с возможностью вращения прецессионный блок зубчатых колес, первое из которых размещено на одном торце, выходной вал с зубчатым колесом, ответным первому зубчатому колесу прецессионного блока, два коаксиально расположенных с возможностью вращения относительно друг друга зубчатых колеса, ответных внешнее — второму и внутреннее — третьему зубчатым колесам прецессионного блока соответственно, из которых внешнее зубчатое колесо кинематически связано с корпусом, подпружинено относительно прецессионного блока и имеет продольные профильные пазы на внутренней поверхности ступицы и кольцевую канавку на торце последней, внутреннее зубчатое колесо установлено с возможностью вращения в корпусе и имеет на наружной цилиндрической поверхности ступицы, равномерно расположенные по окружности лунки, и тела качения, размещенные в лунках для периодического взаимодействия с поверхностями, или продольных профильных пазов, или кольцевой канавки внешнего зубчатого колеса, и кинематически связанный с выходным валом прецессионного редуктора ударно-импульсный механизм с выходным звеном-шпинделем, имеющим на конце головку под ключ, отличающийся тем, что, с целью расширения технологических возможностей, на наружной цилиндрической поверхности внешнего зубчатого колеса также выполнены равномерно расположенные лунки, в корпусе — равномерно расположенные по окружности винтовые канавки, а кинематическая связь внешнего зубчатого колеса прецессионного редуктора с корпусом выполнена в виде размещенных в лунках внешнего зубчатого колеса дополнительных тел качения для взаимодействия с поверхностями винтовых канавок корпуса.

5

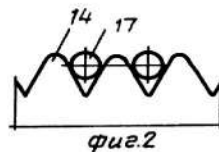
10

15

20



Фиг. 1



Фиг. 2



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1713768

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
"Сборочная головка"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович и другие, указанные в описании

КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявитель:

Заявка № 467745I Приоритет изобретения II апреля 1989г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР  
22 октября 1991г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1713768 A1

(51)5 В 23 Р 19/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4677451/08

(22) 11.04.89

(46) 23.02.92. Бюл. № 7

(71) Кишиневский политехнический институт им. С.Лазо

(72) И.А.Бостан, И.Г.Ботез, В.Е.Дулгеру и И.И.Самойлов

(53) 621.757(088.8)

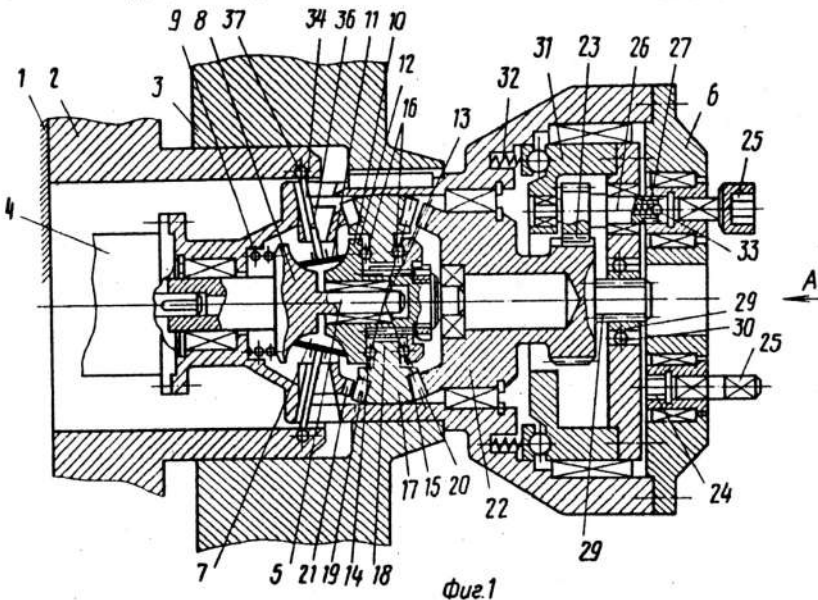
(56) Авторское свидетельство СССР № 753628, кл. В 25 В 21/00, 1978.

(54) СБОРОЧНАЯ ГОЛОВКА

(57) Изобретение относится к сборочному производству и предназначено для сборки деталей, например винт - гайка. Цель - упрощение конструкции. Сборочная головка

2

включает направляющую 2, по которой перемещается державка 3. В державку 3 вмонтированы электродвигатель 4, вариатор 5 и держатель сборочных инструментов. Ведомое колесо процессионного редуктора 18 связано посредством зубчатой передачи 23 с рабочими инструментами 25. Для замены рабочих инструментов ведомое колесо 17 связано также посредством винтовой пары и муфты свободного хода 30 с водилом 31. Связь осей катков 11 тороидного вариатора 7 с неподвижной направляющей 2 и перемещение державки 3 по направляющей 2 позволяет изменить скорость вращения инструментов 25 в зависимости от глубины завинчивания винта 2 ил.



Изобретение относится к сборочному производству и предназначено для сборки деталей, например винт – гайка.

Цель изобретения – упрощение конструкции.

Поставленная цель достигается тем, что сборочная головка, содержащая корпус со смонтированными на нем направляющими, по которым перемещается державка с приводом, состоящим из электродвигателя и редуктора, и держателя инструментов, снабжена одним приводом, редуктор которого выполнен в виде тороидного вариатора, ведомая обойма которого выполнена в виде двух частей, между наклонными торцами которых на телах качения размещена ступица сателлитного блока колес прецессионного редуктора, при этом ведомое центральное колесо связано посредством цилиндрической передачи и шлицевой втулки, расположенной в держателе инструментов, с рабочими инструментом, а посредством винтовой передачи и муфты свободного хода – с устройством замены рабочих инструментов.

На фиг.1 приведена конструкция сборочной головки; на фиг.2 – вид А на фиг.1.

Сборочная головка включает стойку 1, на которой смонтирована направляющая 2, по которой перемещается державка 3. В державке 3 смонтированы электродвигатель 4, вариатор 5 и держатель сборочных инструментов 6. Вариатор 5 включает тороидный вариатор 7, состоящий из ведущей обоймы 8, подпружиненной в осевом направлении пружиной 9, и ведомой обоймы 10, между которыми размещены катки 11. Ведомая обойма 10 выполнена в виде двух частей 12 и 13, обращенные друг к другу торцовые поверхности 14 и 15 которых выполнены наклонными. Между частями 12 и 13 на телах 16 качения размещена ступица сателлитного блока колес 17 прецессионного редуктора 18. Сателлитный блок колес 17 включает зубчатые венцы 19 и 20, которые с одной стороны зацепляются с зубьями конического колеса 21, а с другой – с зубчатым коническим колесом 22. Колесо 22 связано через зубчатую передачу 23 и шлицевые втулки 24 с рабочими инструментами 25. При этом вал-шестерня 26 зубчатой передачи 23 имеет шлицевой участок 27, который зацепляется с шлицевыми втулками 24. Для переключения шлицевого участка 27 вала-шестерни на другой рабочий инструмент 25 ведомое колесо 22 жестко связано с ведущим винтовым колесом 28, зацепляющимся с ведомым винтовым колесом 29, связанным посредством муфты свободного хода 30 с водилом 31, подпружиненным в осевом

направлении пружинами 32. Для предварительной индексации на торце шлицевого участка 27 вала-шестерни 26 размещен подпружиненный шарик 33.

5 Катки 11 вариатора 5 установлены на осях 34, размещенных в корпусе 35 на осях 36, и связаны с направляющей 2 пальцем 37. Сборочная головка работает следующим образом.

10 Державка 3, перемещаясь по направляющей 2, подводит держатель 6 инструментов к собираемому узлам. Далее включается электродвигатель 4, вращение от вала которого передается ведущей обойме 8. Благодаря редукции в торовом вариаторе 5 его ведомая обойма будет вращаться с редукцией.

15 Далее редуцированное вращательное движение обоймы 10 посредством наклонных торцов 14 и 15 превращается в прецессионное движение сателлитного блока колес 17 вокруг центра прецессии "0". В результате зацепления зубчатых венцов 19 и 20 с зубчатыми колесами 21 и 22 последние будут вращаться с редукцией соответственно.

20 При этом вращательное движение от колеса 22 с редукцией передается через зубчатую передачу 23 и шлицевые втулки 24 рабочим инструментам 25. Происходит заворачивание детали.

25 Для замены рабочего инструмента необходимо менять направление вращения вала электродвигателя 4. При этом вращательное редуцированное движение ведомого колеса 22 посредством винтового колеса 23 превращается в осевое перемещение ведомого винтового колеса 29, которое через муфту 30 передается водилу 31. Последнее будет перемещаться в осевом направлении до выхода шлицевого участка 27 из зацепления с шлицевыми втулками 24. Как только шлицевые участки 27 выйдут из зацепления с втулками 24, дальнейшее вращение ведомого колеса 22 вызывает вращение водила 31 вокруг своей оси до достижения нужного положения (положения рабочего инструмента). При этом подпружиненные шарики 33 осуществляют предварительную фиксацию вала-шестерни 26, а замена направления вращения электродвигателя 4 и пружины 32 осуществляет быстрый ввод шлицевых участков 27 в шлицевых втулках 24, передавая тем самым рабочее вращение рабочим инструментам.

55 Далее державка 3 получает осевое перемещение совместно с вариатором 5 и держателем 6. При этом оси 34 катков 11, которые связаны с неподвижной направляющей 2, будут поворачиваться вокруг осей

5

1713768

6

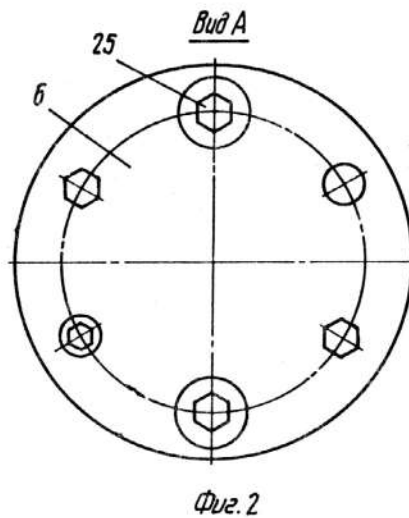
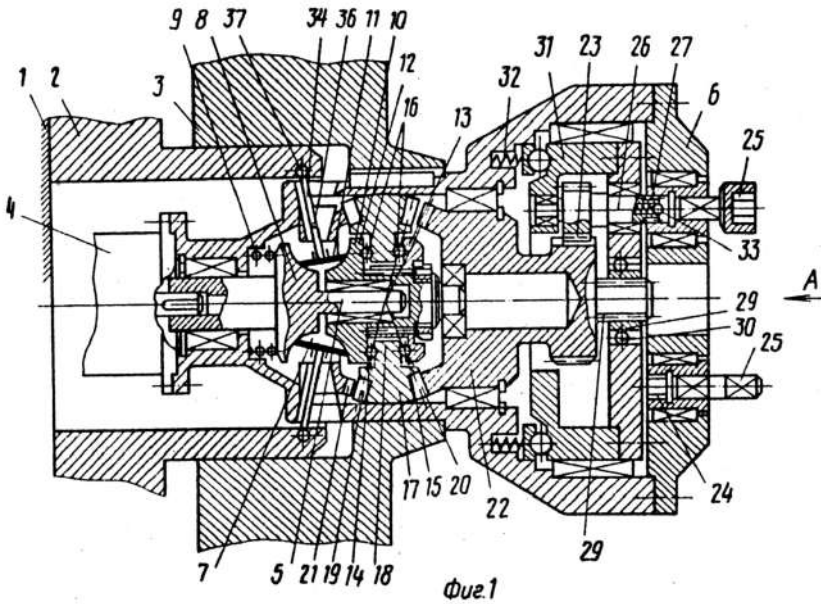
36, заставляя тем самым и катки поворачиваться на некоторый угол, что приводит к замене рабочего инструмента.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Сборочная головка, содержащая корпус со смонтированными на нем направляющими и расположенными внутри корпуса приводом вращения с редуктором и механизмом переключения скоростей и момен-

тов и держатель инструментов, корпус которого подпружинен относительно корпуса головки, отличающаяся тем, что, с целью упрощения конструкции, ведомое колесо выходного редуктора привода снабжено винтовым колесом, на котором расположена ступица муфты свободного хода, обойма которой закреплена в держателе инструментов.

10







СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 151120

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
"Манипулятор"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович и Дулгеру Валерий Емануилович

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявка №

4316516

Приоритет изобретения

12 октября 1987г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

1 июня 1989г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1511120 A1

(51)4 В 25 J 17/00, 11/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

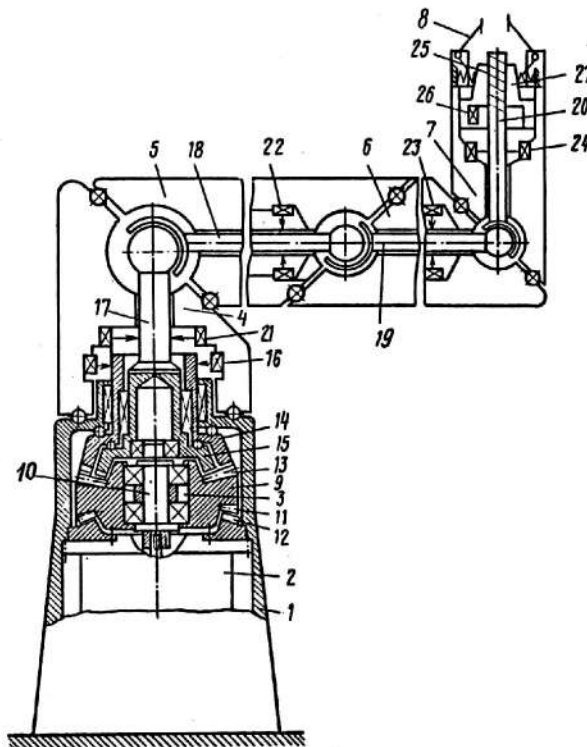
## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4316516/31-08<sup>1</sup>  
(22) 12.10.87  
(46) 30.09.89. Бюл. № 36  
(71) Кишиневский политехнический ин-  
ститут им. С. Лазо  
(72) И.А. Бостан и В.Е. Дулгеру  
(53) 621.229.72(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 973352, кл. В 25 J 11/00, 1982.

(54) МАНИПУЛЯТОР<sup>2</sup>

(57) Изобретение относится к машино-  
строению, в частности к механизмам  
робототехнических устройств. Цель  
изобретения - повышение быстродейст-  
вия за счет обеспечения одновремен-  
ного согласованного перемещения зве-  
ньев исполнительного устройства. Ис-



Фиг.1

09  
SU (11) 1511120 A1

5

1511120

6

Вращательное движение колеса 14, связанного с дополнительным валом, при включении механизма 16 связи передается звену 4, которое поворачивается вокруг своей оси в одном направлении, а при включении механизма 21 связи звено 4 поворачивается в противоположном направлении. Вращательное движение колеса 15 передается валу 17 и связанным с ним основным валам 18, 19, и 20. При включении механизмов 22, 23 или 24 звенья 5, 6 или 7 будут соответственно совершать поворот вокруг своих осей. При включении механизма 26 связи вращательное движение вала 20 посредством винтовой передачи преобразуется в поступательное перемещение элемента 27, кинематически связанного с губками захватного устройства.

В процессе работы возможны разные варианты включения механизмов связи в зависимости от местоположения исполнительного устройства в пространстве, ограниченном зоной обслуживания, а также в зависимости от требуемого быстродействия. Например, одновременное включение механизмов 16 и 22 приводит к относительно повороту в разные стороны звеньев 4 и 5, а следовательно, к более быстрому достижению нужного положения звена 5 в пространстве. Аналогично можно найти любую комбинацию включения механизмов 16, 21, 22, 23 и 24, позволяющую достичь любой точки в пространстве, ограниченном зоной обслуживания, с оптимальным быстродействием.

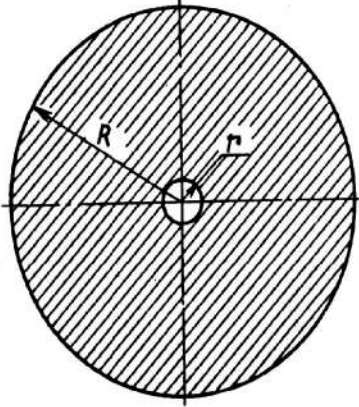
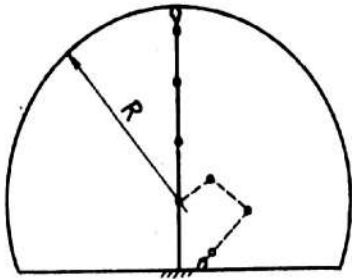
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Манипулятор, содержащий основное, исполнительное устройство, состоящее из звеньев со скошенными торцами, последовательно соединенных друг с другом шарнирами, образованными этими торцами, и основных валов,

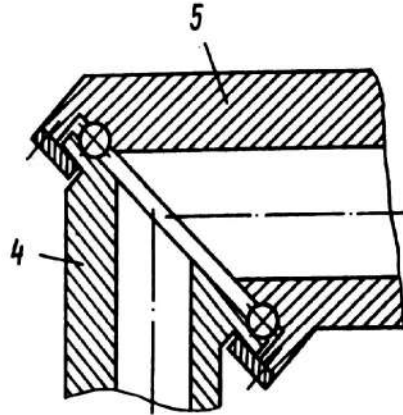
шарнирно установленных на звеньях и кинематически связанных друг с другом, причем входное звено этого исполнительного устройства шарнирно соединено с основанием, и захватное устройство с губками, жестко установленное на выходном звене исполнительного устройства, а также привод, отличающийся тем, что, с целью повышения быстродействия за счет обеспечения одновременного согласованного перемещения звеньев исполнительного устройства, он снабжен дополнительным валом, установленным на входном звене исполнительного устройства, механизмами кинематической связи звеньев с валами, а также планетарным редуктором, выполненным в виде входного центрального колеса, жестко связанного с основанием двух выходных центральных колес, водила, кинематически связанного с приводом, сателлита, образующего зацепление с центральными колесами, причем одно из выходных центральных колес этого планетарного редуктора жестко соединено с основным валом исполнительного устройства, а другое - с дополнительным валом, при этом губки захватного устройства кинематически связаны с одним из основных валов посредством дополнительно введенной винтовой передачи, винт которой жестко связан с валом, а гайка - с губками.

2. Манипулятор, по п. 1, отличающийся тем, что механизмы кинематической связи звеньев с валами выполнены в виде фрикционных муфт, колодки которых установлены на звеньях исполнительного устройства с возможностью взаимодействия с основными и дополнительными валами этого устройства, при этом кинематическая связь основных валов друг с другом выполнена в виде сферических муфт.

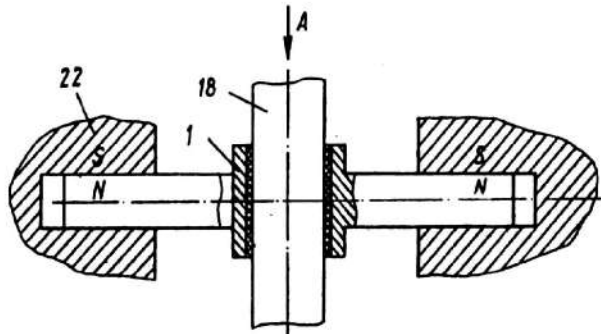
1511120



Фиг. 2

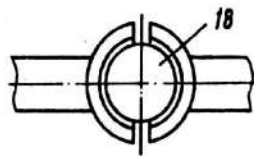


Фиг. 3



Фиг. 4

Вид А



Фиг. 5



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1357220

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
"Манипулятор"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович, Ботез Илья Георгиевич, Дулгеру Валерий Емануилович, Попа Василий Михайлович и Рошка Валерий Андреевич

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявка № 4085331

Приоритет изобретения 20 мая 1986г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

8 августа 1987г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1357220 A1

(51) 4 В 25 J 9/00

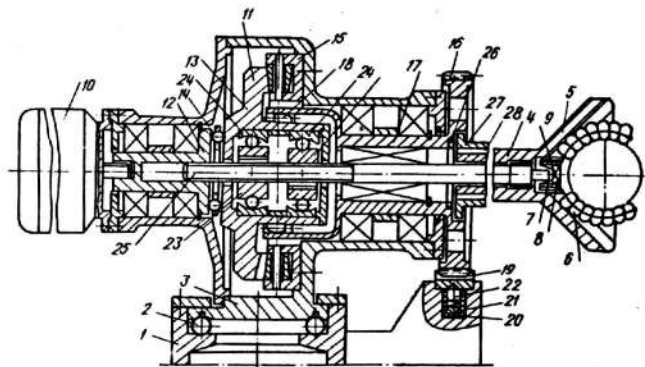
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4085331/31-08  
(22) 20.05.86  
(46) 07.12.87. Бюл. № 45  
(71) Кишиневский политехнический институт им. С.Лазо  
(72) И.А. Бостан, И.Г. Ботез, В.Е. Дулгеру, В.М. Попа и В.А. Рошка  
(53) 62-229.72(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 334777, кл. В 25 J 18/04, 1970.  
(54) МАНИПУЛЯТОР

(57) Изобретение относится к области машиностроения, в частности к промышленным роботам и манипуляторам. Целью изобретения является повышение точности позиционирования за счет уменьшения материалоемкости манипулятора. Это достигается тем, что поворот механической руки, продольное перемещение и ротация исполнительного органа 4 и перемещение зажимных элементов 6 схвата 5 осуществляются от одного электродвигателя 10, вал которого

связан с центральным зубчатым колесом 11 прецессионной передачи, а сателлит этой передачи жестко связан с корпусом 3 механической руки. Передача движения на ведомое зубчатое колесо 16 цилиндрической зубчатой передачи механизма ротации исполнительного органа 4 осуществляется от центрального зубчатого колеса 11, а зубчатый сектор 19 установлен на основании 1 с возможностью стопорения с последним посредством управляющей муфты 2. Продольное перемещение исполнительного органа 4 осуществляется посредством винтовой передачи, гайки 23 которой размещены в ступице центрального зубчатого колеса 11, а винт связан с исполнительным органом 4 и механизмом перемещения зажимных элементов 6 схвата 5, при этом исполнительный орган 4 установлен с возможностью соединения с ведомым зубчатым колесом 16 посредством управляющей муфты. 1 ил.



Изобретение относится к машиностроению, в частности к промышленным роботам и манипуляторам.

Целью изобретения является повышение точности позиционирования за счет уменьшения материалоемкости манипулятора.

На чертеже изображен манипулятор, общий вид.

Манипулятор содержит основание 1 и установленный на нем посредством шариков 2 корпус 3 механической руки манипулятора. Механическая рука несет исполнительный орган 4, размещенный с возможностью продольного перемещения и ротации в корпусе 3 механической руки с механизмами его продольного перемещения и ротации, и схват 5 с механизмом перемещения его зажимных элементов 6. Механизм перемещения зажимных элементов 6 выполнен в виде тросика 7, связывающего между собой подпружиненные зажимные элементы 6, шариков 8 и электромагнита 9.

Привод поворота механической руки включает двигатель 10, установленный на корпусе 3 механической руки, и прецессионную передачу, сателлитное зубчатое колесо 11 которой связано с выходным валом двигателя 10 и выполнено в виде двух дисков 12 и 13 с наклонными торцами, угол наклона которых равен углу прецессии сателлитного зубчатого колеса 11, и шариков 14.

Центральное колесо 15 жестко связано с корпусом 3 механической руки, а его зубья выполнены в виде конических роликов. Разница зубьев сателлитного зубчатого колеса 11 ( $z_{11}$ ) и роликов центрального колеса 15 ( $z_{15}$ ) равна  $\pm 1$ .

Механизм ротации исполнительного органа 4 выполнен в виде цилиндрической зубчатой передачи, ведущее зубчатое колесо 16 которой установлено соосно корпусу 3 механической руки и сателлитному зубчатому колесу 11 прецессионной передачи и жестко связано с полым центральным валом 17, который соединен с сателлитным зубчатым колесом 11 посредством зубчатой муфты 18. Ведомый зубчатый сектор 19 установлен на основании 1 с возможностью жесткого соединения с последним посредством управляющей муфты 20, выполненной в виде электромагнита 21 и пальца 22.

Механизм продольного перемещения исполнительного органа выполнен в виде винтовой передачи, гайки 23 которой установлены в ступице сателлитного зубчатого колеса 11 посредством обойм 24, а винт 25 размещен в ступице сателлитного колеса 11, и связан с исполнительным органом 4 посредством винтовой нарезки. В ступице ведущего зубчатого колеса 16 цилиндрической передачи размещена вторая управляющая муфта в виде электромагнита 26, установленная с возможностью соединения полого центрального вала 17 с переходной втулкой 27, связанной посредством шлицев 28 с исполнительным органом 4.

Манипулятор работает следующим образом.

Вращение от электродвигателя 10 посредством диска 12 и шариков 14 преобразуется в прецессионное движение сателлитного зубчатого колеса 11. Благодаря редукции в прецессионной передаче полый центральный вал 17 вращается с редукцией:

$$i = - \frac{z_{11}}{z_k - z_{11}}$$

Поворот корпуса 3 вокруг оси основания 1 осуществляется при включенном электромагните 21, при этом палец 22 застопаривает ведомый зубчатый сектор 19 к основанию 1 и, следовательно, вращение полого центрального вала 17 вызывает поворот корпуса 3 механической руки вокруг оси основания 1.

Ротация исполнительного органа 4 осуществляется при включенном состоянии электромагнитов 21 и 26, при этом кинематическая связь: ведущее зубчатое колесо 16 - ведомый зубчатый сектор 19 - основание 1 размыкается, а цепь: полый центральный вал 17 - переходная втулка 27 замыкается. В результате этого вращение полого центрального вала 17 передается исполнительному органу 4, вызывая его поворот (ротацию) вокруг своей оси. Продольное перемещение исполнительного органа 4 осуществляется также от электродвигателя 10, при этом сателлитное зубчатое колесо 11, совершая прецессионное движение, заставляет гайки 23 винтовой передачи, симметрично расположенные относительно центра прецессии, частично зацепляться с винтом 25, вызывая его переме-

3

1357220

4

щение. Связанный с исполнительным органом 4 с помощью резьбового соединения винт 25 заставляет исполнительный орган 4 перемещаться вдоль его оси с редукцией, равной передаточному отношению винтовой передачи на определенное расстояние до выхода винтовой нарезки винта 25 из контакта с винтовой нарезкой исполнительного органа 4. Дальнейшее перемещение винта 25 не вызывает перемещение исполнительного органа 4, а только перемещение шариков 8, которые посредством тросика 7 вызывают охват рабочей заготовки подпружиненными зажимными элементами 6. В таком положении шарика 8 фиксируются электромагнитом 9. После передвижения рабочей заготовки в нужное положение электромагнит 9 отключается и схваты 5 отпускают ее. Возвращение манипулятора в исходное положение производится изменением направления вращения электродвигателя 10.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Манипулятор, содержащий основание, установленную на нем с возможностью поворота механическую руку, исполнительный орган, размещенный с возможностью продольного перемещения и ротации относительно корпуса механической руки, механизмы его продольного перемещения и ротации, схват с механизмом перемещения его зажимных эле-

ментов и привод, включающий двигатель, кинематически связанный с корпусом механической руки, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности позиционирования за счет снижения материалоемкости, он снабжен управляющими муфтами, а кинематическая связь двигателя с корпусом механической руки выполнена в виде прецессионной передачи, сателлитное зубчатое колесо которой жестко связано с валом двигателя, а центральное роликное колесо - с корпусом механической руки, причем механизм ротации исполнительного органа выполнен в виде цилиндрической передачи, ведущее зубчатое колесо которой установлено соосно оси сателлитного зубчатого колеса прецессионной передачи и кинематически связано с ним, а ведомый зубчатый сектор этой передачи размещен на основании с возможностью соединения с ним посредством первой управляющей муфты, при этом механизм продольного перемещения исполнительного органа выполнен в виде винтовой передачи, гайки которой установлены в ступице сателлитного зубчатого колеса прецессионной передачи, а винт кинематически связан с исполнительным органом и с механизмом перемещения зажимных элементов схвата, причем исполнительный орган установлен с возможностью взаимодействия с ведущим зубчатым колесом цилиндрической передачи посредством второй управляющей муфты.





СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1357224

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
"Шарнир манипулятора"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович, Дулгеру Валерий Еманюлович и Бабаян Иван Трофимович

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявка № 4073333

Приоритет изобретения 2 июня 1986г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР  
8 августа 1987г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗ. № 4

(19) **SU** (11) **1357224** **A1**

(51)4 В 25 J 17/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4073333/31-08  
(22) 02.06.86

(71) Кишиневский политехнический институт им. С.Лазо

(72) И.А.Бостан, В.Е.Дулгеру и И.Т.Бабаян

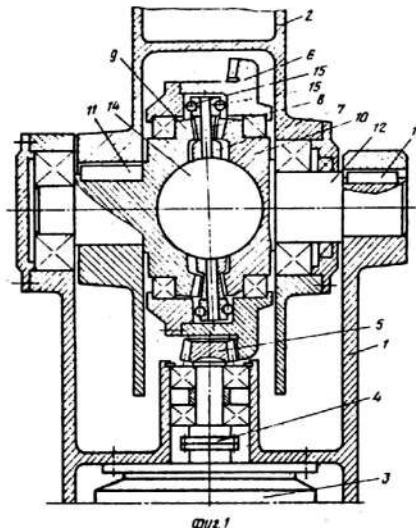
(53) 62.229.7(088,8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 804429, кл. В 25 J 17/00, 1979.

(54) ШАРНИР МАНИПУЛЯТОРА

(57) Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано при создании манипуляторов и роботов. Целью изобретения является повышение надежности, долговечности и упрощение конструкции за счет улучшения динамических характеристик

дополнительно введенных зубчатых колес, а также расширение кинематических возможностей за счет увеличения передаточного отношения. Вращение ротора электродвигателя 3 через муфту 4 передается на ведомое коническое колесо 6. Благодаря наклону торцов ступицы колеса 6 посредством шариков 15 вращательное движение колеса 6 преобразуется в прецессионное движение дополнительного внутреннего зубчатого колеса 7, зубья которого выполнены в виде конических роликов 8, образуя зубчатое зацепление с зубчатыми колесами 9 и 10, они осуществляют поворот ведомого звена 2 манипулятора относительно ведущего звена 1. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.



(19) **SU** (11) **1357224** **A1**

1

1357224

2

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано при создании манипуляторов и роботов.

Цель изобретения - повышение надежности, долговечности, упрощение конструкции за счет улучшения динамических характеристик дополнительно введенных зубчатых колес, а также расширение кинематических возможностей за счет увеличения передаточного отношения.

На фиг.1 изображен шарнир манипуляторов, разрез; на фиг.2 - то же, дополнительное внутреннее зубчатое колесо выполнено с двумя роликовыми венцами.

Шарнир манипулятора содержит ведущее 1 и ведомое 2 звенья. Внутри ведущего звена 1, вдоль его оси установлен двигатель 3, связанный посредством муфты 4 с ведущей шестерней 5 конической передачи. В ступице ведомого конического колеса 6 между его наклонными торцовыми поверхностями размещено внутреннее зубчатое колесо 7 с зубьями в виде конических роликов 8, установленных на осях, совершающее прецессионное вращение. Угол наклона торцов ступицы колеса 6 равен углу прецессии внутреннего зубчатого колеса 7. Последнее зацепляется с двух сторон с двумя коническими колесами 9 и 10 с зубьями прямолинейного профиля. Коническое колесо 9 посредством шпонки 11 связано со звеном 2, а коническое колесо 10 - с осью 12. Последнее посредством шпонки 13 связано со звеном 1. Все колеса установлены на общей шаровой опоре 14. Внутреннее колесо 7 взаимодействует с наклонными торцовыми поверхностями ступицы колеса 6 посредством шариков 15.

В шарнире манипулятора (фиг.2), с целью расширения кинематических возможностей, внутреннее колесо выполнено с двумя роликовыми венцами 16 и 17 с разным числом роликов.

Шарнир манипулятора работает следующим образом.

От приводного двигателя 3 через коническую шестерню 5 вращение получает ведомое колесо 6. Благодаря наклону торцов ступицы, посредством шариков 15 вращательное движение колеса 6 преобразуется в прецессионное движение внутреннего зубчатого колеса 7. Так как колесо 9 относи-

тельно колес 7 и 10 неподвижно, то передаточное отношение  $i_o$  от двигателя 3 к оси 12 равно

$$i_o = i_k \cdot i_n$$

где  $i_k$  - передаточное отношение конической передачи;

10  $i_n$  - передаточное отношение прецессионной передачи.

При этом

$$i_n = \frac{Z_{10}}{Z_{10} - Z_9}$$

где  $Z_{10}$  - число зубьев колеса 10;  
 $Z_9$  - число зубьев колеса 9.

В шарнире манипулятора (фиг.2) передаточное отношение прецессионной передачи  $i_n$  равно

$$i_n = \frac{Z_{16} Z_{10}}{Z_{16} Z_{10} - Z_9 Z_{17}}$$

25 где  $Z_{16}$  - число роликов в венце 16,  
 $Z_{17}$  - число роликов в венце 17.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

30 1. Шарнир манипулятора, содержащий ведущее и ведомое звенья и коническую передачу, кинематически связанную с приводом, расположенным на ведущем звене, причем в ступице ведомого конического колеса передачи  
 35 расположены дополнительные внутренние зубчатые колеса, оси которых связывают звенья манипулятора, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения надежности, долговечности и упрощения конструкции за счет улучшения динамических характеристик дополнительных внутренних зубчатых колес, они выполнены коническими и связаны с соответствующими  
 40 звеньями манипулятора, а ступица ведомого конического колеса передачи имеет наклонные поверхности, взаимодействующие с соответствующим внутренним зубчатым колесом,  
 45 зубья которого выполнены в виде конических роликов, образующих зубчатое зацепление с дополнительными внутренними зубчатыми колесами, причем все дополнительные внутренние зубчатые ко-  
 50 леса взаимодействуют с одной дополнительно введенной шаровой опорой, центр которой совпадает с центром симметрии шарнира.

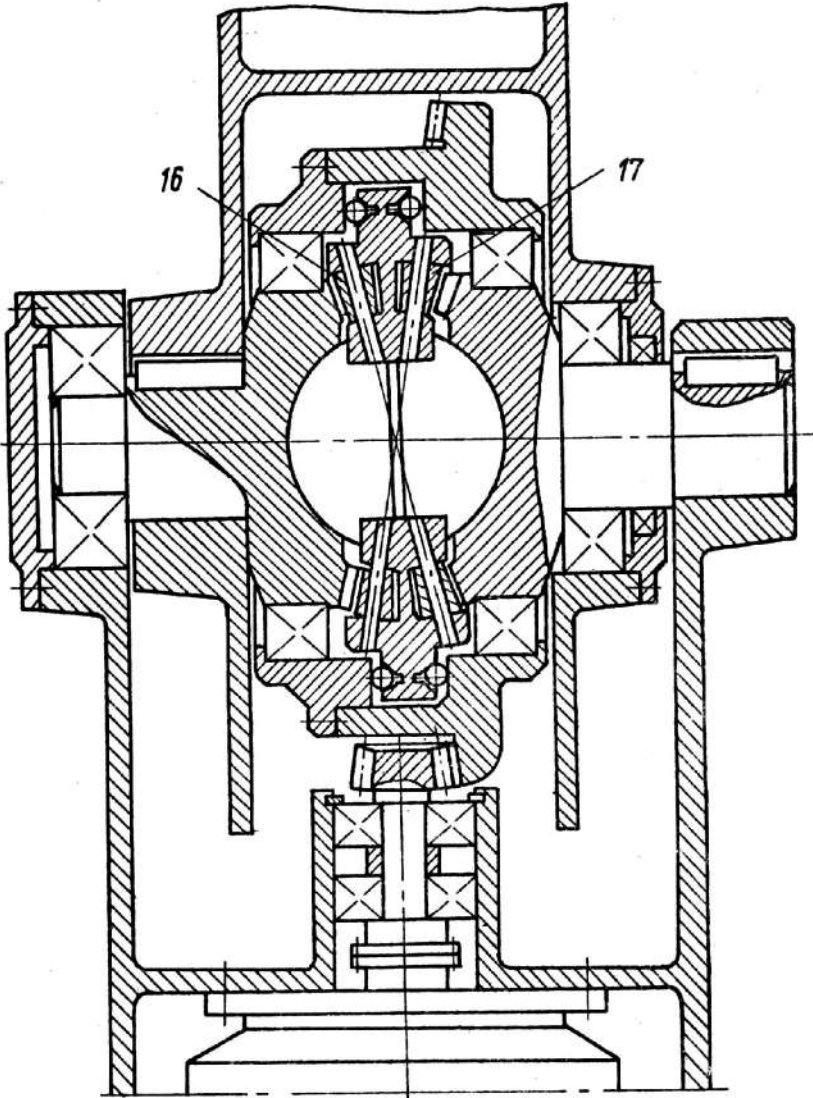
3

1357224

4

2. Шарнир по п.1, отличающийся тем, что, с целью расширения кинематических возможностей за счет увеличения передаточного отношения, дополнительное внутрен-

нее зубчатое колесо, имеющее зубья в виде роликов, выполнено с двумя роликовыми венцами, каждый из которых имеет разное число роликов.



Фиг. 2



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1693832

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
"Манипулятор"

Автор (авторы): **Бостан Иван Антонович и Дулгеру Валерий Емануилович**

**КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО**

Заявитель:

Заявка № **4133527** Приоритет изобретения **29 июля 1986 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР  
**22 июля 1991 г.**

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗ № 000299

(19) **SU** (11) **1693832** **A1**

(51)5 В 25 J 9/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4133527/08

(22) 29.07.86

(71) Кишиневский политехнический институт им. С. Лазо

(72) И.А. Бостан и В.Е. Дулгеру

(53) 62-229.72 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 1357220, кл. В 25 J 9/00, 1986.

(54) МАНИПУЛЯТОР

(57) Изобретение относится к машиностроению, в частности к промышленным роботам и манипуляторам. Целью изобретения является повышение точности позиционирования за счет уменьшения числа элементов кинематической цепи. Для этого электродвигатель 7 привода поворота корпуса механической руки,

2  
ротации и выдвижения рабочего органа 3 установлен в полости основания 1 и связан посредством первой конической передачи с прецессионной передачей, размещенной в ступице ведомого зубчатого колеса 9 первой конической передачи. Поворот корпуса 2 механической руки осуществляется от зубчатого венца 17, закрепленного на шаровой опоре 6, и второй конической передачи. Ротация промежуточного звена 4, установленного с возможностью соединения с рабочим органом 3 посредством электромагнитной муфты 5, осуществляется от зубчатого венца 20 прецессионной передачи, а выдвижение рабочего органа 3 - от зубчатого венца 18 и винтовой передачи. 1 ил.

Изобретение относится к машиностроению, в частности к промышленным роботам и манипуляторам.

Целью изобретения является повышение точности позиционирования за счет уменьшения элементов кинематической цепи.

На чертеже изображен манипулятор в разрезе, общий вид.

Манипулятор содержит основание 1 и установленную на нем с возможностью поворота механическую руку. В корпусе 2 механической руки замещены рабочий орган 3 (на чертежах показана лишь часть вала, несущего рабочий орган), промежуточное звено 4, установленное с возможностью взаимодействия с рабочим органом 3 посредством 43-91

электромагнитной муфты 5, шаровой опоры 6, имеющей сквозной диаметральный паз и привод поворота корпуса 2 механической руки, ротации и выдвижения рабочего органа. Привод включает электродвигатель 7, установленный в полости оснований 1 вдоль его оси, две конические зубчатые передачи. Ведущее зубчатое колесо 8 первой из конических передач жестко связано с валом электродвигателя 7, а в ступице ведомого зубчатого колеса 9 этой передачи размещены прецессионная передача и шаровая опора 6, жестко связанная с винтом винтовой передачи, выполненным в виде вала 10 с винтовой нарезкой и шариками 11, и посредством второй конической пере-

3

1693832

4

дачи, включающей зубчатое колесо 12 и зубчатый сектор 13, - с основанием 1.

Прецессионная передача состоит из сателлитного блока 14, содержащего роликовые венцы 15 и 16, и установленных в сквозном пазу шаровой опоры 6 двух пар зубчатых венцов 17, 18 и 19, 20. Одна пара зубчатых венцов 17 и 18 закреплена в пазу шаровой опоры 6 на его диаметрально противоположных сторонах, а другая пара зубчатых венцов 19 и 20 - на промежуточном звене 4. При этом роликовый венец 15 взаимодействует с зубчатыми венцами 17 и 19, а роликовый венец 16 - с зубчатыми венцами 18 и 20. Промежуточное звено 4 связано посредством шлицев 21 с рабочим органом 3. Число роликов в роликовых венцах 15 и 16 равно соответственно  $z_{15}$  и  $z_{16}$ , а числа зубьев в зубчатых венцах 17-20 равны соответственно  $z_{17} = z_{15} \pm 1$ ,  $z_{18} = 2z_{15} \pm 1$ ,  $z_{19} = 2z_{16} \pm 1$ ,  $z_{20} = z_{16} \pm 1$ . Фиксация корпуса 2 механической руки относительно основания 1 осуществляется посредством электромагнитной муфты 22, а разделение движения ротации и выдвижение рабочего органа - посредством электромагнитных муфт 23 и 5.

Манипулятор работает следующим образом.

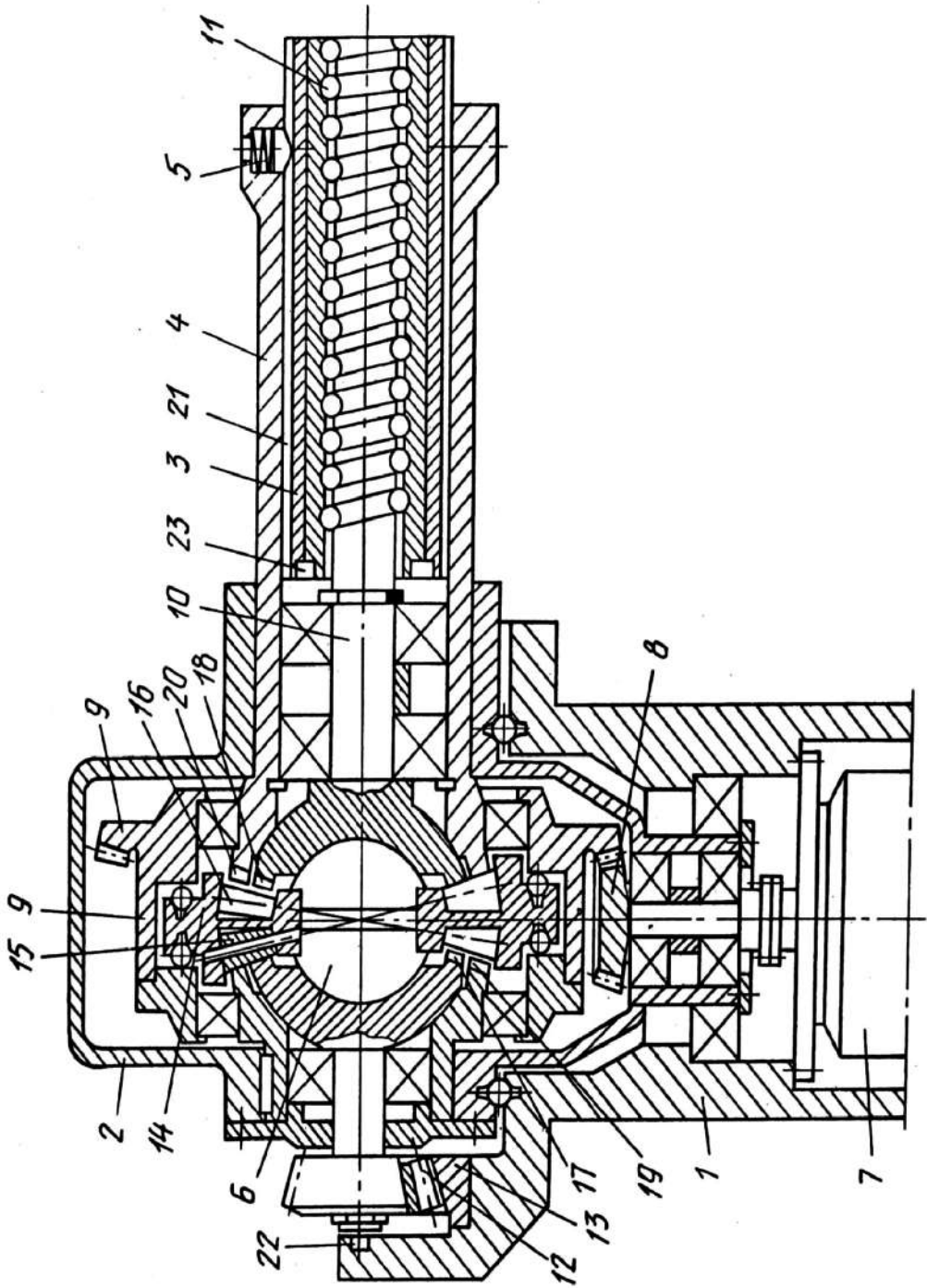
Вращение от электродвигателя 7 через коническую передачу превращается в прецессионное движение сателлитного блока 14. Редуцированное вращение от зубчатого венца 17 передается коническому зубчатому колесу 12. Зацепление зубчатого колеса 12 с зубчатым сектором 13 вызывает поворот корпуса 2 относительно основания 1. Фиксирование положения корпуса 2 относительно основания 1 производится с помощью электромагнитной муфты 22. Вращение зубчатого венца 20 посредством шлицев 21 передается рабочему органу 3, вызывая его поворот вокруг своей геометрической оси (ро-

тацию рабочего органа). Фиксирование положения промежуточного звена 4 относительно рабочего органа 3 осуществляется посредством электромагнитной муфты 5. Редуцированное вращение от зубчатого венца 18 передается валу 10 винтовой передачи. Благодаря винтовой нарезке, а также посредством шариков 11 вращательное движение вала 10 преобразовывается в поступательное движение рабочего органа 3.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Манипулятор, содержащий основание, установленную на нем с возможностью поворота механическую руку, в корпусе которой размещен рабочий орган и привод поворота корпуса механической руки, ротации и выдвижения рабочего органа, включающий электродвигатель, прецессионную и винтовую передачи, винт которой расположен соосно промежуточному звену, установленному с возможностью взаимодействия с рабочим органом, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности позиционирования за счет уменьшения элементов кинематической цепи, привод снабжен шаровой опорой и двумя коническими передачами, ведущее зубчатое колесо первой конической передачи жестко связано с валом электродвигателя, а в ступице ведомого зубчатого колеса этой передачи размещена прецессионная передача и шаровая опора, имеющая сквозной диаметральный паз, при этом шаровая опора жестко связана с винтом винтовой передачи и посредством второй конической передачи с основанием, а прецессионная передача выполнена в виде сателлитного блока с двумя роликовыми венцами, установленного в сквозном пазу шаровой опоры, и двух пар зубчатых венцов, одна пара которых закреплена в пазу шаровой опоры на диаметрально противоположных сторонах, а другая пара - в пазу, выполненном в промежуточном звене.

1693832







СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1715575

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Манипулятор"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович и другие, указанные в описании

КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявитель:

Заявка № 4855668 Приоритет изобретения 31 июля 1990г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

1 ноября 1991г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1715575 A1

(51)5 В 25 J 9/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

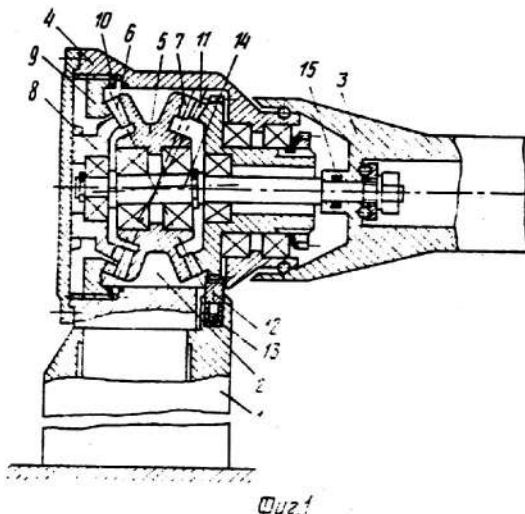
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4855668/08  
(22) 31.07.90  
(46) 29.02.92. Бюл. № 8  
(71) Кишиневский политехнический институт им. С. Лазо  
(72) И.А. Поляруш, И.А. Бостан и В.Е. Дулгеру  
(53) 62-229.7(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1465301, кл. В 25 J 9/10, 1987.  
(54) МАНИПУЛЯТОР  
(57) Использование: машиностроение, а именно промышленные работы. Сущность изобретения: для поворота руки 3 вокруг

2

своей геометрической оси и вокруг оси стойки 1 имеется привод 2 в виде прецессионного редуктора, который включает сателлит 4, с одной стороны которого размещены центральные зубчатые колеса 8 и 9, имеющие одинаковое число зубьев. Колесо 8 жестко связано с корпусом привода, колесо 9 имеет возможность осевого перемещения. Сателлит 5 установлен на кромке кривошипа 14, связанном посредством муфты 13 с рукой 3. Зубья венцов колес 8 и 9 и сателлита 5 выполнены в виде постоянных магнитов, поверхности которых, обращенные одна к другой, имеют одинаковую полярность. 4 ил.



(19) SU (11) 1715575 A1

Изобретение относится к машиностроению, в частности к промышленным роботам.

Цель изобретения – расширение функциональных возможностей, повышение КПД и упрощение конструкции.

На фиг. 1 приведена конструкция манипулятора; на фиг. 2 – зубья центральных колес (кроме неподвижного) и венцов сателлита; на фиг. 3 – расчетная схема сил, возникающих в зацеплении; на фиг. 4 – схемы выхода зубьев сателлита из зацепления с зубьями центральных колес.

Манипулятор содержит стойку 1, в которой размещен привод 2 поворота руки 3 вокруг оси стойки и собственной геометрической оси, т.е. прецессионный редуктор. Привод 2 включает корпус 4, двухвенечный сателлит 5 с венцами 6 и 7, с одной стороны которого расположены два центральных зубчатых колеса 8 и 9, одно из которых (8) жестко связано с корпусом 4, а другое колесо (9) связано посредством механизма 10 связи, выполненного в виде электромагнитной муфты, с корпусом 4 с возможностью осевого перемещения этого колеса. С другой стороны сателлита 5 размещено ведомое зубчатое колесо 11, связанное сектором 12 и муфтой 13 со стойкой 1. Сателлит 5 установлен на косом кривошипе 14, связанном механизмом 15 связи с рукой 3 манипулятора. Зубья центральных зубчатых колес 9 и 11 и венцов 6 и 7 сателлита 5 выполнены в виде постоянных магнитов 16 и 17, жестко закрепленных в корпусе этих колес. При этом обращенные друг к другу поверхности зубьев (постоянных магнитов 16 и 17) имеют одинаковую полярность. Кроме того, в работе зубчатые колеса установлены в парах с некоторым максимально допустимым зазором.

Манипулятор работает следующим образом.

В отключенном состоянии колесо 9 выведено из зацепления с венцом 6 сателлита 5. Для приведения манипулятора в рабочее состояние колесо 9 вводится в зацепление с помощью электромагнитной муфты 10. При этом между зубьями колеса 9 и венца 6 сателлита 5 образуется сильное магнитное поле. Это магнитное поле совместно с сильным магнитным полем, возникающим в диаметрально противоположной стороне в

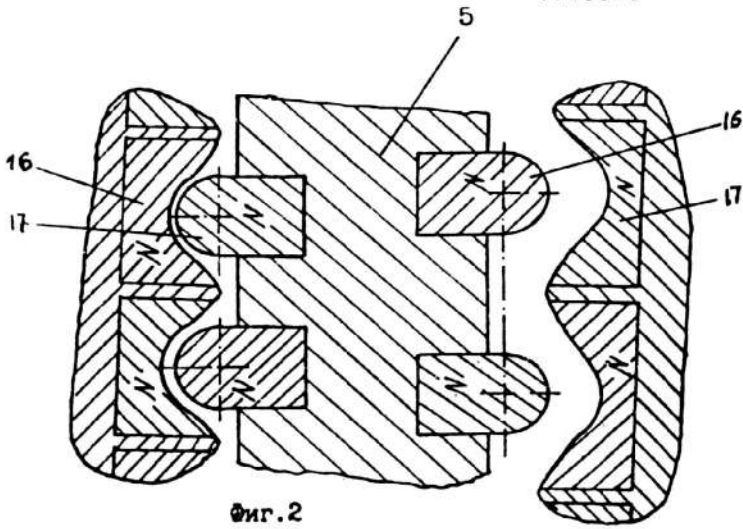
зацеплении зубьев колеса 11 с зубьями венца 7 сателлита 5, образует момент пары сил  $P_1P_2$  (фиг. 3), который стремится отталкивать сателлит из зацепления. Поскольку сателлит 5 установлен на кривошипе 14, то для того, чтобы несколько увеличить зазор в зацеплении рассматриваемых зубьев, момент пары сил  $P_1P_2$  поворачивает кривошип 14 на некоторый угол, вводя следующую пару зубьев в полное зацепление (фиг. 4). Таким образом процесс повторяется, обеспечивая сателлиту 5 прецессионное движение, а кривошипу 14 вращательное движение. За один полный прецессионный цикл сателлита 5 (когда все зубья будут по одному разу в полном зацеплении) кривошип 14 совершает один оборот. В результате зацепления зубьев венцов 6 и 7 сателлита 5 с зубьями центральных колес 9 и 11 последние вращаются с редукцией. Редуцированное вращательное движение ведомого колеса 11 (при включении муфты 13 сектор 12 жестко связан со стойкой 1) передается руке 3, которая поворачивается вокруг оси стойки 1.

При включении механизма 15 связи вращательное движение кривошипа 14 передается руке 3, которая поворачивается вокруг своей геометрической оси на требуемый угол. Работой механизмов связи управляет микропроцессор.

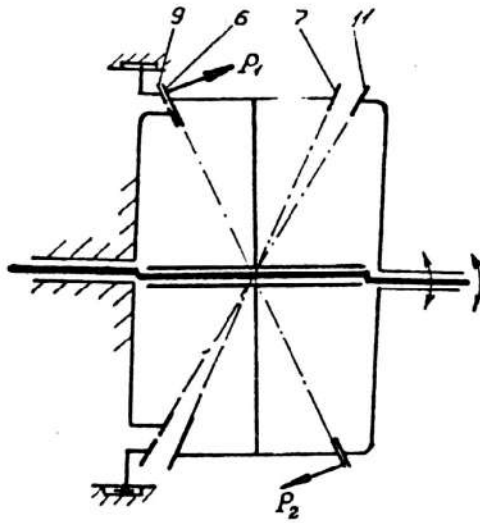
#### Формула изобретения

Манипулятор, содержащий стойку, размещенные в ней привод, выполненный в виде прецессионного редуктора, включающего двухвенечный сателлит, установленный на косом кривошипе, и два центральных колеса, одно из которых связано с рукой, отличающийся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей, повышения КПД и упрощения конструкции, сателлит прецессионного редуктора связан с рукой, а центральное неподвижное колесо этого редуктора выполнено составным в виде двух concentрически расположенных центральных колес с одинаковым числом зубьев, одно из которых жестко связано с корпусом, а другое имеет возможность осевого перемещения, при этом зубья венцов колес и сателлита выполнены в виде постоянных магнитов, а обращенные одна к другой поверхности зубьев имеют одинаковую полярность и установлены с зазором.

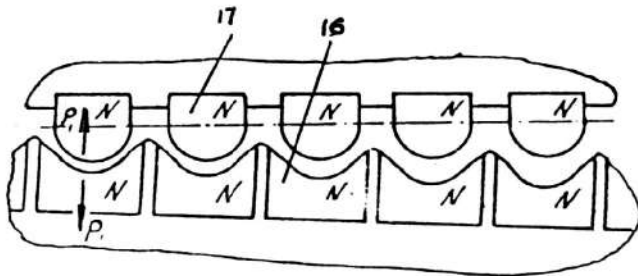
1715575



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1593950

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
**"Захват манипулятора"**

Автор (авторы): **Бостан Иван Антонович, Дулгеру Валерий Емануилович, Петьков Владимир Афанасьевич, Бурдужа Валерий Константинович и Оборок Михаил Алексеевич**

Заявитель: **КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО**

Заявка № **4453506** Приоритет изобретения **4 июля 1988г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

**22 мая 1990г.**

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU (11) 1593950** **A1**

(51)5 В 25 J 15/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4453506/31-08  
(22) 04.07.88  
(46) 23.09.90. Бюл. № 35  
(71) Кишиневский политехнический институт  
им. С. Лазо

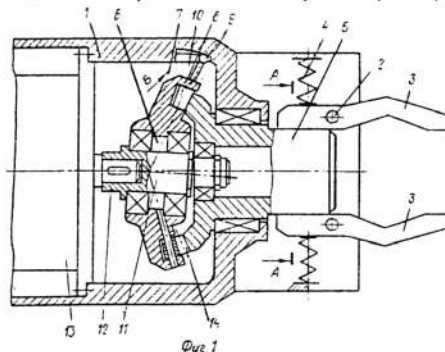
(72) И. А. Бостан, В. Е. Дулгеру,  
В. А. Петьков, В. К. Бурджуа  
и М. А. Оборок

(53) 62-229.72(088.8)  
(56) Авторское свидетельство Болгарии  
№ 35219, кл. В 25 J 15/02, 1984.

### (54) ЗАХВАТ МАНИПУЛЯТОРА

(57) Изобретение относится к промышленным роботам, а именно к захватам манипуляторов, и может быть использовано при работе в горячих цехах. Цель изобретения — расширение технологических возможностей путем обеспечения схвата деталей различных габаритов. Захват манипулятора включает корпус 1, в котором закреплены на осях 2 губки 3, подпружиненные пружинами 4. Один конец губок охватывает ведомый вал 5 прецессионного редуктора 6, который содержит сателлитное колесо 7 с зубьями, выполненными в виде конических роликов 8, связанное с корпусом 1 посредством сферических пальцев 9, размещенных в синусных канавках 10, выполненных на внутренней поверхности корпуса 1. Сателлитное колесо 7 установлено на кри-

вошипе 11 ведущего вала 12, связанного с валом электродвигателя 13, и зацепляется с ведомым зубчатым колесом 14, жестко связанным с ведомым валом 5, который в зоне взаимодействия с губками имеет эллиптическую (овальную) форму. При повороте манипулятора, при котором захват оказывается в нагревательной печи, охватываемая деталь, металл губок 3 «вспоминает» свою форму, закладываемую в память, и осуществляет захват детали. При переносе детали в закалочную ванну с холодной жидкостью губки выпрямляются, освобождая деталь. Далее процесс повторяется. При широкой номенклатуре деталей по размерам губки необходимо регулировать. Для этого используется прецессионный редуктор, ведомый вал 5 которого связан с губками 3. Вал 5 получает редуцированное вращательное движение от электродвигателя 13 посредством кривошипа, при котором вращательное движение преобразуется в прецессионное движение сателлитного колеса 7 вокруг центра прецессии О. Благодаря эллиптическому (овальному) выполнению участка вала 5, охватываемого губками 3, поворот вала 5 вокруг своей оси с передаточным отношением  $i$ , обеспечивает регулирование губок на нужный размер захвата детали. 3 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к промышленным роботам, а именно к захватам манипуляторов, и может быть использовано при работе в горячих цехах.

Цель изобретения — расширение технологических возможностей путем обеспечения схвата деталей различных габаритов.

На фиг. 1 изображен захват манипулятора; на фиг. 2 — разрез А—А на фиг. 1; на фиг. 3 — вид Б на фиг. 1.

Захват манипулятора включает корпус 1, в котором закреплены на осях 2 губки 3, подпружиненные пружинами 4. Один конец схватов охватывает по дуге ведомый вал 5 прецессионного редуктора 6, который содержит сателлитное колесо 7 с зубьями, выполненными в виде конических роликов 8, связанное с корпусом 1 посредством сферических пальцев 9, размещенных в синусных канавках 10, выполненных на внутренней поверхности корпуса 1. Сателлитное колесо 7 установлено на кривошипе 11 ведущего вала 12, связанного с валом электродвигателя 13, и зацепляется с ведомым зубчатым колесом 14, жестко связанным с ведомым валом 5, который в зоне взаимодействия с зубками имеет эллиптическую (овальную) форму.

Захват манипулятора работает следующим образом.

При повороте манипулятора таким образом, что захват оказывается в нагревательной печи, охватывая деталь, металл губок «вспоминает» свою форму, закладывая в память, и осуществляет захват детали. Далее манипулятор поднимает деталь и переносит ее в закалочную ванну, опуская ее в закалочную холодную жидкость. При этом губки выпрямляются, освобождая деталь. Далее процесс повторяется. Если в цеху имеется широкая номенклатура деталей по размерам, то губки необходимо регулировать на нужный размер детали. Для этого используется прецессионный редуктор 6, ведомый вал 5 которого связан с губками 3. Вал 5 получает редуцированное вращательное движение таким образом, что вращательное движение электродвигателя 13 посредством кривошипа 11 преобразуется в прецессионное движение сателлитного колеса 7 вокруг центра прецессии О. В результате зацепления роликов 8 с зубьями колеса 14 последнее вращается с редукицией

$$i_1 = \frac{Z_{14}}{Z_{14} - Z_8}$$

где  $Z_8$  и  $Z_{14}$  — число роликов и зубьев сателлитного 7 и зубчатого 14 колес соответственно.

Число роликов 8 и зубьев колеса 14 находится в соотношении  $Z_8 = Z_{14} - 1$ . Тогда  $i_1 = -Z_{14}$ , т. е. ведомый вал 5 вращается против вращения ведущего вала 12 (кривошипа 11), против прецессионного движения сателлитного колеса 7.

Одновременно сферические пальцы 9, жестко связанные с сателлитным колесом 7, совершая прецессионное движение, образуют в пространстве синусоиду с амплитудой 2А, равной двум амплитудам прецессионного движения сателлитного колеса. Если в корпусе 1 выполнить синусную канавку 10 с  $p$  периодами синусоиды, то при одном прецессионном цикле (благодаря контакту сферических пальцев 9 с канавками 10) сателлитное колесо 7 поворачивается в направлении прецессионного движения на угол, равный одному периоду синусных канавок 10, т. е.  $i_1 = p$ .

Так как вращательное движение сателлитного колеса 7 вокруг своей оси зацепления сферических пальцев 9 с синусными канавками 10 противоположно вращению ведомого колеса 14 от зацепления его зубьев с роликами 8 сателлитного колеса 7, то суммарное вращательное движение ведомого колеса определяется как разница этих скоростей, а общее передаточное отношение равно

$$i_0 = i_1 \times i_2$$

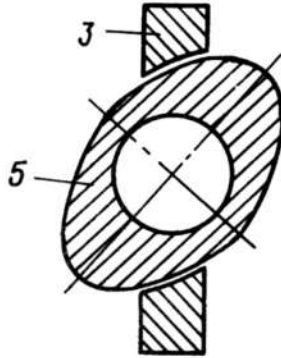
Следовательно, ведомый вал 5 вращается с редукицией. Благодаря эллиптическому (овальному) выполнению участка вала 5, схватываемого губками 3, поворот вала 5 вокруг своей оси с передаточным отношением обеспечивает регулирование губок на нужный размер захвата детали.

#### Формула изобретения

Захват манипулятора, содержащий корпус и губки, выполненные из материала, обладающего эффектом памяти формы, отличающийся тем, что, с целью расширения технологических возможностей путем обеспечения схвата деталей различных габаритов, он снабжен механизмом регулирования положения губок, выполненным в виде прецессионного редуктора, часть ведомого вала которого имеет эллиптическую форму и контактирует с губками, а сателлитное колесо снабжено пальцами, закрепленными на нем в плоскости, проходящей через полюс зацепления колес, при этом на внутренней поверхности корпуса выполнены синусные канавки для размещения пальцев сателлитного колеса.

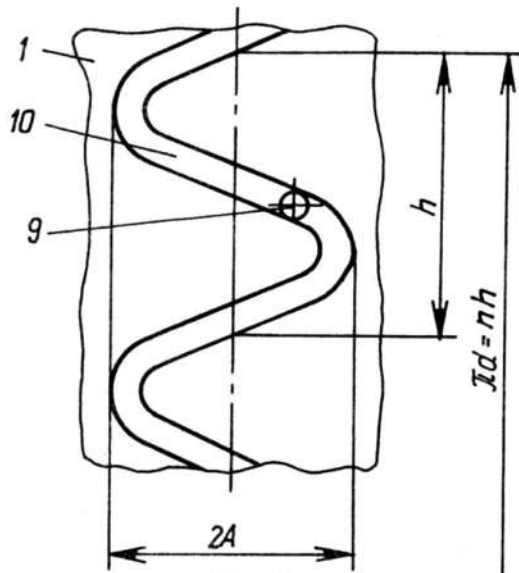
1593950

A-A



Фиг. 2

Вид Б



Фиг. 3





СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1610072

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
"Перистальтический насос"

Автор (авторы): Руденко Валерий Михайлович и Бостан Иван Антонович

Заявитель: КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявка № 4623365 Приоритет изобретения 21 декабря 1988 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

1 августа 1990 г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU (11) 1610072 A1**

(51)5 F 04 B 43/12

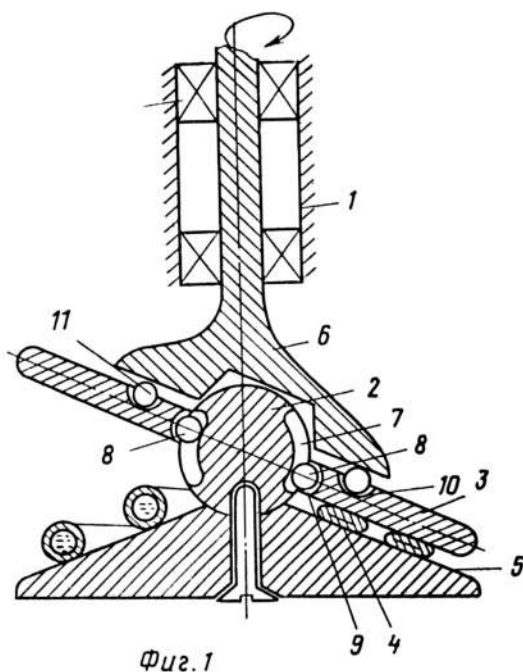
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4623365/25-29 <sup>1</sup>  
(22) 21.12.88  
(46) 30.11.90. Бюл. № 44  
(71) Кишиневский политехнический инс-  
титут им. С.Я.Лазо  
(72) В.М.Руденко и И.А.Бостан  
(53) 621.684.4(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 547550, кл. F 04 B 43/12, 1974.

(54) ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИЙ НАСОС <sup>2</sup>  
(57) Изобретение позволяет повысить  
надежность путем увеличения долговеч-  
ности трубопровода и КПД перисталь-  
тического насоса. На центральной сфе-  
рической опоре 2 корпуса 1 установлен  
с возможностью прецессии дисковый ро-  
тор 3. Ротор 3 взаимодействует одним  
торцом со стороны опоры 2 с эластич-



(19) **SU (11) 1610072 A1**

3

1610072

4

ным трубопроводом 4, размещенным на опорной поверхности 5 корпуса 1. Опора 2 снабжена меридиональными канавками 7, в которых установлены сферические элементы 8. Ротор 3 снабжен взаимодействующей с элементами 8 внутренней кольцевой канавкой 9. Приводной механизм выполнен в виде наклонного

торцового кулачка 6. На торцовой поверхности ротора 3 со стороны кулачка 6 выполнена кольцевая канавка 10, в которой размещены взаимодействующие с кулачком 6 сферические элементы 11. Обкатывание ротора 3 по трубопроводам 4 осуществляется без скольжения, так как трение значительно уменьшено элементами 8. 2 ил.

Изобретение относится к насосостроению, а именно к перистальтическим насосам, и может найти применение в различных отраслях народного хозяйства для перекачки текучих сред.

Целью изобретения является повышение надежности путем увеличения долговечности трубопровода и повышение КПД насоса.

На фиг.1 приведен насос с конической опорной поверхностью корпуса; на фиг.2 - насос с плоской опорной поверхностью корпуса.

Насос содержит корпус 1 с центральной сферической опорой 2, установленный на опоре 2 с возможностью прецессии дисковый ротор 3, взаимодействующий одним торцом со стороны опоры 2 по меньшей мере с одним эластичным трубопроводом 4, размещенным на опорной поверхности 5 корпуса 1, и приводной механизм 6. Сферическая опора 2 снабжена меридиональными канавками 7, в которых установлены сферические элементы 8. Ротор 3 снабжен взаимодействующей с этими сферическими элементами 8 внутренней кольцевой канавкой 9. Приводной механизм 6 выполнен в виде наклонного торцового кулачка. На торцовой поверхности ротора 3 со стороны кулачка 6 выполнена кольцевая канавка 10, в которой размещены взаимодействующие с торцовым кулачком 6 сферические элементы 11.

При вращении кулачок 6 приводит в прецессирующее движение ротор 3, который пережимает трубопроводы 4 и создает в них перистальтическую волну де-

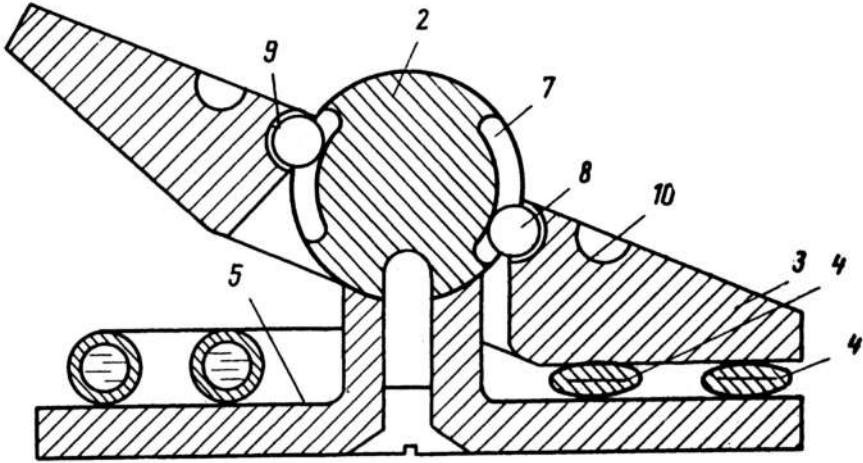
формации, которая перемещает перекачиваемую среду к потребителю. Сферические элементы 11 уменьшают трение между ротором 3 и кулачком 6.

Обкатывание ротора 3 по трубопроводам 4 осуществляется практически без скольжения, так как трение между ротором 3 и сферической опорой 2 значительно уменьшено сферическими элементами 8. В результате повышается долговечность трубопроводов 4 и КПД насоса.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Перистальтический насос, содержащий корпус с центральной сферической опорой, установленный на опоре с возможностью прецессии дисковый ротор, взаимодействующий одним торцом со стороны опоры по меньшей мере с одним эластичным трубопроводом, размещенным на опорной поверхности корпуса, и приводной механизм, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности путем увеличения долговечности трубопровода и повышения КПД насоса, сферическая опора снабжена меридиональными канавками, в которых установлены сферические элементы, ротор снабжен взаимодействующей с этими сферическими элементами внутренней кольцевой канавкой, а приводной механизм выполнен в виде наклонного торцового кулачка, причем на торцовой поверхности ротора со стороны кулачка выполнена кольцевая канавка, в которой размещены взаимодействующие с торцовым кулачком сферические элементы.

1610072



Фиг. 2

Редактор А. Лежнина	Составитель В. Грузинов Техред М. Дидык	Корректор М. Шарош
Заказ 3719	Тираж 497	Подписное
ВНИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5		
Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101		



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

**АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО**

№ 1414634

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,  
Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий  
выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:  
**"Захват манипулятора"**

Автор (авторы): Попа Василий Михайлович, Ботез Илья  
Георгиевич, Чупина Людмила Алексеевна, Бостан Иван  
Антонович и Дулгеру Валерий Емалоидович

Заявитель: они же

Заявка № 4174389      Приоритет изобретения 19 ноября 1986г.

Зарегистрировано в Государственном реестре  
изобретений СССР

8 апреля 1988г.

Действие авторского свидетельства распро-  
страняется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета 

Начальник отдела 



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1414634** **A1**

СССР 4 В 25 J 15/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4174389/25-08

(22) 19.11.86

(46) 07.08.88. Бюл. № 29

(75) В.М.Попа, И.Г.Ботез, Л.А.Чупина,  
И.А.Бостан и В.Е.Дулгеру

(53) 62-229-72 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР

№ 1034897, кл. В 25 J 15/00, 1982.

Авторское свидетельство СССР

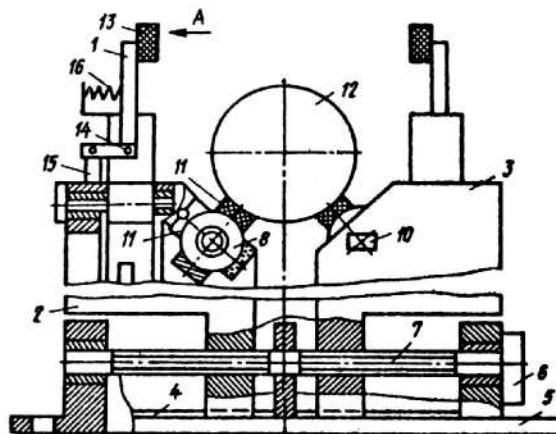
№ 1066800, кл. В 25 J 15/00, 1982.

(54) ЗАХВАТ МАНИПУЛЯТОРА

(57) Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано в качестве захватного органа промышленного робота и манипуляторов.

Цель изобретения - расширение технологических возможностей и повышение производительности путем автоматической смены опорных и зажимных элементов в зависимости от материала изделия. Захват состоит из рычагов 1 и полупризм 2 и 3, перемещающихся винтом 7. Каждая полупризма 2 и 3 снабжена поворотным барабаном 8 и головкой 9. По окружности барабана 8 смонтированы опорные элементы 11. В головке 9 радиально установлены рычаги 1 с зажимными элементами 13. Привод 15 взаимодействует только с рычагом 1, расположенным на максимальном расстоянии от основания 5. При работе захвата изделие 12 прижимается зажимными элементами 13 к опорным элементам 11. Смена зажимных и опорных элементов производится поворотом барабанов 8 и головок 9.

4 ил.



Фиг. 1

СССР **SU** (11) **1414634** **A1**

1

1414634

2

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано в качестве захватного органа промышленных роботов и манипуляторов.

Цель изобретения – расширение технологических возможностей и повышение производительности путем автоматической смены опорного и зажимного элементов в зависимости от материала изделия.

На фиг. 1 представлен захват, общий вид; на фиг. 2 – вид А на фиг. 1 (головки с пальцами); на фиг. 3 – рычаг; на фиг. 4 – вид Б на фиг. 3.

Захват содержит пальцы, выполненные в виде поворотных двулучевых рычагов 1, и ладонь из двух полупризм 2 и 3, установленных по направляющим элементам 4 основания 5.

Полупризмы 2 и 3 связаны с приводом 6, а их перемещение в плоскости, перпендикулярной к оси руки, осуществляется винтом 7, имеющим разнонаправленную резьбу для каждой полупризмы. Каждая полупризма 2 и 3 снабжена барабаном 8 и головкой 9, установленными соответственно вдоль наклонной поверхности полупризмы и на площадке, параллельной ее заднему основанию 5. Оси барабана 8 и головки 9 взаимно перпендикулярны, а их поворот обеспечивается индивидуальным приводом 10. По окружности барабана 8 смонтированы опорные элементы 11 из различных материалов и разных конструкций, например надувные резиновые подушки, металлические или пластмассовые пластинки, пластинки с телами качения и т.п.

Двулучевые рычаги 1 установлены радиально в пазах головки 9, а их концы, обращенные к изделию 12, снабжены зажимными элементами 13. Каждый рычаг 1 имеет возможность поворачиваться вокруг оси 14 и взаимодействовать с приводом 15 через шток 17 и палец 18, имеющий возможность перемещения в отверстии 19, причем с последним взаимодействует только тот рычаг 1, который в данный момент предназначен для зажима детали. В исходном положении рычаги 1 отведены от изделия 12 посредством пружины 16.

Захват работает следующим образом.

Рука манипулятора подает захват к изделию 12. Включают приводы 15,

под действием которых рычаги 1 поворачиваются вокруг осей 14 и своими зажимными элементами 13 прижимают изделие 12 к элементам 11. После создания необходимого усилия зажима рука переносит изделие 12 на рабочую позицию. Для освобождения изделия 12 из захвата выключаются приводы 15, после чего пружины 16 возвращают рычаги 1 в исходное положение.

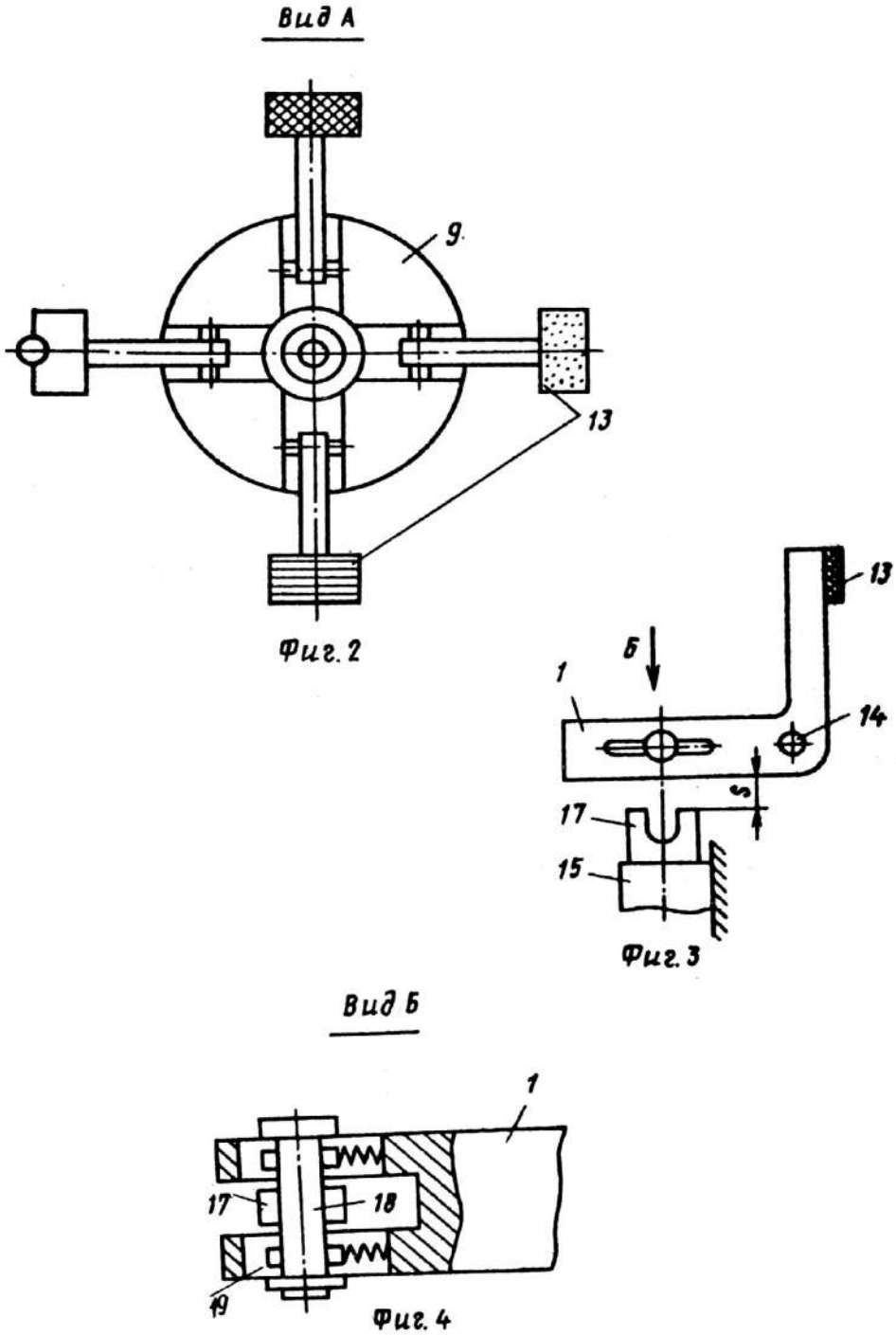
При необходимости переноса другого изделия 12, выполненного из более крупного материала и большего диаметра, подается команда к приводу 6 винта 7 и приводам 10 барабанов 8 и головок 9. При повороте винта 7 полупризмы 2 и 3 перемещаются по его резьбовым участкам и занимают положение, соответствующее диаметру изделия 12, после чего привод 6 выключается.

В то же время барабан 8 и головка 9 поворачиваются до тех пор, пока опорные и зажимные элементы будут удовлетворять условиям работы соответственно материала изделия 12, после чего приводы 10 выключаются. Далее захват работает как и в первом случае.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Захват манипулятора, содержащий ладонь из двух полупризм и пальцы, связанные с приводом их перемещения, и несущие зажимные элементы, отличающийся тем, что, с целью расширения технологических возможностей и повышения производительности, каждая полупризма содержит барабан с радиально установленными на нем опорными элементами и головку с радиальными пазами, имеющими возможность поворота, причем ось поворота барабана расположена вдоль наклонной поверхности призмы, а поворотная ось головки – перпендикулярно ей, пальцы выполнены в виде поворотных рычагов, установленных в радиальных пазах головки, а зажимные элементы закреплены на их концах, обращенных в сторону установки изделия, при этом привод перемещения пальцев связан поочередно с одним из рычагов.

1414634







**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3563**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 3563 G2 2008.04.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3563 (13) G2

(51) Int. Cl.: B23K 20/08 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0159                  (22) Data depozit: 2005.06.06                  (41) Data publicării cererii:                  2007.01.31, BOPI nr. 1/2007</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de                  acordare a brevetului:                  2008.04.30, BOPI nr. 4/2008</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD                  (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; CACUCI Dan Gabriel, DE; IONESCU Florin, DE; DULGHERU Valeriu, MD                  (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

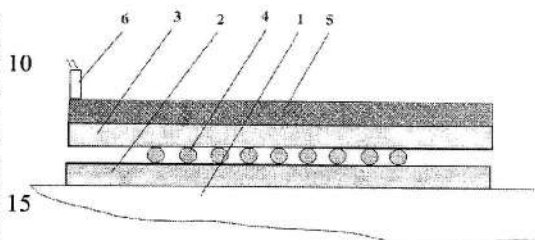
(54) Procedeu de fabricare prin explozie a structurilor cu microcaneluri

(57) Rezumat:

Invenția se referă la procedeele de fabricare a structurilor din materiale metalice sau nemetalice prin explozie.

Procedeu de fabricare prin explozie a structurilor cu microcaneluri se realizează în modul următor: pe un suport (1) se instalează niște plăci subțiri (2) și (3) (metalice sau nemetalice), între care sunt plasate corpuri (4) de formare a microcanelurilor, iar pe suprafața plăcii superioare (2) se plasează substanță explozivă (5), care se detonează prin intermediul unui detonator (6). În urma explozivi are loc presarea plăcilor (2) și (3) și incorporarea în plăcile (2) și (3) a corpurilor (4) în urma căreia pe suprafețele plăcilor se formează microcaneluri, iar plăcile se sudează, după care corpurile (4) de formare a microcanelurilor se elimină.

Revendicări: 3  
Figuri: 7



## MD 3563 G2 2008.04.30

4

- realizarea corpurilor de formare a microcanelurilor în formă de un număr prestabilit de fire pentru obținerea microcanelurilor în plăci, ceea ce asigură o reducere esențială a timpului de prelucrare;

- executarea corpurilor de formare a microcanelurilor în formă de plasă din fire, ceea ce asigură circulația liberă a lichidului în cazul înfundării unor microcaneluri și condiționează ameliorarea parametrilor funcționali ai microstructurii;

- realizarea sudării în pachete, corpurile vecine de formare a microcanelurilor fiind amplasate perpendicular, ceea ce asigură sporirea productivității procesului de sudură a plăcilor microstructurii.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...7, care reprezintă:

- fig. 1, schema procesului de formare a microcanelurilor și de sudare a plăcilor la faza inițială;

- fig. 2, schema procesului de formare a microcanelurilor și de sudare a plăcilor la începutul procesului de după detonare;

- fig. 3, schema procesului de formare a microcanelurilor și de sudare a plăcilor la sfârșitul procesului de formare a microcanelurilor (corpurile de formare a microcanelurilor se află încorporate în plăci);

- fig. 4, schema procesului de formare a microcanelurilor și de sudare a plăcilor la sfârșitul procesului de formare a microcanelurilor (eliminarea corpurilor de formare a canelurilor din caneluri);

- fig. 5, schema corpului de formare a microcanelurilor în formă de plasă cu ochiuri dreptunghiulare;

- fig. 6, schema canelurilor formate cu corpurile de formare a microcanelurilor în formă de plasă;

- fig. 7, schema sudării plăcilor microstructurii în pachet.

Procedeul de fabricare prin explozie a structurilor cu microcaneluri se realizează în următoarea consecutivitate. Pe un suport 1 (fig. 1) se instalează plăcile pentru deformare și sudură 2 și 3, între care se amplasează corpurile 4 de formare a microcanelurilor, iar pe suprafața exterioară a plăcii superioare 3 se amplasează o substanță explozivă 5, care este detonată prin intermediul unui detonator 6. După detonare unda de șoc presează placa 3, în urma căreia se realizează treptat (în microsecunde) incorporarea corpurilor 4 de formare a microcanelurilor în plăcile 2 și 3 și sudură plăcilor (fig. 2 și 3). În continuare, corpurile 4 de formare a microcanelurilor se elimină prin metode cunoscute și, în consecință, se obține o structură 7 cu microcaneluri 8.

Pentru a reduce influența negativă a blocării microcanelurilor cu impurități asupra curgerii lichidului prin ele, corpul de formare a microcanelurilor se execută în forma de plasă 9 (fig. 5). În urma exploziei, în structură se formează o rețea de microcaneluri longitudinale 10 și transversale 11 (fig. 6) comunicante.

Pentru a ridica esențial productivitatea proceselor de formare a microcanelurilor 8 și de sudare a plăcilor, procedeul descris mai sus se realizează prin sudarea pachetelor de plăci (fig. 7). În acest scop, firele dintre plăcile vecine se plasează sub un unghi de 90°. După detonarea și eliminarea corpurilor de formare a microcanelurilor se obține o structură (de exemplu, în formă de cub) în care, într-o serie de plăci microcanelurile au o direcție, iar în seria de plăci care urmează după ele, microcanelurile au o direcție perpendiculară în raport cu cele precedente.

Astfel, procedeul propus asigură realizarea unor microcaneluri în structurile care includ un număr mare de plăci (de exemplu, în schimbătoarele de căldură din microreactoare, numărul lor este de 60...70 bucăți) cu cheltuieli de timp foarte reduse.

Datorită creșterii densității materialului plăcilor în urma acțiunii unde de șoc este exclusă interdifuziunea prin pereții canelurilor a agentului termic și lichidului de răcire, fapt ce ameliorează parametrii funcționali ai structurii.

În cazul execuției microcanelurilor cu corp de formare a microcanelurilor în formă de plasă se obține un sistem de rețea de microcaneluri 10 și 11 (fig. 6) comunicante. În cazul blocării unor microcaneluri longitudinale 10 cu impurități 12, curenții de lichid își schimbă direcția, trecând prin microcanelurile transversale 11 în microcanelurile paralele vecine 10. În continuare curentul se poate diviza în două părți: o parte continuă direcția longitudinală nou aleasă, iar alta (care se poate forma datorită unor procese de aspirație, care au loc în volume cu presiune redusă) printr-o microcanelură transversală 11, revine în microcanelura longitudinală 10 și își continuă cursul până la ieșirea din ea. Astfel este redusă influența blocării microcanelurilor cu impurități asupra parametrilor funcționali ai microstructurilor.

MD 3563 G2 2008.04.30

5

(57) Revendicări:

- 5
1. Procedeu de fabricare prin explozie a structurilor cu microcaneluri, care constă din aceea  
că între plăcile pentru deformare și sudură se plasează corpurile de formare a microcanelurilor în formă  
de fire, care au temperatura de topire a materialului mai mică decât temperatura de topire a  
materialului plăcilor, pe placa superioară se plasează o substanță explozivă, se produce detonarea  
substanței explozive, după care corpurile de formare a microcanelurilor se elimină.
- 10
2. Procedeu conform revendicării 1, în care firele se plasează în formă de plasă.
3. Procedeu conform revendicării 1, în care sudura se efectuează simultan în pachete, iar între  
plăcile vecine firele se plasează sub un unghi de 90°.

15

(56) Referințe bibliografice:

1. CN 1167688 A 1997.12.17
2. US 8411766 1989.03.14
3. RU 2139173 C1 1999.10.10

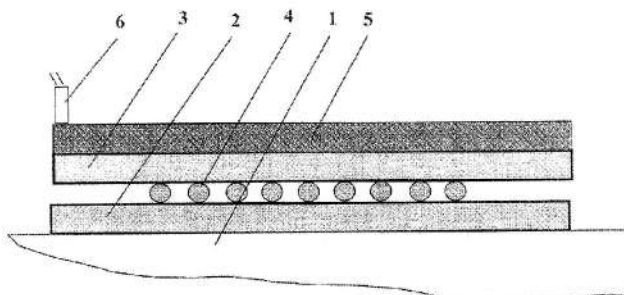


Fig. 1

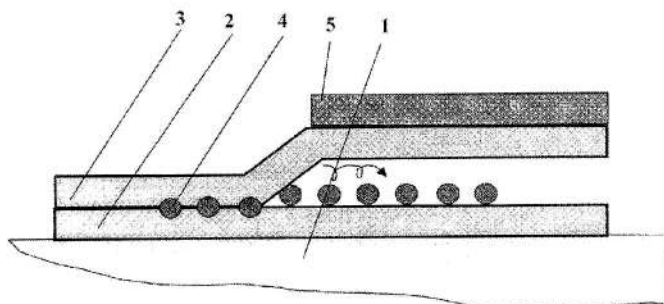


Fig. 2

MD 3563 G2 2008.04.30

6

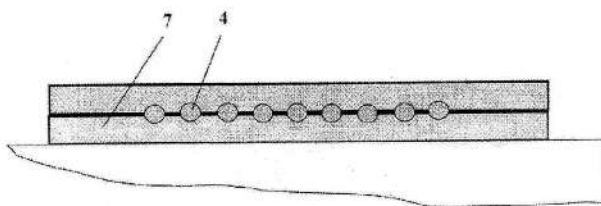


Fig. 3

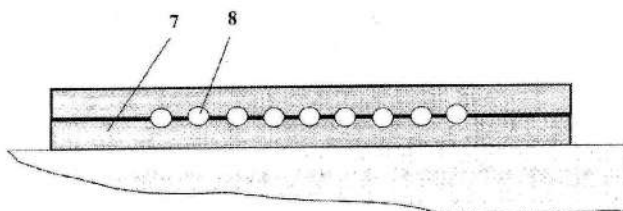


Fig. 4

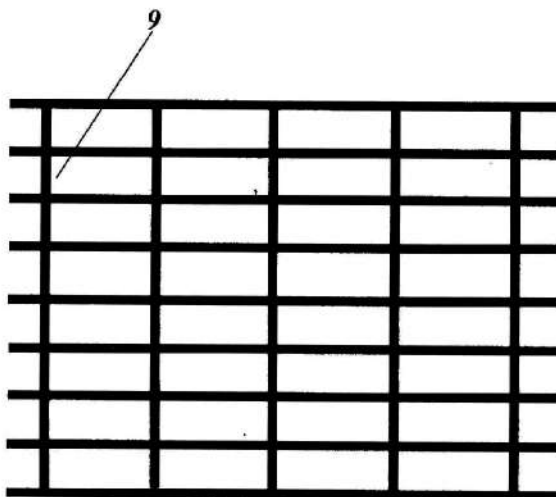


Fig. 5



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3596**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENTINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 3596 G2 2008.05.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3596<sup>(13)</sup> G2  
(51) Int. Cl.: B23H 7/08 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0158 (22) Data depozit: 2005.06.06 (41) Data publicării cererii: 2007.01.31, BOPI nr. 1/2007</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.05.31, BOPI nr. 5/2008</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: CACUCI Dan Gabriel, DE; BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; IONESCU Florin, DE (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Procedeu și sculă-electrod pentru fabricarea prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj (variante)

(57) Rezumat:

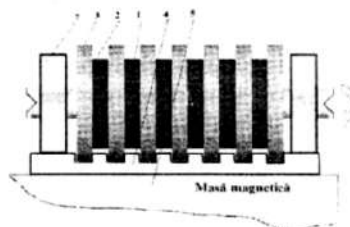
Invenția se referă la procedeele de prelucrare a structurilor din metal sau aliaj prin electroeroziune.

Procedeu de fabricare prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj se realizează cu ajutorul unei scule-electrod (1) de formă cilindrică în felul următor: sculei-electrod (1) i se comunică mișcare de rotație și de translație. Scula-electrod (1) se utilizează în calitate de catod, iar semifabricatul (4) în formă de placă metalică, fixată pe o masă magnetică (5), se utilizează în calitate de anod. La deplasarea prin translație și rotația sculei-electrod (1), în urma descărcărilor electrice, ce se produc între anod și catod, pe suprafața semifabricatului (4) are loc formarea canelurilor. Evacuarea produselor de electroeroziune din caneluri se efectuează cu ajutorul sculei rotative și a jetului lichidului dielectric.

Scula-electrod (1) este executată din material electroconductibil în formă de cilindru, pe suprafața căruia sunt executate caneluri, iar pe părțile laterale sunt instalate coaxial discuri (7) executate din material dielectric, diametrul fiecăruia dintre ele este egal cu  $d = D - 2h$ , unde  $D$  este diametrul exterior al sculei-electrod,  $h$  – adâncimea canelurilor formate pe semifabricat.

Procedeu, conform altei variante, constă în aceea că semifabricatul în formă de bandă înfășurată pe un tambur de alimentare se trece peste o rolă de calibrare și se leagă de un tambur de tracțiune. Scula-electrod executată în formă de casetă cu lîrc de electroeroziune, fixate la aceeași distanță unele față de altele, se instalează deasupra rolei de calibrare, totodată se deplasează banda prin intermediul tamburului de tracțiune și se deplasează vertical scula-electrod la o distanță egală cu adâncimea canelurilor, care se formează pe bandă în urma descărcărilor electrice.

Revendicări: 4  
Figuri: 6



## MD 3596 G2 2008.05.31

3

**Descriere:**

Invenția se referă la procedeele de prelucrare a structurilor din metale sau aliaj prin electroeroziune.

5 Firul electrod pentru electroeroziune conține, de regulă, un strat intermediar de metal, bun conductor de electricitate, și un strat de metal cu proprietăți mecanice ridicate. Firul de electroeroziune este deplasat axial într-o zonă de descărcări electrice. Între firul electrod și piesa de prelucrare este aplicată o tensiune electrică, care este amplasată în zona de descărcări electrice, pentru a produce descărcări electrice între firul electrod și piesa de prelucrare, producând eroziunea piesei. Un lichid dielectric circulant ocupă zona de descărcări electrice între electrod și piesa de prelucrare și efectuează evacuarea produselor de electroeroziune. Acest lucru este important pentru funcționarea eficientă a microstructurilor. De exemplu, în cazul microstructurilor cu multe canale utilizate în schimbătoare de căldură, evacuarea insuficientă a produselor de electroeroziune generează blocarea unor canale, fapt ce conduce la reducerea eficienței funcționării schimbătorului de căldură. Prin deplasarea relativă a electrodului și piesei, pe piesă se formează suprafețe cu profilul solicitat.

15 Prelucrarea microstructurilor cu multiple canale cu dimensiuni mici prin electroeroziune necesită fire cu diametru mic, ceea ce reduce fiabilitatea firului. O problemă majoră pentru mașinile de electroeroziune este riscul de rupere a firului. În caz de rupere a firului mașinile sunt prevăzute pentru depănarea din nou a firului în mod automat sau manual, fapt ce reduce simțitor productivitatea procesului. Se constată că riscurile ruperii firului conduce la creșterea timpului de prelucrare a pieselor.

20 O altă problemă care apare frecvent la fabricarea pieselor prin electroeroziune cu fir este obținerea unei suprafețe satisfăcătoare din punct de vedere al preciziei de prelucrare și a rugozității. Datorită faptului că prelucrarea prin electroeroziune se efectuează prin acțiunea erozivă discontinuă a descărcărilor electrice, se generează o suprafață care nu întotdeauna corespunde exigențelor de aplicație a piesei. De exemplu, în cazul microstructurilor cu multe canale utilizate în schimbătoarele de căldură, neregularitățile dimensionale și asperitățile suprafețelor canalelor generează turbulențe ale lichidului ce curge prin canale. Pentru obținerea unei precizii dimensionale înalte și a unei rugozități necesare ale suprafeței prelucrate, procesul de prelucrare se realizează în mai multe etape. O altă soluție de reducere a asperităților suprafeței prelucrate este reducerea intensității curenților de descărcare electrică, ceea ce conduce la reducerea duratei descărcărilor. Acest fapt contribuie însă la creșterea timpului de prelucrare.

30 O altă problema caracteristică metodelor de fabricare prin electroeroziune, este imposibilitatea prelucrării unor microcaneluri din cauza că la prelucrarea microcanelurilor este necesar un spațiu (interstițiu) între suprafața generatoare a sculei și suprafața laterală a canelurii, egal aproximativ cu grosimea profilului de generare a sculei.

35 Este cunoscut procedeul de fabricare a microschiimbătoarelor de căldură, conform căruia prin metoda de fotolitografie se obține o microstructură, pe care este format un strat galvanic metalic, structurat invers structurii originale. Acest strat metalic structurat servește în calitate de electrod în procesul de prelucrare a microstructurii prin electroeroziune. Acest procedeu asigură reducerea riscului ruperii firului [1].

Dezavantajele procedeeului sunt precizia redusă a procesului de prelucrare și costul ridicat.

40 O altă soluție apropiată este structura de electrod cu fir și procedeul de fabricare prin electroeroziune, în care se utilizează un electrod de electroeroziune cu suprafața structural transformată prin formarea unei compoziții chimice între metalul de la suprafața electrodului și un element polivalent combinat apropiat din tabelul periodic al elementelor [2].

45 Soluția cea mai apropiată este procedeul și dispozitivul de prelucrare a pieselor tridimensionale prin electroeroziune, care include o sculă-electrod de formă tubulară. Scula-electrod efectuează mișcare de rotație, iar poziția ei este dirijată numeric în spațiu tridimensional [3].

50 Dezavantajele soluțiilor sus-menționate constau în imposibilitatea de utilizare eficientă la prelucrarea microstructurilor și costul de producție ridicat.

Problema pe care o rezolvă invenția este ameliorarea calității suprafeței prelucrate, sporirea fiabilității sculei și majorarea productivității procesului de fabricare.

55 Procedeul de fabricare prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj, conform primei variante a invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că semifabricatul în formă de placă se fixează pe o masă magnetică, se instalează scula-electrod profilată cu axa paralelă suprafeței plăcii. Sculei-electrod i se comunică o mișcare de rotație în jurul axei sale și una de translație de-a lungul semifabricatului, pe care, în urma descărcărilor electrice, se formează caneluri din care se evacuează produsele de electroeroziune cu ajutorul unui lichid dielectric circulant, totodată se asigură controlul dimensional al canelurilor.



## MD 3596 G2 2008.05.31

5

tracțiune 13. La rotirea tamburului de tracțiune 13, semifabricatul 10 trece prin zona de electroeroziune a sculei-electrod, realizându-se în consecință formarea microcanelurilor.

Viteza de rotație  $\omega$  a tamburului de tracțiune 13 (viteza liniară de deplasare a semifabricatului este  $V$ ) este coordonată cu viteza procesului de electroeroziune cu ajutorul modului de reglare ( $MR$ ) prin intermediul modului de control numeric ( $CN$ ). Modulul  $CN$  controlează de asemenea adâncimea canelurilor, ținând cont și de uzura firelor de electroeroziune.

Din benzile cu microcaneluri obținute se decupează foi de mărimi prestabilite, care mai apoi, prin metode cunoscute se asamblează în pachete, formând structurile necesare. De exemplu, un schimbător de căldură de formă cubică cu dimensiunile laturilor de 1 cm poate fi asamblat din 60...65 foi cu microcaneluri.

Soluțiile propuse oferă o flexibilitate mai largă în planul optimizării parametrilor geometrici ai spațiilor prelucrate, productivitate înaltă de prelucrare, o precizie și calitate sporită a suprafețelor prelucrate. Comparativ cu metodele convenționale, cele propuse sunt mai avantajoase la prelucrarea elementelor microstructurilor.

15

### (57) Revendicări:

1. Procedeu de fabricare prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj, care constă în aceea că se fixează semifabricatul în formă de placă pe o masă magnetică, se instalează scula-electrod profilată cu axa paralelă suprafeței plăcii, sculei-electrod i se comunică o mișcare de rotație în jurul axei sale și una de translație de-a lungul semifabricatului, pe care, în urma descărcărilor electrice, se formează caneluri din care se evacuează produsele de electroeroziune cu ajutorul unui lichid dielectric circulant, totodată se asigură controlul dimensional al canelurilor.

2. Sculă-electrod pentru fabricarea prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj, care este executată din material electroconductibil de formă cilindrică cu caneluri pe partea exterioară, pe părțile laterale fiind fixate coaxial două discuri executate din material dielectric, diametrul cărora este  $d=D-2h$ , unde  $D$  este diametrul exterior al sculei-electrod, iar  $h$  – adâncimea canelurilor formate pe semifabricat.

3. Procedeu de fabricare prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj, care constă în aceea că semifabricatul în formă de bandă înfășurată pe un tambur de alimentare, se trece peste o rolă de calibrare și se leagă cu un tambur de tracțiune, se instalează scula-electrod cu fire deasupra rolei de calibrare, se deplasează banda prin intermediul tamburului de tracțiune și se deplasează vertical scula-electrod la o distanță egală cu adâncimea canelurilor, care se formează pe bandă în urma descărcărilor electrice, totodată se asigură controlul dimensional al canelurilor.

4. Sculă-electrod pentru fabricarea prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj, care este executată în formă de casetă cu fire de electroeroziune, fixate la aceeași distanță unele de altele, iar suprafața lor este structural transformată prin formarea unei compoziții chimice între metalul de la suprafața electrodului și un element polyvalent combinat apropiat din tabloul periodic al elementelor.

40

### (56) Referințe bibliografice:

1. US 6230408 B1 2001.05.15
2. US 6642470 B2 2003.11.04
3. GR 3033588 T 2000.09.29

Șef Secție:

*T. Său*

SĂU Tatiana

Examinator:

*T. Său*

CIORBĂ Valeriu

Redactor:

*Ungureanu*

UNGUREANU Mihail

## MD 3596 G2 2008.05.31

4

Scula-electrod pentru fabricarea prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj, conform primei variante a invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că este executată din material electroconductibil de formă cilindrică cu caneluri pe partea exterioară. Pe părțile laterale sunt fixate coaxial două discuri executate din material dielectric, diametrul cărora este  $d=D-2h$ , unde  $D$  este diametrul exterior al sculei-electrod, iar  $h$  – adâncimea canelurilor formate pe semifabricat.

Procedeul de fabricare prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj, conform variantei a doua a invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că semifabricatul în formă de bandă înfășurată pe un tambur de alimentare se trece peste o rolă de calibrare și se leagă de un tambur de tracțiune, se instalează scula-electrod cu fire deasupra rolei de calibrare. Banda se deplasează prin intermediul tamburului de tracțiune și se deplasează vertical scula-electrod la o distanță egală cu adâncimea canelurilor, care se formează pe bandă în urma descărcărilor electrice, totodată se asigură controlul dimensional al canelurilor.

Scula-electrod pentru fabricarea prin electroeroziune a structurilor din metal sau aliaj, conform variantei a doua a invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că este executată în formă de casetă cu fire de electroeroziune, fixate la aceeași distanță unele de altele. Suprafața firelor este structural transformată prin formarea unei compoziții chimice între metalul de la suprafața electrodului și un element polyvalent combinat apropiat din tabloul periodic al elementelor.

Avantajele invenției constau în următoarele:

- realizarea multiprofilată cu un număr anumit de secțiuni de lucru ale sculei-electrod permite prelucrarea simultană a unui număr mare de caneluri în microstructuri;

- instalarea pe axa sculei-electrod a două discuri executate din material dielectric asigură obținerea unor dimensiuni constante de adâncime a canelurilor;

- realizarea procedului de fabricare a canelurilor microstructurilor cu utilizarea sculei-electrod, asigură accelerarea procesului de formare a canelurilor, eliminarea mai eficientă a produselor de prelucrare din caneluri și asigurarea calității și preciziei de prelucrare;

- realizarea sculei-electrod în forma unei casete cu un număr anumit de fire de electroeroziune, fixate la aceeași distanță unul de altul și deplasarea semifabricatului în formă de bandă în zona de prelucrare prin intermediul unei role conductoare și a unei role de calibrare, asigură o productivitate înaltă procesului de prelucrare a microstructurilor.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...6, care reprezintă:

- fig. 1, schița sculei-electrod de formă cilindrică;

- fig. 2, schema instalației de prelucrare a canelurilor cu sculă-electrod de formă cilindrică;

- fig. 3, vederea laterală a instalației de prelucrare a canelurilor cu sculă-electrod rotitoare de formă cilindrică;

- fig. 4, schița piesei cu caneluri obținute prin electroeroziune;

- fig. 5, schema sculei-electrod în formă de casetă cu un număr stabilit de fire de electroeroziune;

- fig. 6, schema instalației de prelucrare a canelurilor cu sculă-electrod în formă de casetă cu un număr stabilit de fire de electroeroziune;

Scula-electrod 1 (fig. 1) include un cilindru, pe suprafața căruia sunt executate elementele de lucru 2, 3.

Procedeul de fabricare prin electroeroziune a microstructurilor din metale sau aliaje cu sculă-electrod în formă cilindrică se realizează în modul următor.

Sculei-electrod 1 (fig. 2, 3) i se comunică mișcare de rotație în jurul axei sale cu viteza unghiulară  $\omega$  și o mișcare de translație de-a lungul semifabricatului, cu viteza  $V$ . În instalația de electroeroziune scula-electrod 1 servește în calitate de catod, iar semifabricatul – în formă de placa metalică 4, fixată pe masa magnetică 5 servește în calitate de anod. La rotirea sculei-electrod 1 și deplasarea ei, în urma descărcărilor electrice, care se produc între scula-electrod 1 și masa magnetică 5, are loc formarea, pe suprafața semifabricatului, a unui număr stabilit de caneluri 6 (fig. 4). Evacuarea produselor de electroeroziune din caneluri se efectuează cu ajutorul unui lichid dielectric circulant și cu ajutorul sculei-electrod 1 (fig. 3), pentru care este necesară respectarea condiției:

$$\omega R > V.$$

Adâncimea constantă a canelurilor 6 se asigură prin plasarea suprafeței cilindrice a discurilor laterale 7 la o înălțime egală cu valoarea adâncimii secțiunilor de lucru 2 ale sculei-electrod 1.

Scula-electrod cu fire (fig. 5) include caseta 8, în care sunt fixate rigid firele 9 de electroeroziune, instalate la aceeași distanță unul față de altul.

Procedeul de fabricare prin electroeroziune a microstructurilor din metal sau aliaj cu sculă-electrod cu fire se realizează în modul următor.

Scula-electrod cu fire se deplasează vertical (din momentul contactului cu semifabricatul) la distanța egală cu adâncimea  $h$  a canalelor (fig. 6). Un capăt al semifabricatului 10 în formă de bandă, înfășurat pe tamburul de alimentare 11, este trecut peste o rolă de calibrare 12 și legat cu tamburul de

MD 3596 G2 2008.05.31

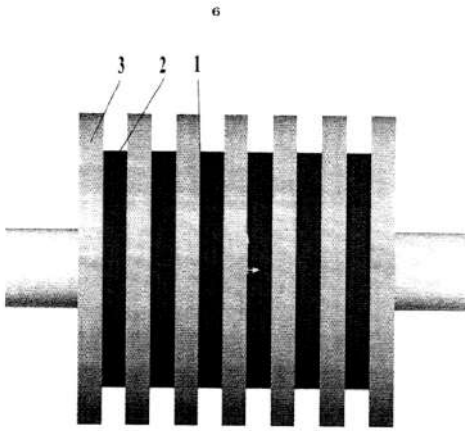


Fig. 1

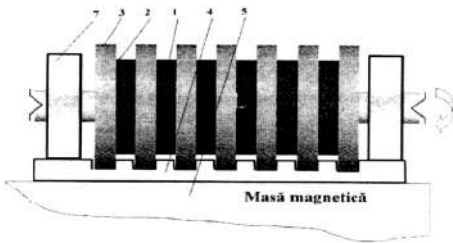


Fig. 2

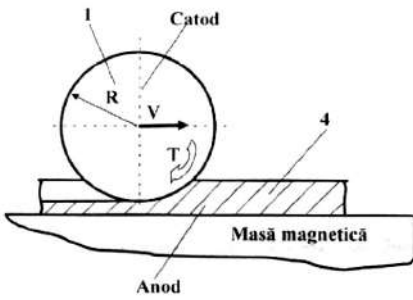


Fig. 3

MD 3596 G2 2008.05.31

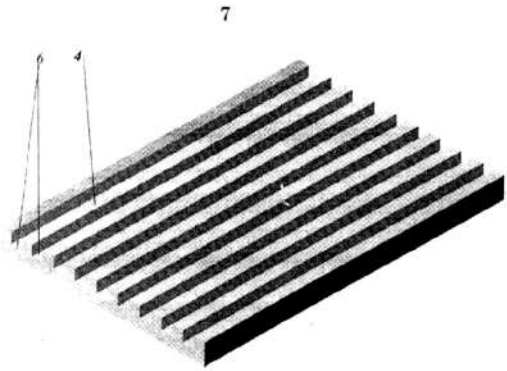


Fig. 4

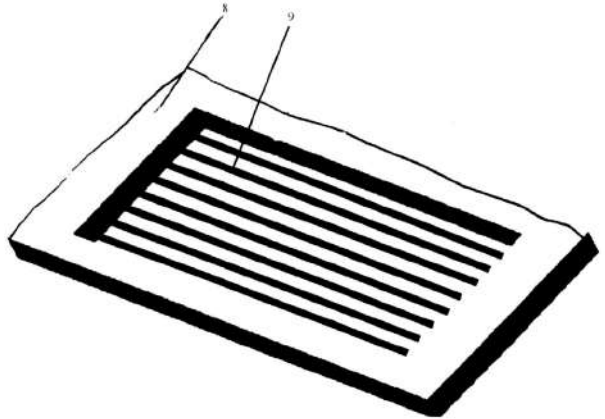


Fig. 5

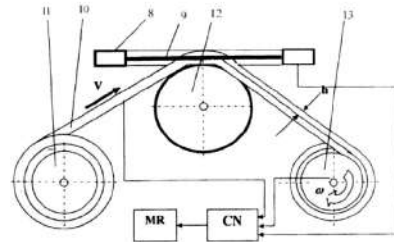


Fig. 6



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1801529

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Объемно-логическая игрушка"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович и другие, указанные в описании

КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. ЛАЗО

Заявитель:

Заявка № 4922936 Приоритет изобретения 29 марта 1991г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

9 октября 1992г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1801529 A1

(51)5 A 63 F 9/06

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4922936/12

(22) 29.03.91

(46) 15.03.93. Бюл. № 10

(71) Кишиневский политехнический институт им. С.Лазо

(72) И.А.Бостан, В.Е.Дулгеру и А.Г.Корчмарь

(56) Авторское свидетельство СССР

№ 1607837, кл. А 63 F 9/06, 1987.

(54) ОБЪЕМНО-ЛОГИЧЕСКАЯ ИГРУШКА

(57) Использование: товары народного потребления. Сущность изобретения: игрушка содержит полый кривошип, на котором установлен свободно сателлитный блок колес с каждой стороны которого размещены, по крайней мере, по два центральных колеса, образующих прецессионный редуктор. Наружная сферическая поверхность централь-

2

ных колес образует сферическую поверхность игрушки. В полости кривошипа размещен вал, пружина и храповое колесо с собачкой. Кривошип может быть связан с колесом посредством фиксатора. Ключом заводится пружина. Освободив кривошип от связи с колесом, под действием силы пружины кривошип начнет вращаться. Благодаря наклону наружной поверхности вращения кривошипа преобразуется в прецессионное движение сателлита. В результате зацепления его венцов с центральными колесами последние (и связанные с ними сферические элементы) будут вращаться с разной редукцией в разных направлениях. 2 ил.

Изобретение относится к товарам народного потребления.

Целью изобретения является упрощение конструкции.

На фиг.1 приведена конструкция предложенной игрушки; на фиг.2 – сечение А-А на фиг.1.

Игрушка содержит полый кривошип 1, на котором установлен с возможностью свободного вращения сателлитный блок колес 2, содержащий два зубчатых венца 3 и 4 с каждой стороны которых размещены, по крайней мере, по два центральных колеса 5, 6 и 7, 8 соответственно образующих прецессионный редуктор. Наружная сферическая поверхность центральных колес 5, 6 и 7, 8 образуют сферическую поверхность игрушки. В полости кривошипа 1 размещен вал 9 и пружина 10, один конец которой связан с валом 9, а другой конец – с кривошипом 1.

Во внутренней полости кривошипа 1 также встроено храповое колесо 11, а на наружной цилиндрической поверхности вала 9 закреплена подпружиненная собачка 12. На наружном конце вала 9 предусмотрено гнездо 13 для заводного ключа. Кривошип 1 может быть связан с центральным колесом 5 посредством подпружиненного фиксатора 15.

Игрушка работает следующим образом.

С помощью заводного ключа 14 вращается вал 9, закручивая пружину 10 (при этом кривошип фиксирован от вращательного движения фиксатором 15, а вал 9 предохранен от обратного вращения храповым колесом 11 и собачкой 12) до конца, придерживая игрушку в руках, преимущественно за ту часть сферической поверхности, принадлежащей центральному колесу 5. Из-

влекая ключ 14 из гнезда 13 и освобождая кривошип 1 от связи с колесом 5 фиксатором 15. кривошип 1, связанный с пружиной 10 посредством храпового колеса 11 и собачки 12, будет вращаться. Благодаря наклонной наружной поверхности вращения кривошипа 1 преобразуется в прецессионное движение сателлитного блока колес 2. В результате зацепления венцов 4 и 3 с центральными колесами 5, 6 и 7, 8, последние будут вращаться с определенной редукцией в разных направлениях.

Например, если игрушка контактирует с полом частью сферы, принадлежащей центральному колесу 5, то в результате зацепления венцов 3 и 4 с центральными колесами 5, 6 и 7, 8 колеса 6, 7 и 8 будут вращаться соответственно с редукцией

$$i_6 = \frac{z_{326}}{z_{523} - z_{326}} = \frac{z_6}{z_5 - z_6}.$$

$$i_7 = \frac{z_{327}}{z_{524} - z_{327}}.$$

$$i_8 = \frac{z_{328}}{z_{524} - z_{328}}.$$

Например при  $z_5 = 20$ ,  $z_6 = 22$ ,  $z_3 = 21$ ,  $z_4 = 16$ ,  $z_7 = 17$ ,  $z_8 = 15$  имеем

$$i_6 = -\frac{22}{20 - 22} = + 11.$$

$$i_7 = -\frac{21 \cdot 17}{20 \cdot 16 - 21 \cdot 17} = + 9.65.$$

$$i_8 = -\frac{21 \cdot 15}{20 \cdot 16 - 21 \cdot 15} = -63.$$

Если например, с полом контактирует частью сферы, принадлежащей колесу 6, то имеем

$$i_5 = -\frac{z_{325}}{z_{623} - z_{325}} = \frac{z_6}{z_6 - z_5} = \frac{22}{22 - 20} = -11$$

$$i_7 = -\frac{z_{327}}{z_{624} - z_{327}} = \frac{21 \cdot 17}{22 \cdot 16 - 21 \cdot 17} = -71,4$$

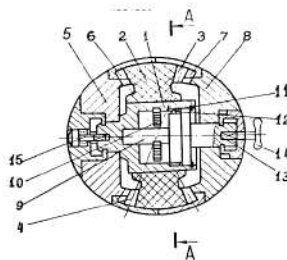
$$i_8 = -\frac{z_{328}}{z_{624} - z_{328}} = \frac{21 \cdot 15}{22 \cdot 16 - 21 \cdot 15} = -8,5$$

5 Остальные возможные варианты остановки колес 7 и 8 рассматриваются аналогичным образом.

10 Таким образом, подвижные элементы 5, 6, 7 и 8 будут вращаться в разных направлениях с различной скоростью, обеспечивая качение игрушки в разные стороны с различной скоростью, что в значительной мере повысит занимательность игрушки.

### Формула изобретения

15 Объемно-логическая игрушка, содержащая подвижные элементы, внешние поверхности которых образуют сферическую поверхность, в полости которой размещен прецессионный редуктор, включающий центральные колеса и сателлитный блок колес, кинематически связанные с подвижными элементами, причем сателлитный блок колес установлен на кривошипе с возможностью вращения посредством установленного в нем приводного механизма, имеющего вал, а одно из центральных колес установлено на кривошипе, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что с целью упрощения конструкции, приводной механизм выполнен в виде плоской пружины кручения, один конец которой связан с валом, а другой конец – с кривошипом, причем в полости кривошипа встроено храповое колесо, а собачка, взаимодействующая с последним, закреплена на валу, имеющем на одном конце гнездо для заводного ключа, причем кривошип снабжен регулируемым подпружиненным фиксатором, размещенным в центральном колесе, установленном на кривошипе.



Фиг. 1

## POSTFAȚĂ



*„Nu îndrăznim, nu pentru că problemele sunt dificile,  
ci, fiindcă nu îndrăznim, ele sunt dificile”*

**(Seneca)**

Ajungând la finele acestei Antologii a propriilor invenții în patru volume, autorii, în baza experienței acumulate, au încercat să scoată în evidență complexitatea lanțului creativ ce ține de dezvoltarea unei idei într-o invenție. Istoria ne arată că întreaga evoluție a civilizației umane este condiționată de gândirea umană, de ingeniozitate, de creația tehnică. Pentru a supraviețui, Omul a trebuit să inventeze în permanență. Pe parcursul evoluției societății umane, invențiile create se acumulează într-un întreg, asemenea unui bulgăre de zăpadă care rostogolindu-se, crește în greutate și ca utilitate. Cu timpul, acestea nu mai aparțin individului creator, ci vin în folosul întregii societăți umane. Primele invenții se bazau pe observații, devenind cu timpul tot mai complexe, necesitând o gândire tot mai avansată, cunoștințe tot mai profunde și multilaterale. Primele elemente ale tehnicii, primele invenții ale Omului apar încă în paleoliticul inferior. Omul primitiv, prin observații, a selectat tipurile de pietre din care făcea diferite unelte și arme. Spre deosebire de Omul de Neanderthal, care utiliza 2-3 unelte, cel din paleoliticul superior folosea deja mai mult de 20 de unelte din piatră, care erau utilizate în calitate de cuțite și de lănci. Omul trebuia în permanență să îmbunătățească tehnologiile de prelucrare a pietrei. Au fost inventate aruncătorul de săgeți și harpunul. Prima armă complexă inventată de om a fost arcul cu săgeți, care presupunea cunoașterea mai multor invenții, capacități mintale mai avansate, o experiență acumulată pe parcursul unei perioade lungi. Una din primele invenții ale omului ar fi considerată aprinderea focului prin scânteie.

Obținerea metalelor a fost o adevărată revoluție. Aceasta cerea cunoștințe mult mai vaste pentru prospectarea zăcămintelor, dobândirea și prelucrarea lor. Primele metale utilizate au fost cuprul (pentru fabricarea diverselor scule), aurul și argintul (pentru bijuterii). Sub acest aspect, un progres incontestabil au cunoscut triburile din spațiul carpato-danubian-balcanic. În mileniul IV î.Hr., în această regiune pentru prima oară au fost exploatate zăcămintele subterane. Minele de minereu atingeau adâncimea de până la 27 m. Pentru a rupe bucăți de minereu acesta minereu era încălzit, apoi era stropit cu apă, astfel în minereu se formau crăpături. În aceste crăpături se băteau pene din lemn, care erau îmbibate cu apă. În rezultatul efectului capilar, lemnul penei se umfla, generând forțe mari de desfacere, care distrugeau minereul în bucăți. Observați câte procedee complexe, care necesită o gândire avansată, erau utilizate în acest proces de dobândire a minereului! Tot atâta îndemânare

și inventivitate cereau și procedeele de topire și fabricare a uneltelor din aceste metale.

Utilizarea fierului a fost cea mai mare realizare a omenirii. Majoritatea cercetătorilor consideră că, în mileniul III î.Hr., triburile, care populau munții Armeniei în Caucaz au fost primele care au descoperit obținerea fierului prin topire din minereu. O primă relatare asupra acestui fapt este datată cu începutul mileniului II, când regele hitiților Hattushil îi scrie faraonului egiptean Ramses II despre trimiterea în Egipt a fierului. Conform unor surse de informație triburile hitiților ar fi migrat din spațiul carpato-danubian. În această perioadă, în spațiul carpato-danubian înflorea civilizația Cucuteni, care se afla la un stadiu de dezvoltare foarte înalt. Stră-strămoșii noștri cunoșteau foarte bine tehnica dobândirii fierului prin topire. Drept confirmare vin rezultatele unor cercetări recente privind analiza așa-numitelor „*cuie dacice*”, descoperite în centrul spiritual și economic al dacilor (urmasii civilizației Cucuteni), Sarmisegetusa. Analiza efectuată prin cele mai moderne metode a arătat că aceste cuie, executate în negura vremilor, sunt din fier suprapur cu conținut de 99,97% Fe fără cimentită. De asemenea, au fost descoperite lentile plate mari turnate din fier în forme de nisip. Aceste rezultate nu au fost contestate până în prezent de către savanți. Deci, migrarea tribului de hitiți (care posedau tehnologia de topire a fierului) din spațiul carpato-danubian spre Caucaz este posibilă.

În perioada următoare, în neolit, au apărut primii germeni ai agriculturii și creșterii vitelor domestice (se știe că primele animale domestice au fost oile și caprele). Unul dintre centrele agricole ar putea fi spațiul carpato-danubian, care ulterior a dat naștere cunoscutei *culturi cucuteniene*. Ceea ce pentru noi astăzi este foarte simplu, pentru omul primitiv a fost extrem de complicat. Omul primitiv a trebuit să selecționeze, prin observații îndelungate și încercări, diverse semințe care pot fi mâncate și să-i țină de foame; să constate în timp că aceste semințe, în anumite condiții, pot să încolțească și să dea alte semințe, mult mai multe; să găsească terenuri propice pentru a le însămânța și să aștepte ca recolta să crească și să se coacă. A trebuit, așadar, să învețe să scormonească pământul, inventând săpăliga rudimentară; să are mai târziu, inventând plugul (primul plug apare la sfârșitul mileniului IV î.Hr.); să semene, să secere, inventând secera; să depoziteze, inventând vasele pentru păstrarea semințelor; să macine, inventând râșnița și mai apoi morile de apă și de vânt; să coacă, inventând cuptorul; să fiarbă, să facă făină și ulterior pâine. A trebuit să-și imagineze metodele și uneltele necesare pentru toate acestea, cu alte cuvinte, ***omul a trebuit să inventeze unelte și tehnologii***.

Construirea primei case de locuit, inventarea primelor arme de vânat, a primei roți de olărit, a primei roți și, ulterior, a primului car, a primelor roți de apă și mori de vânt-un suport important pentru dezvoltarea agriculturii-, au fost invențiile care au asigurat dezvoltarea civilizației umane, progresul tehnic. Nu e om care să nu fi văzut folosindu-se sau să nu fi utilizat chiar el, cândva, o pârghie, un plan înclinat, o



roată, un troliu, un scripete. De mii de ani aceste dispozitive mecanice atât de simple sunt întrebuințate pentru diferite necesități. Mecanisme foarte răspândite, cunoscute practic de fiecare dintre noi. Cum totuși, au apărut aceste mecanisme? Cine a fost inventatorul lor?

Evoluția civilizației umane este un proces continuu de dezvoltare prin realizări tehnice, prin invenții. Astfel, începuturile civilizației au fost puse de către marii inventatori anonimi ai omenirii, care au inventat procedeul de obținere a focului și roata, care au obținut rezultate importante în selecția plantelor și a animalelor domestice. Au continuat acest proces marii cărturari și inventatori ai Antichității – Euclid, Pitagora, Arhimede cu renumitele sale invenții, utilizate la apărarea Siracuzei; Heron din Alexandria, cunoscut în istorie drept primul inventator al diverselor dispozitive, automate; Vitruviu, cunoscut drept autorul mecanicii aplicate etc. Hârtia, praful de pușcă, tehnologii de vopsire a postavurilor, diverse aparate au rămas în istorie drept invenții ale inventatorilor necunoscuți. Perioada progresului tehnic din Evul Mediu este marcată de numele marilor învățați ai timpului: uzbecul Avicena din Buhara cu descoperiri științifice importante în medicină; arabii Al Biruni cunoscute aparate mecanice și Averoes din Cordoba, italienii Jordanus Nemorarius (precursorul lui Leonardo da Vinci), Filippo Brunelleschi, neamțul Jogan Guttenberg (părintele tiparului cărților) ș.m.a. Ceasul este una dintre cele mai interesante și complicate, sub aspectul mecanicii, invenții ale Evului Mediu. Aceste invenții s-au bazat pe realizările tehnicii, mecanicii, matematicii, astronomiei. Mai târziu ele au impulsivat dezvoltarea multiplelor domenii ale tehnicii și științei. Utilizarea prafului în tunuri și în alte arme a stimulat producerea metalului în cantități tot mai mari; inventarea unor scule și dispozitive noi de prelucrare a lor; dezvoltarea balisticii, matematicii, chimiei, transportului ș.a. Inventarea compasului și modernizarea lui ulterioară a stimulat comerțul maritim și cartografia. Inventarea acestui mic aparat, cum este compasul, a revoluționat diverse domenii.

Secolele XV-XVI ale Renașterii reprezintă în istoria Europei o etapă de intens dinamism și profundă înnoire. În această perioadă apar numeroase invenții, descoperiri științifice legate de numele lui Leonardo da Vinci, Copernic, Nicolo Tartaglia, Cardan, Galilei, Agricola etc. Cea mai măreață figură a Renașterii este, fără îndoială, Leonardo da Vinci. Contribuția sa în inginerie, ca inventator, ca om de știință este uriașă. Multe dintre invențiile sale, întrecând cu mult prin originalitatea lor cerințele epocii în care a trăit, au fost realizate practic doar în secolul XX. Anemometrul (aparat de măsurat viteza vântului), areometrul, felinarul de proiectare, stereoscopul, mecanismul de ridicare și coborâre a greutatea, renumitul strung de prelucrare a lemnului cu acționare de picior, mașina-foarfece de tăiat foi de metal acționată hidraulic, mașină de găurit țevi (pentru tunuri), rotorul hidraulic cu pale curblinei, o serie de transmisii mecanice cu angrenare – toate acestea sunt doar o mică parte a invențiilor, pe lângă multimea de invenții realizate mult mai târziu.

Civilizația europeană între secolele XVI și XVIII se află într-o continuă evoluție fapt ce duce la apariția mecanicii moderne. Această epocă este dominată de figura impunătoare a lui Galileo Galilei, unul dintre cei mai mari învățați și ingineri ai timpului său. Alți reprezentanți de vază ai acestei epoci, fondatori ai mecanicii moderne, au fost Johan Kepler, Tomaso Campanella, Etienne și Blaise Pascal, René Descartes, Christian Huygens, Robert Hooke, Jacob Bernoulli. Mai târziu Leonhardo Euler, D'Alembert, M.V. Lomonosov, Charles Coulomb, Pierre-Simon Laplace, J.L. Lagrange, Lazare Carnot au pus bazele mecanicii tehnice moderne. Una dintre personalitățile mărețe ale acestei epoci și ale întregii istorii a mecanicii este Isaac Newton. Influența de realizările obținute în domeniul mecanicii o pleiadă întreagă de inventatori creează diverse invenții. În anul 1589 englezul William Li a inventat războiul de țesut cu o productivitate foarte mare. Nefiind susținut de regina Elisabeta, a fugit în Franța, unde a murit în sărăcie, iar mașina lui a fost distrusă. Unele elemente ale invenției au fost preluate de la Leonardo da Vinci. În anul 1673, Torricelli inventează barometrul. În 1657, savantul olandez Ch. Huygens a inventat ceasul cu pendul. În 1675, francezul Blaise Pascal inventează primul calculator mecanic numit pascalină. În 1760, englezul James Hargreaves inventează mașina de tors. Invenția care a impulsionat mecanizarea industriei, apariția unor noi tipuri de mașini de transportat este mașina cu aburi, istoria apariției căreia este lungă. Primul care a utilizat forța de reacție a vaporilor de apă este marele inventator din Antichitate Heron din Alexandria. Peste aproape 2000 de ani, au apărut noi invenții cu folosirea puterii vaporilor de apă: mașina cu abur inventată în 1690 de francezul Denis Papin; mașina cu abur a englezului Thomas Severri, brevetată în anul 1698; mașina cu abur, mai practică, a lui Thomas Newkomen (1705), care a cunoscut o utilizare largă în diverse domenii; mașina cu abur a inventatorului rus I. I. Polzunov (1763). Însă mașina cu abur care a revoluționat industria, a fost cea cu acțiune dublă, elaborată de englezul James Watt. Prima mașină, creată în anul 1769, a fost cu eșec, din cauza preciziei joase de prelucrare a pieselor și a neasigurării ermetizării îmbinărilor. Ulterior Watt a creat și a brevetat o serie de mașini cu abur modernizate (1774, 1777, 1780, 1782), mincă ce a culminat cu mașina cu abur cu acțiune dublă cu mișcare de rotație continuă, cu transmisie planetară și volant pentru transformarea mișcării de translație a pistoanelor în mișcare de rotație continuă, brevetată în anul 1794, care mult timp a rămas neschimbată, fiind supusă doar unor mici modificări. O serie de întreprinderi pentru producerea acestor mașini cu aburi apar în Marea Britanie, Irlanda, Germania, Franța, Belgia, Olanda, SUA, Rusia. Și astăzi mai pot fi întâlnite locomotive cu abur. Invenția lui James Watt a încununat lucrul de multe secole al savanților, inginerilor și inventatorilor din diferite țări. Invenția a fost una, într-adevăr, internațională.

Această invenție mult așteptată s-a răspândit cu mare viteză în toate domeniile industriale, în transporturile terestru și maritim, în agricultură etc. Primul tractor cu motor cu aburi pentru arat a fost creat de fermierii americani Fauler și Hovard în

anul 1855. Însă cea mai importantă utilizare industrială a motorului cu abur al lui James Watt a fost în domeniul transporturilor terestru și fluvial-maritim. Locomotivele cu abur ale lui W. Merdock (1784), P. Trevitick (1803), Murrej (1812) ș.a. s-au încununat cu cea mai performantă locomotivă cu abur a inventatorului britanic G. Stefenson construită în anul 1814. Spre 1825 el a construit deja 16 locomotive cu abur. În anul 1830 Stefenson, a construit prima cale ferată Liverpool-Manchester, cu lungimea de 45 km. Prima cale ferată în Rusia a fost construită în 1837, între or. S.Petersburg și Tzarskoe Selo, cu lungimea de 27 km. Un alt domeniu important de implementare a motorului cu abur a fost transportul fluvial-maritim. Ideea utilizării forței aburului pentru mișcarea corăbiilor îi aparține savantului francez Salomon de Co, care a scris despre aceasta în cartea sa *Cauzele forțelor motoare* (1615). Cunoscutul fizician și inventator Denis Papin a propus un proiect similar în 1708, care însă nu a fost realizat, din cauza imperfecțiunilor motorului cu abur. Spre sfârșitul secolului al XVIII-lea, asupra acestei probleme au lucrat cunoscuți inventatori ai timpului, precum J. Joffroi d'Aban (1778) și J. Perie în Franța, P. Miller și B. Sington (1778) în Anglia, D. Fitch și D. Ramsi (1787) în SUA. Însă succesul deplin în acest domeniu l-a atins doar irlandezul Robert Fulton, un foarte talentat inventator autodidact. În anul 1803 a construit în Franța vaporul său acționat de forța aburului. În 1807 Fulton construiește în SUA o nouă corabie cu numele *Klermont* comandând motorul cu abur cu puterea de 20 c.p. la firma *Bolton & Whatt*. Statele Unite, care aveau o mulțime de râuri și o insuficiență acută de drumuri terestre, împrăștiate pe un teritoriu mare, a cunoscut cea mai largă dezvoltare, acesta fiind transportul fluvial.

Secolul al XIX-lea este secolul celor mai mari invenții și realizări tehnice. Majoritatea sistemelor tehnice cunoscute astăzi au fost inventate și realizate anume în această perioadă. Dacă prima jumătate a secolului poate fi considerată „a aburului”, atunci cea de-a doua poate fi considerată, cu toată certitudinea a „motorului cu ardere internă”. Primul motor cu combustie internă a fost inventat de francezul Etienne Lenoir (1822-1900). Însă apariția, în a doua jumătate a secolului XIX, a motoarelor cu ardere internă, inventate de inginerii germani Otto, Diessel, Benz și Daimler, a generat o adevărată revoluție în mijloacele de transport. Având eficiență sporită în gabarite mici, siguranță în funcționare și alte performanțe, ele au cucerit foarte rapid dreptul de primat în acționarea automobilelor. Motorul cu ardere internă al lui G. Daimler, brevetat în Germania (brevet nr. 28022, 1883), și al lui C. Benz, brevetat în SUA (brevet nr. 316868, 1885), au impulsionat esențial apariția primelor automobile. Deja în august 1885, G. Daimler brevetează primul autovehicol din lume, numit „mijloc de transport cu motor cu gaz” (brevet nr. 36423 DE). Peste numai 5 luni (în ianuarie 1886), C. Benz brevetează în Germania „mijlocul de transport cu motor cu gaz” (brevet nr. 37435DE). Aceste invenții au revoluționat progresul tehnic. Ele au condus la apariția cunoscutului nouă mijloc de transport – a automobilelor, la apariția unui nou domeniu al transportului, cum este cel aerian, la modernizarea trans-

porturilor feroviar și fluvial-maritim prin înlocuirea motorului cu abur, la înlocuirea motoarelor cu aburi în majoritatea domeniilor industriale. De asemenea, în secolul al XIX-lea au fost inventate primele telefon, patefon, motor electric și lampă de iluminat electrică, lampacu trei electrozi a lui Edison, utilizată ulterior în primele computere și televizoare, avionul cu motor cu ardere internă etc.

Secolul celor mai mari invenții și al celui mai mare progres tehnic este, indiscutabil, cel al XX-lea. Este secolul aviației reactive, al zborurilor cosmice, al submarinelor, al telefoniei, radioului, televiziunii, al tranzistorului și circuitelor integrate, care au revoluționat domeniul calculatoarelor, al celor mai mari realizări în domeniul fizicii, chimiei, medicinei, și, în sfârșit, al Internetului – aceasta fiind poate, cea mai mare invenție a secolului trecut și dezvoltată în sec. XXI. Contribuția inventatorilor români este indiscutabilă și recunoscută la nivel mondial. Anri Coandă a intrat în istoria științei și tehnicii a secolului XX cu primul avion cu reacție demonstrat la aerosalonul Le Borget, Paris, Franța și efectul descoperit, care-i poartă numele, și care a impulsionat dezvoltarea tehnicii turboreactive.

Marele inventator Gogu Constantinescu cu cele 317 invenții a intrat în numărul a 16 celor mai mari savanți ai epocii, fiind plasat de revista britanică *The Graphic* pe locul 7 după Einstein, Kelvin, Graham Bell, Edison, Lister, Oliver Lodge, urmat de Marconi, Marie Curie, E. Rutheford ș.a. La doar 26 de ani devine cel mai tânăr director tehnic la *British Aerospace*, la Bristol. Inventează celebrul sistem de tir sincron printre paletele elicei de avion, cu care au fost echipate peste 40000 de avioane britanice în primul război mondial. Meritul său internațional îl constituie cunoscuta teorie a sonicității, elaborată în anul 1916, care a avut ample aplicații practice. În acest domeniu el a brevetat peste 120 de invenții. În continuare se prezintă o scurtă enumerare în ordine cronologică a celor mai importante invenții ale Secolului XX.

Herman Oberth, născut la Sighișoara, Sibiu, de origine neamț, este unul dintre părinții astronauticii mondiale alături de savantul rus de origine poloneză K. E. Tziolkovskij și americanul Robert Goddard.

În continuare sunt enumerate, în ordine cronologică, cele mai importante invenții ale secolului XX.

### **1901**

Americanul Rubel inventează procedeul imprimării ofset.

Americanul Fischer inventează prima mașină electrică de spălat lenjeria.

Omul de afaceri și inventatorul american, King Camp Gillette inventează lama de ras.

### **1902**

Englezul Lanchester inventează frâna cu disc.

Construirea primului zgârie-nori din New York, *Flat Iron Building*.

**1903**

Americanul Beidler inventează fotocopiatorul.

**1904**

Profesorul munchenez Arthur Korn reușește prima transmisie telegrafică a imaginilor.

Prima încercare a unui tractor pe șenile la Stockton, California.

**1905**

Francezul Paul de Vivie concepe primul schimbător de viteze pentru bicicletă.

**1906**

Americanul Coolidge inventează lampa cu fir de wolfram.

Crearea semnalului de pericol SOS („*save our souls*”), care înlocuiește COD („*come quick danger*”), de către Marconi.

Scoțianul J. Dewar inventează termosul.

**1908**

Americanul Firestone inventează pneurile antiderapante.

**1909**

Francezul Benedictus inventează sticla *Triplex*.

**1910**

Francezul G. Claude inventează tubul cu neon.

Austriacul Kaplan inventează turbina cu elice.

Românul Henri Coandă inventează și construiește primul avion cu motor cu reacție.

**1913**

Francezul Froi Dure inventează parașuta pătrată, pentru salturi de precizie.

Apariția primului frigider casnic, *Domelre*, fabricat la Chicago.

**1914**

Fondarea companiei IGM în SUA, pentru exploatarea invenției lui Hollerith cu cartele perforate(1880).

Englezul Swinton inventează un car de luptă.

Primul semafor electric în Cleveland.

**1915**

Italianul Villa-Perosa inventează mitraliera.

Astronomul american P. Lowell descoperă prin calcul planeta Pluton (care va fi văzută abia în 1930).

**1917**

Americanul H. Kalmus inventează cinematografia în culori.

Prima înregistrare cu muzică jaz, la New York.

Americanul Schick inventează aparatul electric de ras, cu lamă oscilantă.

**1918**

Americanul Donald Jones realizează primii hibridi de porumb.

**1919**

Tratatul de la Versailles prevede (printre altele) ca națiunile să aibă dreptul de a exploata *aspirina*, inventată de Felix Hoffman la laboratoarele Bazer sub, acest nume.

**1920**

Englezul Griffith inventează turbopropulsorul.

Americanul Samuel Waters inventează stereofonia.

**1921**

Americanul R. Drew inventează banda adezivă.

Producerea în masă în SUA a aparatelor de radio.

**1922**

Americanii Taylor și Zoung inventează radarul.

Hydroavionul *Lusitania*, avându-i la bord pe portughezii Cabral și Coutinho reușește prima traversare aeriană a Atlanticului de Sud.

Americanul G. Forst instalează primul radio de mașină într-un *Ford*.

**1923**

Apar în Anglia aparatele acustice pentru cei cu deficiențe auditive.

Lansarea primului portavion, britanicul *Hermes*.

Francezul Barnay inventează cadranul telefonic cu impulsuri, permițând astfel legătura dintre abonați.

**1924**

În SUA apare prima cameră TV practică .

Francezul Le Prieur inventează scafandrul autonom.

**1925**

Americanul Armstrong inventează modularea de frecvență pentru radio.

Apariția electrofonului în SUA.

Louis Armstrong înregistrează primele discuri alături de formația *Hot Five*.

**1926**

Heisenberg descoperă structura nucleului atomului, cu protoni și neutroni.  
Americanul Goddard testează prima rachetă.  
În Statele Unite ale Americii este inventat prăjitorul de pâine.

**1927**

Demonstrarea în public a TV în SUA.  
Prima comunicație telefonică între Londra și New York.

**1928**

Maghiarul Szent-Gyorgyi descoperă vitamina C.

**1929**

Laboratorul *Bell* dezvoltă sistemul TV color.  
Apariția primului calculator analog, SUA.

**1930**

În Germania este inventată lampa-flash.

**1932**

Germanii Knoll și Ruska inventează microscopul electronic.

**1933**

Elvețianul Muller pune la punct fabricarea DDT-ului.

**1934**

Spălătoriile automate sunt deschise publicului în Statele Unite ale Americii.

**1935**

Apariția primului dispozitiv de citire electronic *IBM*, SUA.  
Francezul Jules Fagard inventează stiloul cu cartuș de cerneală.  
În SUA apare filmul în culori *Kodachrome*.

**1936**

Italianii Certelli și Bini experimentează electroșocul pe creierul uman.

**1937**

Americanul H. Dumpty inventează căruciorul pentru supermagazine.

**1938**

Italianul Chiaserine inventează masajul cardiac.  
În SUA este comercializat primul produs fabricat din nylon: o periuță de dinți.

**1939**

Americanul Ph. Levine descoperă factorul Rhesus în sânge.

În Statele Unite ale Americii apar alimentele prefabricate, congelate și mașinile cu transmisie automată.

În Statele Unite ale Americii este brevetată mașina de spălat vase.

Francezul Martin inventează diafragma automată pentru aparatul foto, o celulă fotoelectrică ce reglează deschiderea în funcție de lumină.

#### 1940

Germanii inventează rachetele aer – apă și mina acustică.

În Canada este inventat ruloul pentru vopsit.

Americanul Hubble instalează marele telescop de la Observatorul Palomar *California*.

Apariția proiectului *Manhattan*, de studii pentru construirea unei bombe atomice americane.

Americanii Seeborg și McMillan descoperă plutoniul.

#### 1941

Firma germană Heinkel inventează scaunul ejectabil de avion.

#### 1942

În Statele Unite ale Americii este inventat napalmul.

Americanii inventează bazooka – aruncătorul portativ de grenade antitanc..

#### 1943

Sovieticii inventează cocktailul *Molotov*.

Americanul Land inventează hârtia *Polaroid*.

Olandezul Kolff inventează rinichiul artificial.

#### 1944

Compania IBM începe fabricarea marilor mașini de calcul.

Se pune în funcțiune, în Germania, primul avion de vânătoare cu reacție.

Americanii Avery, McLeod și Mc-Carthy descoperă ADN-ul.

#### 1945

Americanul P. le baron Spencer inventează cuptorul cu microunde.

Nenumărate secrete științifice, industriale și militare sunt descoperite în Germania, după ocuparea ei: aparate cu infraroșu pentru cercetările de noapte, pasteurizarea laptelui prin raze ultraviolete, conservarea alimentelor, salvarea persoanelor bolnave prin congelare, plasma sangvină sintetică, oxidarea adrenalinei, insecticidele etc.

#### 1946

Construirea primului sincrofazon în Statele Unite ale Americii.



Punerea în funcțiune a primului calculator electronic, *Eniac*, la Universitatea Pennsylvania, SUA.

Inventarea primului telefon mobil în SUA.

#### 1947

Americanul K. Tuchy inventează lentilele de contact, din material plastic.

Americanul Goldmark inventează discul de vinil cu 33 de rotații.

Americanul Wiener inventează cibernetica.

Americanii John Bardeen și Walter Brattain inventează tranzistorul.

#### 1948

Americanul Brunot brevetează jocul *Scrabble*.

Construirea primului batiscaf, *FNR-2*, de către elvețianul Auguste Piccard.

Apariția primului sistem TV prin cablu, SUA.

#### 1950

Prima mașină cu comandă numerică, în SUA.

Americanul R. Schelder inventează cartea de credit.

Prima grefă de rinichi. Pacienta Ruth Tucker a supraviețuit încă cinci ani.

#### 1951

Americanul William Shockley pune la punct tranzistorul cu joncțiune, baza pentru viitoarele computere.

Lansarea procedurii *Eastmancolor* (cinematografia în culori) de către Eastman Kodak.

Societatea Franceză de Optică și Mecanică inventează obiectivul cu distanță focală variabilă (zoom).

În SUA apare televiziunea în culori.

Francezul Lallemand Duchene inventează un telescop electronic fotografic.

#### 1952

Americanii Chardack și Creatbach inventează stimulatorul cardiac (*Peacemaker*).

Prima transplantare reușită a unei proteze sintetice, din plexiglas.

#### 1953

Twentie Century Fox lansează primul film în cinemascop, *Tunica*, de Henri Koster, cu Richard Burton.

#### 1954

Firma americană *Bell* inventează bateria solară.

Primul vaccin contra poliomielitei, descoperit de americanul Salk.

**1955**

Apariția primului computer și a aparatului de radio cu tranzistori, SUA.

Americanul Leskell inventează ecografia.

**1956**

Americanul John Backus definește *Fortran*, primul limbaj evoluat de programare.

Americanii Tijo și Levan descoperă numărul cromozomilor din carotipul uman.

**1957**

Sovieticii lansează primul satelit artificial al Pământului.

Prima grefă reușită de măduvă osoasă, efectuată de francezul Georges Mathe.

Descoperirea somnului paradoxal (fazele activității intense a creierului în cursul somnului).

**1958**

Americanul Jack Kilby demonstrează primul circuit integrat.

Firma americană *Ampex* prezintă primul magnetoscop în culori.

Crearea cărții de credit *American Express*.

Lansarea primului satelit american *Explorer I*.

În SUA este creată NASA.

**1959**

Pentru prima dată, o sondă sovietică „*Lunik II*”, ajunge pe lună.

Lansarea sondei *Lunik III*, care va transmite primele imagini de pe fața ascunsă a Lunii.

**1960**

SUA lansează primul satelit meteorologic, *Tiros I*.

Sovieticii recuperează capsula navetă spațială *Sputnic 5*, cu câinii Strelka și Belka nevătămați.

**1961**

Sovieticul Iuri Gagarin este primul om care, la bordul navei spațiale *Vostok*, zboară în spațiul cosmic.

Americanii lansează, de la Cap Canaveral, un cimpanzeu într-o capsulă spațială și-l recuperează din Atlantic.

**1962**

Sonda americană *Mariner 2* survolează planeta Venus.

În SUA este comercializat primul robot industrial.

URSS testează bomba *super 3F* (fisiune- fuziune-fisiune), cu o putere de 100 Mt, cea mai puternică fabricată vreodată.

Francezii Bertin și Guienne depun brevetul aerotrenului pe pernă de aer.

### 1963

În Olanda, firma *Philips* începe să comercializeze casetele audio.

În SUA se folosește pentru prima dată o inimă artificială în cursul unei operații.

Polono-americanul L. Sternbach sintetizează *diazepamul* – un tranchilizant vândut sub numele de valium.

### 1964

Inventarea rachetei *Laser* în SUA.

Cehul Wichterle inventează lentila de contact suplă, hidrofilă.

### 1965

Primul zbor reușit, pe Marte, al sondei americane *Mariner 4*.

Cosmonautul sovietic, Alexei Leonov pășește în spațiul cosmic pentru prima dată. Este urmat de astronautul american Edward White.

Americanii Gordon Cooper și Charles Conrad, la bordul capsulei *Gemini 5*, stabilesc recordul unei săptămâni de stat în spațiu.

### 1966

Sonda sovietică *Luna 9* aterizează pe Lună. La 2 iunie, sonda americană *Surveyor 1* va reuși același lucru.

Sonda sovietică *Venus 3*, lansată în 16 noiembrie 1965, este primul modul spațial care ajunge pe Venus.

### 1967

Americanii Goulian, Sinsheimer și Cornberg reușesc să sintetizeze o secvență ADN biologic activă.

Prima operație de transplant de inimă, în Africa de Sud, efectuată de profesorul Christian Barnard.

### 1968

Englezii Hounsfield și Ambrose inventează scannerul, care nu va deveni utilizabil decât în anul 1971.

### 1969

Astronautul american Neil Armstrong este primul om care pășește pe Lună.

Firma elvețiană *Longines* și cea japoneză *Seiko* comercializează primele ceasuri cu cuarț (inventate de Lip, care nu și-a putut exploata invenția).

**1970**

Apar videocasetele, în SUA.

Japonezii fabrică calculatorul de buzunar.

**1971**

Americanii Blumberg și Millman descoperă un vaccin contra hepatitei B.

Americanul R. Damadian folosește rezonanța magnetică nucleară (RMN) pentru explorarea corpului uman, mai ales pentru detectarea tumorilor.

**1972**

Este pusă în funcțiune cea mai mare centrală hidroelectrică din lume, de la Labrador, Canada, cu o putere de 35.000 MWh.

Americanul D. Kilbourne inventează deltaplanul.

Firma americană *Corning Glassworks* realizează primele fibre optice.

**1973**

În SUA, apare fotocopiatorul în culori.

Grație laserului, cercetătorii de la *National Bureau of Standards* (SUA) calculează cu precizie viteza luminii: ea este de 299.792,57 km/sec.

**1974**

Apariția calculatorului programabil de buzunar, SUA.

Inaugurarea celui mai înalt imobil din lume, *Sears Towers*, la Chicago: 443 m, 110 etaje, 103 ascensoare, 16 mii de ferestre.

În Etiopia, francezii Ives Coppens și Maurice Taieb și americanul Donald Johanson descoperă australopitecul *Lucy* (3 mln de ani), considerat o vreme „mama” umanității.

**1975**

Italianul Matthiaie descoperă, în ruinele orașului Ebla (Tele-Mardikh, în Siria), 16.000 de tăblițe de argilă, reprezentând cea mai mare bibliotecă a mileniului III î.H. ce conținea tratate, rapoarte comerciale, cronici istorice.

Francezul Philippe Maupas pune inventează vaccinul contra hepatitei B.

Prima întâlnire în spațiu între cosmonauții sovietici și cei americani, prin cuplarea reușită a capsulelor *Soiuz 15* și *Apollo*.

**1976**

Irakianul Taha Baqir, cel care a descoperit orașul Tel Harmal, în apropierea Bagdadului, demonstrează prin documente că acest oraș babilonian avea, cu 18 secole înainte de Euclid, cunoștințe de matematică (tabele, calcul de rădă-

cini pătrate și cubice, pi, ecuații algebrice), de drept (cod legislativ anterior cu două secole celui al lui Hamurabi).

Pe Marte aterizează 2 sonde americane *Viking*.

**1978**

Inginerii Firmei japoneze *Sony* inventează casetofonul portabil *Walkman*

În SUA este fabricat primul telefon celular.

**1979**

Firma americană *IBM* inventează imprimanta cu jet de cerneală.

Ungurul Erno Rubik inventează celebrul joc *Cubul Rubik*.

Firmele *Philips* și *Sony* depun un brevet comun privind *Compact discul*, implicând înregistrarea numerică a curentului și lectura optică prin laser.

**1980**

Prima intervenție a ingineriei genetice asupra oamenilor: americanul Cline manipulează pe voluntari genele umane, pentru corectarea unei malformații genetice.

**1982**

Firma japoneză *Sony* pune la punct camera de filmat *Betacam*, cu magnetoscop incorporat, numită *Handicam*.

Inaugurarea celui mai mare baraj din lume, la Itaipu, pe Panama, între Brazilia și Paraguay. El va alimenta uzina electrică, cea mai puternică din lume, producând 75 mlrd de kW, 1988.

**1983**

În SUA este produs primul laptop *TRS-80*.

Este creat sistemul american de telefonie celulară.

Se identifică virusul HIV, responsabil de boala secolului, SIDA.

**1985**

Americanul Harrison, din San Francisco, operează un fetus de 26 de săptămâni, scoțându-l parțial din uter, pentru a-l introduce înapoi după operația ce l-a salvat. Este prima intervenție asupra unui embrion înainte de naștere.

Americanul Bell, din Boston, în colaborare cu francezii Touraine și Duberter, reușește să fabrice piele umană completă, asociind derma cu epiderma, pentru tratamentul arsurilor și psoriazisului.

**1986**

Britanicul Willetson reușește clonarea unei oi, prin transferul nucleului între celulă și oul fecundat.

Americanii G. Nathaus și D. Hogness descoperă și izolează genele homeotice și codează vederea în culori la om. Ei explică astfel daltonismul și alte dicromatismе.

Stația *Mir* este instalată pe orbită, aceasta fiind prima stația orbitală locuită în permanență.

Japonezii Hideomori și Rihachi Llisuka inventează o metodă pentru separarea cromozomilor X și Y din spermatozoizi, pentru a se putea alege sexul copiilor.

Fizicienii anunță că pătura de ozon, care protejează Terra de razele ultraviolete, are o întrerupere, o gaură, deasupra Antarcticii. Pentru a proteja acest strat, Danemarca propune interzicerea freonului.

### **1987**

Măsurătorile făcute de sateliți arată că vârful *K2* din Himalaia are 8884 m (cu 273 m mai mult decât se credea). *K2* depășește, deci, Everestul cu 36 de metri.

Firmele *Philips* și *Polygram* prezintă videodiscul compact.

### **1989**

Japonezul Fujimasa crează un robot de un milimetru, echipat cu un micromotor, care se poate deplasa în interiorul vaselor sangvine pentru a trata anumite leziuni.

### **1990**

Telescopul spațial *Hubble* este instalat pe orbită.

### **1992**

Se stabilește prima hartă a unui cromozom uman întreg: cromozomul 2.

### **1994**

Descoperirea grotii Chauvet, unde se află cele mai vechi picturi rupestre din lume (30000 de ani î.H).

*Explozia* rețelei Internet.

### **1995**

Descoperirea australopitecului *Abel* vechi de 3-3.5 mln de ani, în deșert.

Cel mai puternic computer poate realiza 100 de miliarde de operații pe secundă.

### **1996**

Nașterea lui Dolly, prima oaie clonată, pornind de la un animal adult.

Premiera aparține Institutului *Roslin* din Edinburgh. Dolly a născut pe 23 aprilie, 1998, un miel pe nume Bonnie.

### **1998**

Descoperirea unei gigantice *uzine de vapori de apă* în spațiul interstelar. Aceasta ar putea umple în 24 de ore de 60 de ori toate oceanele terestre.

### **1999**

Românul Eugen Pavel inventează hiper CD-ROM-ul de 10.000 Giga Bytes.

### **2000**

Prima mașină cuantică – un dispozitiv care se mișcă în funcție de legile care guvernează lumea subatomică – inventată de către o echipă de cercetători de la Universitatea din California, SUA.

În baza unei scurte analize poate fi făcută distincția a 3 domenii în secolul XX, care au avut cea mai dinamică și fabuloasă dezvoltare, cel mai mare impact social – al electricității, electronicii și informaticii.

**Era electricității.** Istoria comunicațiilor s-a început din momentul când omul a dorit să le aibă și să le utilizeze. În anii 20 și 30 acesta a fost radioul, care devenise o parte importantă a culturii SUA. La sfârșitul anului 1939, aproximativ 80% de oameni aveau radio în casă, și numai 36% - telefon. Puțin mai mult de 10 ani mai apoi s-a început producerea în masă a televizoarelor. La sfârșitul anului 1957, 80% din casele americanilor aveau televizoare, comparativ cu aproximativ 76% care erau telefonizate. Radioul era de găsit în 96% de case. Televiziunea prin cablu a apărut în SUA în anul 1948 iar la sfârșitul anilor 50 televiziunea în color devenise o obsesie a americanilor. Înregistrările video casnice au fost implementate, începând cu anul 1965. În următorii 19 ani 91% din casele americanilor aveau televizoare color.

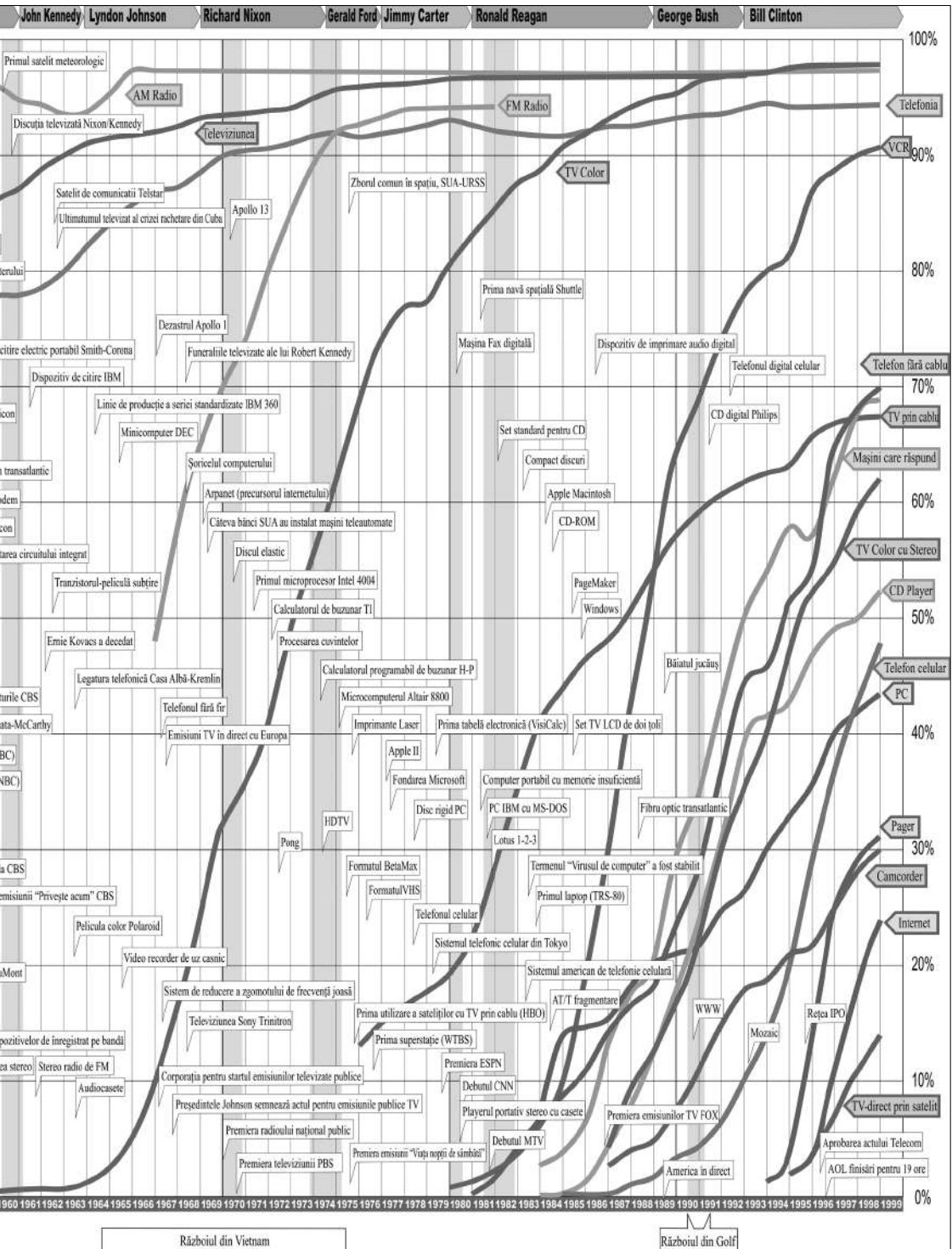
**Era electronicii.** În anii 1940 a apărut o nouă tehnologie, cea a computerelor. Una dintre cele mai semnificative inovații a fost Integratorul și Calculatorul Numeric Electronic (ENIAC). ENIAC era de 1000 de ori mai rapid decât cele electromecanice. În anii 1950 alte invenții precum tranzistorul din siliciu, cipul din siliciu și circuitele integrate au făcut computerul mai mic, mai performant.

**Era informaticii.** În anii 60 și 70 ai secolului trecut dezvoltarea calculatoarelor a fost extrem de accelerată. În 1964 IBM vine pe piață cu computerul său 360. Primul computer casnic Altair 8800 a apărut în anul 1975. În anii 80 alte produse ca Apple, Macintosh, CD-ROM, Laptopul și Windowsul au revoluționat industria. În anul 1998 aproximativ 43% din casele americanilor erau computerizate și conectate la rețeaua Internet. Alte produse performante apărute pe piață sunt Pagerul (1% în anul 1993 și 31% în 1998) și celularul (1% în anul 1987 și 48% în 1998).

Drept confirmare a celor spuse mai sus în figura ce urmează este prezentată istoria tehnologiilor de comunicații din SUA.







## Lucrări științifice publicate de autori în perioada 1981-2011

Pentru proiectarea transmisiilor planetare precesionale cu destinație generală sau specială și a sistemelor de acționare în baza lor, este necesară efectuarea, în prealabil, a analizei tuturor structurilor cinematice elaborate de autori, a particularităților constructiv-cinematice ale angrenajelor precesionale, a parametrilor funcționali care ar fi asigurați de fiecare structură constructivă în parte. Numai în acest caz proiectantul poate selecta corect structura cinematică a TPP, prin care ar fi realizate la maxim avantajele cinematice, funcționale și tehnico-economice ale produsului final.

În scopul facilitării studiului TPP cât și a procesului de proiectare autorii pun la dispoziția inginerilor proiectanți și tehnologi întreaga listă a publicațiilor în domeniu.

### Manuale, monografii

1. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V. *Planetarny'e precessionny'eperedachi*: [monogr.]. Ch.: Știința, 1987. 156 p.
2. BOSTAN, I. *Zaceplenie dlya precessionny'x peredach*: [monogr.]. Ch.: Știința, 1988. 132 p.
3. BOSTAN, I. *Precessionny'e peredachi s mnogoparny'm zacepleniem*: [monogr.]. Ch.: Știința, 1991. 355 p.
4. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A. *Sisteme de conversie a energiilor regenerabile*. Ch.: Ed. „Tehnica-Info” SRL, 2007. 592 p. ISBN 978-9975-63-076-4.
5. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; BABAIAŢ, I. *Antologia invențiilor. Volumul 1. Transmisii planetare precesionale: sinteze structurale, teoria angrenării, cinematica, dinamica, calculul de rezistență, descrieri de invenție*. Ch.: Ed. Bons Offices, 2011. 593 p. ISBN 978-9975-4100-9-0-4.
6. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Antologia invențiilor. Volumul 2. Transmisii planetare precesionale: teoria generării angrenajelor precesionale, control dimensional, proiectare computerizată, aplicații industriale, descrieri de invenții*. Ch.: Ed. Bons Offices, 2011. 537 p. ISBN 978-9975-4100-9-0-4.
7. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; CIUPERCĂ, R. *Antologia invențiilor. Volumul 3. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile: fundamente teoretice, concepte constructive, aspecte tehnologice, descrieri de invenții*. Ch.: Ed. Bons Offices, 2009. 458 p. ISBN 978-9975-63-078-4.
8. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; M. ȚOPA, I. BODNARIUC, I. DICUSARĂ, N. TRIFAN, R. CIOBANU, O., CIOBANU, I.U. MALCOCI, V. ODAINĂI. *Antologia invențiilor. Volumul 4*.

- Transmisii planetare precesionale cinematice: concepte tehnologice de generare a angrenajelor, cercetări experimentale, aplicații industriale, descrieri de invenții.* Ch.: Ed. Bons Offices, 2011. 578 p. ISBN 978-9975-4100-9-0-4.
9. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GRIGORAȘ, S. *Transmisii planetare, precesionale și armonice: [atlas].* București: Ed. Tehnică; Ch.: Tehnica, 1997. 195 p. ISBN 973-31-1069-8.
  10. GAFIȚANU, M.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. ș.a. *Organe de mașini.* Vol. 1. București: Ed. Tehnică, 1999. 336 p. ISBN 973-31-1400-6.
  11. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOBOC, V.; VACULENCO, M.; TOCA, A. *Proiectarea asistată de calculator în construcția de mașini: [man. pentru studenți].* Ch.: Tehnica-Info, 2001. 205 p. ISBN 9975-63-076-6.
  12. GAFIȚANU, M.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. ș.a. *Organe de mașini.* Vol. 2. București: Ed. Tehnică, 2002. 384 p. ISBN 973-31-1400-6.
  13. BOSTAN, I.; MOLDOVEAN, G.; JULA, A.; CHIȘU, E. *Proiectarea arborilor drepecți din transmisii.* Brașov: Universitatea "Transilvania", 1995. 180 p.
  14. BOSTAN, I.; OPREA, A. *Bazele proiectării mașinilor: îndrumar de proiectare.* Ch.; Tehnica-Info, 2000. 320 p.
  15. DULGHERU, V.; TOFAN, I. *Principiile creației inginerești: manual.* Red. I. A. BOSTAN. Ch.: Știința, 1993. 143 p. ISBN 5-376-01576-9.
  16. CANTEMIR, L.; DULGHERU, V.; CARCEA, M. *Inventica practică: manual.* Red. I. BOSTAN. Ch.: AGEPI, 1999. 268 p. ISBN 9975-9536-9-7.
  17. DULGHERU, V.; OPREA, A.; POȘTARU, GH.; MUSTEAȚĂ, A. *Mecanica aplicată.* Ch.: Tehnica, 1999. 282 p. ISBN 9975-910-65-3.
  18. DULGHERU, V.; CANTEMIR, L.; CARCEA, M. *Manual de creativitate.* Ch.: Tehnica-Info, 2000. 256 p. ISBN 9975-63-06-4.
  19. CANTEMIR, L.; DULGHERU, V.; CARCEA, M. *Creativitate tehnică: ghid practic.* Ch.: U.T.M., 2005. 180 p. ISBN 9975-63-06-5.
  20. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Din istoria tehnicii.* Ch.: U.T.M., 2007. 196 p. ISBN 973-31-1400-8.
  21. CANTEMIR, L.; NIȚUCĂ C.; CARCEA, M.; DULGHERU, V.; IFTIMIE, N. M. *Inițiere în Creativitate Tehnică.* Ch.: Tehnica-Info, 2008. 282 p.
  22. DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R.; BODNARIUC, I.; DICUSARĂ, I. *Mecanica Aplicată: îndrumar de proiectare.* Ch.: Tehnica-Info, 2008. 296 p. ISBN 978-9975-63-074-0
  23. DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R.; BODNARIUC, I.; DICUSARĂ, I. *Mecanica Aplicată: îndrumar de proiectare.* Ch.: U.T.M., 2009, 308 p. ISBN 978-9975-45-105-5.
  24. BOSTAN, I.; GHEORGHE, A.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I. *Conversion of Renewable Kinetic Energy of Water: synthesis, Theoretical Modeling, and Experimental Evaluation.* Energy Security: International and Lo-

- cal Issues, Theoretical Perspectives, and Critical Energy Infrastructures (NATO Science for Peace and Security Series - C: Environmental Security). Published by Springer, p. 125-177. ISBN 978-94-007-0718-4
25. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Inventions as Promoters of Scientific and Technical Progress. NATO Advanced Research Workshop*. In: The New Role of the Academies of Sciences in the Balcan Countries. Science an technology Policy. Vol. 16. Dordrecht; Boston; London: Published by Kluwer Academic Publishers, 1996, p. 171-182. ISBN 0-7923-4773-0
  26. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Helical turbine for wind gears and micro-hydropower stations*. In: Product Engineering: Eco – Design, Technologies and Green Energy. Netherlands: Published by Springer, p. 519-528. ISBN 1-4020-2932-2.
  27. BOSTAN, V.; HAN, W. *Adaptive finite element solution of variational inequalities with application in contact problems, Advances in Applied Mathematics and Global Optimization*. In: Honor of Gilbert Strang, Series: Advances in Mechanics and Mathematics, Vol. 17. GAO, DAVID Y.; SHERALI, HANIF D. (Eds.), Springer, 2009, p.25-106.
  28. BOSTAN, V.; HAN, W. *A posteriori error analysis for finite element solutions of a frictional contact problem, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*. 2006, Vol. 195, Issues 9-12, February, p. 1252-1274.
  29. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A. *Valorificarea surseilor regenerabile de energie*. In: ENERGI VI: Energie, Mediu, Economie, Resurse, Globalizare. București: Ed. AGIR, p. 152-205. ISBN 978-973-720-263-5.
  30. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *A helical turbine system for wind and hydraulic energy conversion*. In: Annual Congress of the American Romanian Academy of Arts and Science: proceedings of the 28-th ARA, University of Târgu Jiu, 3-8 june 2003. Vol. II. Montreal; Quebec: Polytechnic International Press, p. 637-640. ISBN 2-253-01137-7
  31. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Contributions to the elaboration of fabrication technologies for small-sized wheels with non-standard profile of teeth*. In: Pro-Active cartnership in creativity for the Next Generation: proceedings of the 31<sup>st</sup> ARA Congress. Montreal; Quebec; Braşov: Polytechnic International Press, 2007, p. 63-66.
  32. BOSTAN, I.; BOSTAN, V.; DULGHERU, V. *Numerical simulation of the fluid flow interaction with hydrodynamic profile of blades of the rotor of micro-hydropower station for river kinetic energy conversion*. In: Pro-Active Partnership in Creativity for the Next Generation: proceedings of the 31<sup>st</sup> ARA Congress. Montreal; Quebec; Braşov: Polytechnic International Press, 2007, p. 59-62.
  33. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Renewable energy conversion systems – one of basic element for sustenable development of society*. In: Pro-Active Partnership in Cre-

- ativity for the Next Generation: proceedings of the 32<sup>st</sup> ARA Congress. Montreal; Quebec; Sibiu: Polytechnic International Press, 2009, p. 78-82.
34. JULA, A.; MOGAN, GH.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. ș.a. *ECOMECA – ECO- inginerie MECANica*: monogr. Brașov: Ed. Univ. Transilvania Brașov, 2006 (pe CD). 34 p.
35. BOSTAN, I.; GERU, I.; CANȚER, V.; DOROGAN, V.; SECRIERU, V.; MUNTEANU, E.; BALICA, Ș.; RUSU, S.; PODBORSCHI, V.; NASTASENCO, V.; BOSTAN, V.; TRACI, M.; LIUNENCO, IU.; VACULENCO, M.; SOCHIREANU, A.; CIOBANU, O. ; VENGHER, D.; TRIFAN, I. DICUSARĂ, N.; ODAINĂI, V.; BOICO, A.; BĂRLĂDEANU, O.; COLESNIC, IU.; COCOȘ, N. *Sistem of determination and compensation of loses in Foucault Pendulum*. In: Transactions on metrology and analytical methods of research. Ed. by Geru I. ASM, 2010, p. 8-19.
36. DULGHERU, V.; PLĂCINTĂ, E.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O. *Inventatorii Universității Tehnice a Moldovei: Bibliografia invențiilor, 1964-2004*. Red. resp. VALERIU DULGHERU. Ch.: U.T.M., 2004. 447 p. ISBN N9975-9820-8-5.
37. DULGHERU, V.; PLĂCINTĂ, E.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O. *Inventatorii Facultății de Mecanică: Bibliografia invențiilor, 1964-2004*. Ch.: U.T.M., 2004. 110 p. ISBN 9975-9820-8-5.
38. DULGHERU, V.; PLĂCINTĂ, E.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O. *Inventatori și cercetători ai catedrei Teoria Mecanismelor și Organe de Mașini: Bibliografia invențiilor și lucrărilor științifice, 1964-2004*. Ch.: U.T.M., 2004. 56 p. ISBN 9975-9820-8-5.

### Lucrări științifice publicate în reviste naționale și internaționale

39. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C. *Zaceplenie precessionnoj peredachi s nestandardny'm pryamolinejny'm profilem zub'ev*: dep. VINITI, nr. 741-M. In: Deponirovanny'e nauchny'e raboty'. 1983, nr. 3, p. 15.
40. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C. *Raschet zacepleniya s nestandardny'm pryamolinejny'm profilem zub'ev*: dep. VINITI, nr. 742-M. In: Deponirovanny'e. nauchny'e raboty'. 1983, nr. 3, p. 15.
41. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *E'lektromexanicheskij privod k manipulyatoru dlya raboty' v e'kstremal'ny'x usloviyax*. In: Sostoyanie, opy't i napravleniya rabot po kompleksnoj avtomatizacii proizvodstva na osnove gibkix avtomatizirovanny'x proizvodstv, robototexnicheskix kompleksov i promy'slenny'x robotov: tez. dokl. k obl. seminaru, 26-27 marta 1984. Penza, 1984, p. 8-9.
42. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Kinematicheskaya tochnost' ispolnitel'nogo privoda promy'shlennogo robota na baze planetarnoj precessionnoj peredachi*. In: Sostoyanie, opy't i napravleniya rabot po kompleksnoj avtomatizacii proizvodstva na osnove gibkix avtomatizirovanny'x proizvodstv, robototexnicheskix

- kompleksov i promy'shlenny'x robotov: tez. dokl. k obl. seminaru, 26-27 marta 1984. Penza, 1984, p. 31-32.
43. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Perspektivy' primeneniya precessionny'x peredach v ispolnitel'ny'x privodax promy'shlenny'x robotov*. In: III Vsesoyuznoe soveshhanie po robototexnicheskim sistemam: tez. dokl. Chast' II. Voronezh, 1984, p. 104-105.
  44. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Perspektivny'j ispolnitel'nyj privod dlya promy'shlenny'x robotov*. In: Sostoyanie, opy't i napravleniya rabot po kompleksnoj avtomatizacii proizvodstva na osnove gibkix avtomatizirovanny'x proizvodstv, robototexnicheskix kompleksov i promy'shlenny'x robotov: tez. dokl. k obl. seminaru, 26-27 marta 1984. Penza, 1984, p. 69-70.
  45. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; OPREA, A. *Ispolnitel'nyj privod dlya tyazhelo-nagruzhenny'x promy'shlenny'x robotov*. In: *Primenenie promy'shlenny'x robotov v narodnom hozyajstve kraja: materialy' nauch.-tehn. konf.* Habarovsk, 1984, p. 93-94.
  46. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; BABAIAN, I.; DULGHERU, V. *Privod k promy'shlennomu robotu s vy'sokotochny'm pozicionirovaniem dlya sborki izdelij iz mikroprovoda*. In: *Primenenie promy'shlenny'x robotov v narodnom hozyajstve kraja: materialy' nauch.-tehn. konf.* Habarovsk, 1984, p. 93-94.
  47. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Precessionnaya germetichnaya peredacha*. In: *Uchyony'e vy'sshix uchebny'x zavedenij Moldavii - narodnomu hozyajstvu*. Ch., 1985, p. 26.
  48. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Precessionnaya sharovintovaya germeticheskaya peredacha*. In: *Uchyony'e vy'sshix uchebny'x zavedenij Moldavii - narodnomu hozyajstvu*. Ch., 1985, p. 29-30.
  49. BOSTAN, I.; BABAIAN, I. *E'lektromexanicheskij modul' promy'shlennogo robota na baze precessionnoj peredachi*. In: *Sostoyanie i perspektivy' razvitiya avtomatizacii proizvodstvenny'x processov v mashinostroenii MSSR: tez. dokl. republ. seminaru*. Ch., 1985, p. 55-56.
  50. BOSTAN, I.; BABAIAN, I. *Issledovanie kachestvenny'x xarakteristik precessionnogo reduktora*. In: *Proektirovanie i tehnologiya optiko-mexanicheskix i e'lektronno-ionnoopticheskix priborov: tez. dokl. shkoly'-seminara*. Frunze, 1985, p. 87-89.
  51. BOSTAN, I.; CORCIMARI, A. *Precessionnaya aksial'no-porshnevaya gidroperedacha*. In: *Uchyony'e vy'sshix uchebny'x zavedenij Moldavii - narodnomu hozyajstvu*. Ch., 1985, p. 27.
  52. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Germetichny'j precessionny'j reduktor s novy'm vidom mnogoparnogo zacepleniya*. In: *Proektirovanie i tehnologiya optiko-mexanicheskix i e'lektronno-ionnoopticheskix priborov: tez. dokl. shkoly'-seminara*. Frunze, 1985, p. 87-89.

53. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Precessionno-sinusnaya peredacha*. In: Uchyony'e vy'sshix uchebny'x zavedenij Moldavii - narodnomu hozyajstvu. Ch., 1985, p. 29.
54. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V. *E'lektromexanicheskij privod k manipulyatoru dlya raboty' v e'kstremal'ny'x usloviyax*. In: Sostoyanie i perspektivy' razvitiya avtomatizacii proizvodstvenny'x processov v mashinostroenii MSSR: tez. dokl. republ. seminara. Ch., 1985, p. 8-9.
55. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A. *Precessionnaya peredacha*. In: Uchyony'e vy'sshix uchebny'x zavedenij Moldavii - narodnomu hozyajstvu. Ch., 1985, p. 30-31.
56. BOSTAN, I.; OPREA, A.; GLUȘCO, C. *Planetarny'j precessionny'j reduktor s dvumya skorostyami vrashheniya vedomogo vala*. In: Sostoyanie i perspektivy' razvitiya avtomatizacii proizvodstvenny'x processov v mashinostroenii MSSR: tez. dokl. republ. seminara. Ch., 1985, p. 30-31.
57. BOSTAN, I.; OPREA, A. *Vibrodiagnostika precessionnogo reduktora s mnogoparny'm zacepleniem*. In: Vibrodiagnostika mashin i priborov: tez. dokl. vsesoyuznogo soveshhaniya. Ivanovo, 1985, p. 32-34.
58. DULGHERU, V.; ANDRONIC, S.; BOSTAN, I. *O tochnosti planetarny'x precessionny'x zubchato-rolikovy'x peredach*. In: Studencheskie nauchny'e dostizheniya - narodnomu hozyajstvu: tez. dokl. XXIX studencheskoj nauch.-texn. konf. vuzov respublik Pribaltiki, Belorussii i Moldavii. Chast' I. Obshestvenny'e nauki, ximiya, mexanika. Kaunas, 1985, p. 108.
59. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Kinematicheskaya tochnost' ispolnitel'nogo privoda PR na baze planetarnoj precessionnoj peredachi*. In: Sostoyanie, opy't i napravleniya rabot po kompleksnoj avtomatizacii na osnove gibkix avtomatizirovanny'x proizvodstv, robototexnicheskix kompleksov i promy'shlenny'x robotov: tez. dokl. k zonal'nomu seminaru, 11-12 aprelya 1985. Penza, 1985, p. 31-32.
60. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Obespechenie germetichnosti planetarno-precessionny'x peredach*. In: Texnologicheskoe upravlenie tribotexnicheskimi xarakteristikami uzlov mashin: tez. dokl. II Vsesoyuznoj nauch.-texn. konf. III i IV sekcii, 27-29 noyabrya, 1985. Ch., 1985, p. 54-55.
61. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Precessionnaya germetichnaya peredacha*. In: Uchyony'e vy'sshix uchebny'x zavedenij Moldavii - narodnomu hozyajstvu. Ch., 1985, p. 26.
62. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Precessionnaya sharovintovaya germeticheskaya peredacha*. In: Uchyony'e vy'sshix uchebny'x zavedenij Moldavii - narodnomu hozyajstvu. Ch., 1985, p. 29-30.

63. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Precessionny'e germetichny'e peredachi*. In: Povy'shenie rabotosposobnosti detalej mashin. Ch., 1985, p. 57-64.
64. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; OPREA, A. *Planetarny'e precessionny'e peredachi*. In: Povy'shenie rabotosposobnosti detalej mashin. Ch., 1985, p. 64-71.
65. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; OPREA, A. *Snizhenie poter' na trenie v zaceplenii precessionnoj peredachi*. In: Tekhnologicheskoe upravlenie tribotekhnicheskimi karakteristikami uzlov mashin: tez. dokl. II Vsesoyuznoj nauch.-texn. konf., 27-29 noyabrya 1985. Ch., 1985, p. 146-147.
66. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V.; CARAGANCIU, V. *Mul'tiplikator precessionny'j soosny'j dlya vetroe'lektricheskogo agregata*: otchet o NIR Inst. Politehn. S. Lazo. Nr. înr. de stat 01840010860; Nr. de inv. 02860057046. Ch., 1985. 84 p.
67. OPREA, A.; GRIGORAȘ, M.; BOSTAN, I. *Raspredelenie nagruzki po zub'yam v planetarnoj precessionnoj zubchato-rolikovoj peredache*. In: Studencheskie nauchny'e dostizheniya - narodnomu hozyajstvu: tez. dokl. XXIX studencheskoj nauch.-texn. konf. vuzov respublik Pribaltiki, Belorussii i Moldavii. Chast' I. Obshhestvenny'e nauki, ximiya, mexanika. Kaunas, 1985, p. 111.
68. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; OPREA, A.; BOSTAN, N. *Precessionny'j reduktor s promezhutochny'm rolikovy'm kolesom*. In: Uchyony'e vy'sshix uchebny'x zavedenij Moldavii - narodnomu hozyajstvu. Ch., 1985, p. 28.
69. BOSTAN, I. *Zaceplenie precessionnoj peredachi s nestandardny'm pryamolinejnodugovy'm profilem zub'ev*: dep. ICȘITE, nr. 741-M86. Ch., 1986. 15 p.
70. BOSTAN, I.; CARAGANCIU, V. *Issledovanie dinamicheskogo nagruzheniya podshipnikovy'x opor planetarno-precessionny'x peredach 2K-H*: dep. ICȘITE, nr. 873-M87. Ch., 1987. 21 p.
71. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Issledovanie kinematičeskoj točhnosti precessionny'x peredach s zubchato-rolikovy'm zacepleniem*: dep. ICȘITE, nr. 883-M87. Ch., 1987. 24 p.
72. BOSTAN, I.; OPREA, A. *Kriterii rabotosposobnosti i rasčeta zubchato-rolikovogo zacepleniya precessionny'x peredach*: dep. ICȘITE, nr. 889-M87. Ch., 1987. 16 p.
73. BOSTAN, I. *Teoreticheskoe i e'ksperimental'noe issledovanie planetarny'x precessionny'x peredach*. In: Strojnickij casopis. [Bratislava], 1987, vol. 38, nr. 4, p. 409-420.
74. BOSTAN, I.; BABAIAŃ, I.; ȚOPA, M.; COMAN, G. *Teoreticheskoe issledovanie zacepleniya precessionny'x peredach 2K-H*: dep. ICȘITE, nr. 906-M87. Ch., 1987. 19 p.



75. BOSTAN, I.; BABAIAŢ, I.; COMAN, G.; ŢOPA, M. *Teoreticheskoe issledovanie zacepleniya precessionny'x peredach K-H-V*: dep. ICŞITE, nr. 904-M87. Ch., 1987. 11 p.
76. MACARIŞIN, S. *Kinematika i sintez planetarny'x peredach*: metod. ukaz. k resheniyu zadach i kursovogo proektirovaniya dlya inzh.-texn. spec. Red. I. BOSTAN. Ch: I.P.C., 1987. 21 p.
77. BOSTAN, I.; BABAIAŢ, I.; COMAN, GH. *Teoreticheskoe issledovanie zacepleniya precessionny'x peredach 2K-H*: dep. VINITI, nr. 906-M. In: Deponirovanny'e nauch. raboty'. 1988, nr. 2, p. 14.
78. BOSTAN, I.; BABAIAŢ, I. *E'lektromexanicheskiy modul' promy'hslennogo robota na baze precessionnoj peredachi*: In: Sostoyanie i perspektivy' razvitiya avtomatizacii proizvodstvenny'x processov v mashinostroenii MSSR: tez. dokl. nauch.-texn. konf. Ch., 1988, p. 23-26.
79. BOSTAN, I.; GLUŞCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V.; BABAIAŢ, I.; OGLINDĂ, G.; MAZURU, S. *Razrabotka planetarny'x precessionny'x peredach*: raport şt. Inst. Politehn. S. Lazo. Nr. înr. de stat 01840010860; Nr. de inv. 02890022721. Ch., 1988. 29 p.
80. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Konstrukcii, tochnost' i dinamicheskie xarakteristiki precessionny'x e'lektromexanicheskiy privodov robotov*. In: Sostoyanie, opy't i napravlenie rabot po kompleksnoj avtomatizacii proizvodstva na osnove GAP, RTK i PR. Penza, 1988, p. 53-54.
81. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Privody' avtomaticheskix manipulyatorov na baze precessionny'x peredach*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1988, nr. 1, p. 10-12.
82. BOSTAN, I.; GLUŞCO, C.; DULGHERU, V.; MARIN, A.; PETICOV, V.; BABAIAŢ, I. *Sozdanie precessionny'x reduktorov pogruchny'x privodov mexanizmov dlya doby'chi tvyordy'x polezny'x iskopaemy'x so dna Mirovogo Okeana*: raport şt. Inst. Politehn. S. Lazo. Nr. înr. de stat 0186008724; Nr. de inv. 02890022721. Ch., 1988. 114 p.
83. BOSTAN, I.; CARAGANCIU, V. *Issledovanie dinamicheskogo nagruzheniya podshipnikov'x opor planetarno-precessionny'x peredach*: dep. VINITI, nr. 889-M. In: Deponirovanny'e nauchny'e raboty'. 1988, nr. 1, p. 12.
84. BOSTAN, I.; COMAN, G.; ŢOPA, M. *Postroenie profilya zub'ev mnogoparnogo zacepleniya precessionnoj peredachi s pomoshh'yu E'VM*: dep. ICŞITE, nr. 996-M88. Ch., 1988. 7 p.
85. BOSTAN, I.; COMAN, G.; ŢOPA, M. *Postroenie s pomoshh'yu SAPR ogibayushhej profilya zub'ev*. In: Intensifikaciya mashinostroitel'nogo proizvodstva na osnove ispol'zovaniya sistem avtomatizirovannogo proizvodstva: tez. dokl. nauch.-tehn. konf. Ch., 1988, p. 25-27.

86. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Issledovanie kinematicheskoj tochnosti precessionny'x pererdach zubchato-rolikovy'm zacepleniem*: dep. VINITI, nr. 883-M. In: Deponirovanny'e nauchny'e raboty'. 1988, nr. 11, p. 15.
87. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A. *Dinamika planetarno-precessionny'x peredach s novy'm mnogoparny'm zacepleniem*. In: Teoriya real'ny'x peredach zacepleniem: chetvyorty'j Vsesoyuzny'j simpoz. Chast' 2. Prochnost' i tekhnologiya real'ny'x peredach zacepleniem, 14-16 sentyabrya 1988. Kurgan, 1988, p. 82-83.
88. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V. *Dinamicheskoe uravnovesivanie planetarnoj precessionnoj peredachi s mnogoparny'm zacepleniem*: dep. ICȘITE, nr. 1046-M88. Ch., 1988. 6 p.
89. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A. *Teoreticheskoe i e'ksperimental'noe issledovanie KPD precessionnoj peredach*. In: Raschyot i konstruirovanie detalej i uzlov mashin i metody' ix ispy'tanij. Ch., 1988, p. 6-17.
90. BOSTAN, I.; MUDREAC, V.; BABAIAN, I. *Konveksno-konkavnoe zaceplenie dlya precessionny'x peredach*. In: Sbornik prednosok CSVTS: Celostatni Conference kateder casti stroju. Brno, 1988, p. 23-26.
91. BOSTAN, I. *Novy'j vid mexanicheskix peredach - planetarno-precessionny'e s mnogoparny'm zacepleniem*: manuscris. In: Vsesoyuzny'j nauchno-metodicheskij sovet po prikladnoj mexanike i detalyam mashin, Odessa, 20 noyabrya 1988. Odessa, 1988, p. 12.
92. BOSTAN, I.; OPREA, A., *Kriterii rabotosposobnosti i raschyota zubchato-rolikovogo zacepleniya precessionny'x peredach*: dep. VINITI, nr. 889-M. In: Deponirovanny'e nauchny'e raboty'. 1988, nr. 1, p. 12.
93. BOSTAN, I. *Planetarno-precessionny'e peredachi s mnogoparny'm zacepleniem = Presne planetarne prevodosky*. In: Interzijkascha funkcia spojenia Vychovy a praxe: Vedecka konferencia strojnikoj fakulty SVST, Bratislava, CSSR, 53/88,2. Bratislava, 1988. p. 65-67.
94. BOSTAN, I. *Planetarno-precessionny'e peredachi*. In: Interzijkascha funkcia Spojenia Vychovy, vedy a prexe: Vedecka konferencia storojnikoj fakulty SVST, Bratislava, CSSR, 53/88, 2. Bratislava, 1988, p. 67.
95. BOSTAN, I. *Raschyot zacepleniya precessionnoj peredachi s nestandardny'm pryamolinejno-dugovy'm profilem zub'ev*: dep. ICȘITE, nr. 742-M88. Ch., 1998. 15 p.
96. BOSTAN, I.; VIȘNEACOV, V.; MAZURU, S. *Avtomatizirovanny'e tokarny'e patrony' dlya GAP*. In: Intensifikaciya mashin stroitel'nogo proizvodstva na osnove ispol'zovaniya sistem avtomatizirovannogo proizvodstva: tez. dokl. resp. nauch.-tehn. konf. Ch., 1998, p. 72-75.

97. BOTEZ, I.; BOSTAN, I.; CIUPINA, L. *Kombinirovanny'e zaxvatny'e ustrojstva manipulyatora*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1988, nr. 4, p. 16-17.
98. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Issledovanie kinematičeskoj točnosti precessionnoj zubchatoj peredachi*. In: Rasčyot i konstruirovanie detalej i uzlov mashin i metody' ix ispy'tanij. Ch., 1988, p. 40-52.
99. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; BABAIAN, I.; BURDUJA, V.; COMAN, GH. *Issledovanie vliyaniya parametrov zacepleniya formy' profilya*. In: 32-ya Nauchno-texnicheskaya konferenciya vuzov Pribaltijskix respublik, BSSR i MSSR. Riga, 1988, p. 24-25.
100. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; POPOVICI, GH. *Konstrukcii, točnost' i dinamicheskie xarakteristiki precessionny'x e' lektromexaničeskih privodov robotov*. In: Sostoyanie, opy't i napravleniya rabot po kompleksnoj avtomatizacii proizvodstva na osnove GAP, RTK, PR: tez. dokl. oblastnogo seminaru RD NTP. Penza, 1988, p. 53-54.
101. BOSTAN, I.; MARIN, A.; BABAIAN, I.; ANDRONIC, I. *Postroenie matematičeskoj modeli i algoritma avtomatizirovannogo proektirovaniya mnogoparnogo zacepleniya precessionnoj peredachi*. In: Intensifikaciya mashinostroitel'nogo proizvodstva na osnove ispol'zovaniya sistem avtomatizirovannogo proizvodstva: tez. dokl. nauch.-tehn. konf. Ch., 1988, p. 21-23.
102. CIAPA, M.; BOSTAN, I.; LISNIC, A.; ENI, V. *Rasčyot i konstruirovanie detalej i uzlov mashin i metody' ix ispy'tanij*. Red. V. AJDER. Ch.: Știința, 1988. 142 p.
103. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; BOTNARI, IU.; BABAIAN, I.; COMAN, GH. *Razrabotka mnogoparnogo zacepleniya s precessionny'm dvizheniem satellitnogo kolesa*. In: 32-ya Nauchno-texnicheskaya konferenciya vuzov Pribaltijskix respublik, BSSR i MSSR. Riga, 1988, p. 56-57.
104. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Planetarny'e precessionny'e privody' texnologičeskoj i sboročnoj osnastki*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya sborki izdelij mashinostroeniya dlya agropromy'shennogo kompleksa „Sborka-89”: Vsesoyuznoe nauch.-texn. soveshhyanie, Moskva, 6-8 noyabrya 1989: tez. dokl. Moskva, 1989, p. 7-70.
105. BOSTAN, I.; CARTOFEANU, Ș.; PETICOV, V. *Precessionny'e reduktora v privodax pogruzhnoj texniki*. In: Mexanika: resp. nauch.-texn. konf., posvyashh. 25-letiyu obrazovaniya KPI im. S. Lazo, 19-21 aprelya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 8.
106. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V. *Planetarny'e precessionny'e privody' texnologičeskoj i sboročnoj osnastki*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya sborki izdelij v mashinostroenii “Sborka-89”: vsesouznaya nauch.-texn. konf., Chișinău, 6-8 dekabrya 1989: tez. dokl. Moskva, 1989, p. 67-68.

107. BOSTAN, I.; COMAN, G.; ȚOPA, M. *Opredelenie ogibayushhej semejstva proizvodyashhix konturov instrumenta pri obrabotke zub'ev prostranstvenny'x zaceplenij*: dep. MoldNIINTI, nr. 1080-M89. Ch., 1989. 12 p.
108. BOSTAN, I.; MARIN, A. *Texnologiya obrabotki zub'ev prostranstvenny'x zaceplenij s krivolinejny'm profilem*: In: Mexanika: resp. nauch.-texn. konf., posvyashh. 25-letiyu obrazovaniya KPI im. S. Lazo, 19-21 aprelya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 35.
109. BOSTAN, I.; MUDREAC, V. *Raumliche darstellung mehrpaasiger ver-zahnungen von prazisionsplaneten-getrieben und Fragen der Fertigungs-technologie*. In: Tag und Zahnradgetriebe, Dresden, 6-7 november 1989. Vortragsbd. Teil 2. Dresden, 1989, p. 400-405.
110. BOSTAN, I.; OPREA, A. *Issledovanie iznosostojkosti zubchato-rolikovogo zacepleniya precessionny'x peredach*: In: Mexanika: resp. nauch.-texn. konf., posvyashh. 25-letiyu obrazovaniya KPI im. S. Lazo, 19-21 aprelya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 9.
111. BOSTAN, I.; POPOVICI, G.; CARTOFEANU, Ș. *Ocenka kontaktnoj prochnosti zubchato-rolikovogo zacepleniya*: In: Mexanika: resp. nauch.-texn. konf., posvyashh. 25-letiyu obrazovaniya KPI im. S. Lazo, 19-21 aprelya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 12.
112. BOSTAN, I. *Raschyot, proektirovanie i texnologiya izgotovleniya precessionny'x peredach s mnogoparny'm zacepleniem*: In: Tendencii povy'sheniya nagruzochnoj sposobnosti peredach zacepleniem: resp. nauch.-texn. konf. KPI, 27-28 noyabrya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 19-21.
113. BOSTAN, I. *Sozdanie planetarno-precessionny'x peredach s mnogoparny'm zacepleniem*: dis. dr. texn. nauk. Moskva, 1989. 511 p.
114. BOSTAN, I. *Sozdanie planetarno-precessionny'x peredach s mnogoparny'm zacepleniem*: avtoref. dis. dr. texn. nauk. Moskva, 1989. 32 p.
115. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; ANDRONIC, I. *Primenenie e'lementov SAPR k processu formirovaniya profilej zub'ev koles precessionny'x peredach*. In: E'lektrofizika: resp. nauch.-texn. konf. KPI, 27-28 noyabrya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 24-28.
116. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; MAZURU, S. *Sposob pravki fasonnogo shlifoval'nogo kruga*. In: Mexanika: resp. nauch.-texn. konf., posvyashh. 25-letiu obrazovaniya KPI im. S. Lazo; 19-21 aprelya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 13.
117. BOSTAN, I.; ȚOPA, M. *Postroenie zub'ev s pomoshh'yu SAPR*. In: Tendencii povy'sheniya nagruzochnoj sposobnosti peredach zacepleniem: resp. nauch.-texn. konf., 27-28 noyabrya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 37-38.
118. BOSTAN, I.; VISHNEACOV, V.; MAZURU, S. *Universal'ny'e tokarny'e patrony's mexanicheskim privodom*. In: Mexanika: resp. nauch.-texn. konf., posvyashh. 25-

- letiu obrazovaniya KPI im. S. Lazo, 19-21 aprelya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 38.
119. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Snizhenie dinamicheskoy neuravnoveshenosti krivoshipa planetarnoy precessionnoj peredachi*. In: Mexanika: resp. nauch.-texn. konf., posvyashh. 25-letiu obrazovaniya KPI im. S. Lazo, 19-21 aprelya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 10.
120. ȚOPA, M.; COMAN, G.; BOSTAN, I.; BURDUJA, V. *Issledovanie parametrov zacepleniya precessionny'x peredach s pomoshh'yu EVM*. In: Mexanika: resp. nauch.-texn. konf., posvyashh. 25-letiu obrazovaniya KPI im. S. Lazo, 19-21 aprelya 1989: tez. dokl. Ch., 1989, p. 69.
121. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; BABAIAN, I.; BURDUJA, V. *Postroenie zub'ev s pomoshh'yu e'lementov SAPR*. In: Molody'e uchyony'e v reshenii kompleksnoj programmy' nauchno-texnicheskogo progressa stran - chlenov SEV: tez. dokl. mezhdunar. nauch.-texn. konf. SMUS. Kiev, 1989, p. 27.
122. DROZDOV, I.U.; BOSTAN, I.; AJDER, V.; OPREA, A. *Raschyot zacepleniya precessionny'x peredach na dolgovechnost' po iznosu*. In: Tendencii povy'sheniya nagruzochnoy sposobnosti peredach zacepleniem: resp. nauch.-texn. konf., 27-28 noyabrya [1989]: tez. dokl. Ch., 1989, p. 14-17.
123. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V.; MARIN, A.; ȚOPA, M. *Sozdanie precessionny'x reduktorov privodov pogruzny'x mexanizmov dlya doby'chi tyordy'x polezny'x iskopaemy'x so dna Mirovogo Okeana i razrabotka sistemy' zuboobrabotki*: raport șt. Inst. Politehn. S. Lazo. Nr. înr. de stat 01890006545; Nr. de inv. 0290030212. Ch., 1989. 50 p.
124. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; DULGHERU, V. *Programa "Profil"*: raport șt. Nr. de inv. 50890001257. 1989. 65 p.
125. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; BABAIAN, I.; BURDUJA, V. *Sposob obrabotki zub'ev precessionnoj peredachi*. In: 32-ya nauch.-texn. konf. vuzov Pribalt. respublik, BSSR i MSSR. Minsk, 1989, p. 54-55.
126. GLUȘCO, C.; BOSTAN, I.; OPREA, A.; DULGHERU, V. *Iy'sokomomentny'e precessionny'e reduktory' dlya privoda pogruznoj texniki*. In: Tendencii povy'sheniya nagruzochnoy sposobnosti peredach zacepleniem: resp. nauch.-texn. konf., 27-28 noyabrya [1989]: tez. dokl. Ch.: I. P.C., 1989, p. 29-30.
127. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Precessionny'j reduktor privoda promy'shlennogo robota*. In: Stroitel'ny'e i dorozhny'e mashiny'. 1990, nr. 9, p. 28-31.
128. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Rabochij organ manipulyatora dlya zavora-chivaniya rez'bovy'x detalej*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1990, nr. 9, p. 13.

129. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Zaxvatnoe ustrojstvo manipulyatora*. In: Stanki i instrument. 1990, nr. 5, p. 11-12.
130. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Avtomaticeskaya smena metallorezhushhego instrumenta na stankax s CPU*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1990, nr. 9, p. 28-31.
131. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; MAZURU, S. *Mexanizirovanoe prisposoblenie dlya tokarny'x stankov s CPU*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1990, nr. 9, p. 16-17.
132. BOSTAN, I.; COMAN, GH.; ȚOPA, M. *Opredelenie ogibayushhej semejstva proizvod-yashhix konturov instrumenta pri obrabotke zub'ev prostranstvenny'x zaceplenij: dep. VINITI, nr. 1024-M*. In: Deponirovanny'e nauch. raboty'. 1990, nr. 12, p. 38.
133. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOTEZ, I. *Osobennosti dinamiki privoda promy'shlennogo robota s precessionnoj peredachej*. In: Stanki i instrument. 1990, nr. 5, p. 3-4.
134. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *E'kspluatacionny'e pokazateli precessionny'x peredach*. In: Zubchaty'e peredachi. Sovremennost' i progress: tez. dokl. vsesoyuznoj nauch.-texn. konf. Odessa, 1990, p. 14-17.
135. BOSTAN, I.; MARIN, A. *Sposob obrabotki konicheskix zub'ev s netradicionny'm profilem dlya precessionny'x peredach*. In: Chistovaya obrabotka materialov rezaniem: seminar. Moskva, 1990, p. 143-145.
136. BOSTAN, I.; SNESAREV, G. *Sozdanie precessionny'x reduktorov novogo pokoleniya*. In: Zubchaty'e peredachi. Sovremennost' i progress: tez. dokl. vsesoyuznoj nauch.-texn. konf. Odessa, 1990, p. 52.
137. BOSTAN, I. *Sinteza și elaborarea transmisiilor planetare cu mișcare de precesie cu angrenaj multiplu*. In: Simpozionul Național de Inventică. Iași, 1990, p. 22-25.
138. BOSTAN, I. *Sozdanie precessionny'x reduktorov novogo pokoleniya*. In: Vestnik mashinostroeniya. 1990, nr. 12, p. 50-52.
139. BOTEZ, I.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Planetarnaya korobka peredach*. In: Traktory' i sel'skoxozyajstvenny'e mashiny'. 1990, nr. 9, p. 21-22.
140. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *E'ksperimental'ny'e pokazateli precessionny'x peredach*. In: Vestnik mashinostroeniya. 1990, nr. 12, p. 52-54.
141. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MARIN, A.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Teoriya, sintez i tehnologiya izgotovleniya planetarno-precessionny'x peredach s mnogoparny'm zacepleniem*. In: Tezisy' nauchno-texnicheskoj konferencii K.P.I., 19 aprelya 1990. Ch., 1990, p. 75-76.
142. ȚOPA, A.; BOSTAN, I. *Sozdanie sposoba obrabotki zub'ev s netradicionny'm profilem*. In: Nauka, tehnika, nravstvennost' - perestrojke: tez. dokl. XXXIV Studen-

- cheskoj nauch. konf. vuzov Pribaltiki, Belorussii i Moldavii. Chast' II. Matematika, mashinostroenie, mexanika, oxrana truda i okruzhayushhej sredy', politologiya, radioelektronika, ximicheskaya texnologiya. Kaunas, 1990, p. 31.
143. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Mexanizirovanny'j instrument dlya sborki rez'bovy'x soedinenij*. In: Mexanizaciya i avtomatizaciya proizvodstva. 1991, nr. 6, p. 12-13.
144. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Mecanisme de acționare pentru roboții industriali*. In: MERO-91: al X-lea Simpozion Național de roboți industriali cu participare internațională, București, 18-20 aprilie 1991. București, 1991, p. 24-32.
145. BOSTAN, I. *Sinteza și elaborarea transmisiilor planetare cu mișcare de precesie cu angrenaj multiplu*. In: Revistă de inventică [România]. 1991, nr. 3, p. 28-30.
146. BOSTAN, I. *Sozdanie vy'sokonapryazhenny'x planetarno-precessionny'x reduktorov novogo pokoleniya*. In: Peredachi i reduktory'. Asociaciya inzhenerov-mexanikov po zubchaty'm peredacham. 1991, vol. 1, nr. 6, p. 11-13.
147. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *E'kspluatacionny'e pokazateli precessionny'x peredach*. In: Detali mashin. 1991, nr. 3, p. 32-35.
148. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; OPREA, A.; DULGHERU, V. *Ispy'tatel'ny'e stendy' dlya opredeleniya rabochix parametrov precessionny'x peredach*. In: Diagnostika texnologicheskix defektov stanochny'x sistem i ix e'lementov pri ix izgotovlenii i e'kspluatacii. Moskva, 1991, p. 30-31.
149. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Razrabotka matematicheskoy modeli mnogoparnogo precessionnogo zacepleniya i poisk s pomoshh'yu SAPR racional'ny'x parametrov i isxodnogo kontura: raport șt. Inst. Politehn. S. Lazo. Ch., 1991. 49 p.*
150. BOSTAN, I.; CAZACOV, I.; MUDREAC, V.; BERENSHTEJN, M. *Tribologicheskie svoystva uprochnyayushhix pokry'tij podshipnikov skol'zheniya pri smazke malovyazkimi ximicheskimi aktivny'mi zhidkostyami*. In: Tribotexnika mashinostroeniyu: sb. tezisov. Moskva, 1991, p. 27-28.
151. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; RUSSU, M. *Avtomaticeskaya smena instrumentov v sborochny'x centrax*. In: Traktory' i sel'skoxozyajstvenny'e mashiny'. 1992, nr. 2, p. 37-38.
152. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Avtomaticeskaya smena instrumentov v GPS sborki*. In: Avtomatizaciya i sovremenny'e texnologii. 1992, nr. 2, p. 8-9.
153. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Manifestarea dinamică a preciziei cinematice a reductorului precesional*. In: Transmisii cu angrenaje. Teoria angrenajului, calculul la rezistență, precizia cinematică și tehnologia fabricării: conf. tehn.-șt. internaț. Ch., 1992, p. 116-117.

154. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Mecanisme de prindere a RI cu reductoare planeta-re precesionale*. In: Culegerea Simpozionului II de roboți industriali. Suceava, 1992, p. 42-46.
155. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Precizia cinematică rezultantă a reductoarelor precesionale cu interacțiune sfero-spațială a roților angrenate*. In: Transmisii cu angrenaje. Teoria angrenajului, calculul la rezistență, precizia cinematică și tehnologia fabricării: conf. tehn.-șt. internaț. Ch., 1992, p. 111-113.
156. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Roți motoare în transmisii cu mișcare de precesie*. In: Inginer de automobile. 1992, nr. 5, p. 22-23.
157. BOSTAN, I.; MARIN, A.; ȚOPA, M. *Tehnologia danturării roților dințate pentru transmisii precesionale*. In: Transmisii cu angrenaje. Teoria angrenajului, calculul la rezistență, precizia cinematică și tehnologia fabricării: conf. tehn.-șt. internaț. Ch., 1992, p. 126-128.
158. BOSTAN, I.; OPREA, A. *Calculul la uzură a angrenajului multiplu cu mișcare de precesie*. In: Transmisii cu angrenaje. Teoria angrenajului, calculul la rezistență, precizia cinematică și tehnologia fabricării: conf. tehn.-șt. internaț. Ch., 1992, p. 64-65.
159. BOSTAN, I. *Particularitățile calculului de rezistență al angrenajului precesional multipar cu profil convex-concav*. In: Transmisii cu angrenaje. Teoria angrenajului, calculul la rezistență, precizia cinematică și tehnologia fabricării: conf. tehn.-șt. internaț. Ch., 1992, p. 39-42.
160. BOSTAN, I. *Transformarea geometrică a profilului angrenajului precesional, premisele și particularitățile tehnologiei generării lui*. In: Transmisii cu angrenaje. Teoria angrenajului, calculul la rezistență, precizia cinematică și tehnologia fabricării: conf. tehn.-șt. internaț. Ch., 1992, p. 5-8.
161. BOSTAN, I.; ȚOPA, A. *Cercetarea analitică a multiplicității transmisiilor precesionale*. In: Transmisii cu angrenaje. Teoria angrenajului, calculul la rezistență, precizia cinematică și tehnologia fabricării: conf. tehn.-șt. internaț. Ch., 1992, p. 39-42.
162. BOSTAN, I.; ȚOPA, M. *Proiectarea flancurilor dinților angrenajului precesional cu ajutorul SPA*. In: Transmisii cu angrenaje. Teoria angrenajului, calculul la rezistență, precizia cinematică și tehnologia fabricării: conf. tehn.-șt. internaț. Ch., 1992, p. 22-24.
163. BOSTAN, I.; MUDREAC, V.; MACARIȘIN, S.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; POȘTARU, G. *Teoria mecanismelor*: îndrumar de lab. Ch.: UTM, 1992. 79 p.
164. BOTEZ, I.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Zaxvatnoe ustrojstvo manipulyatora*. In: Stanki i instrument. 1992, nr. 4, p. 11-12.
165. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; BOTEZ, A.; OBOROC, M. *Mecanisme de prindere a RI cu reductoare planetare precesionale*. In: Roboți industriali: lucrările



- celui de al XI-lea Simpozion Național Timișoara, octombrie 1992. Timișoara, 1992, p. 21-27.
166. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; TRIBOI, G. *Planetarnaya precessionnaya peredacha dlya minitraktora*. In: Traktory' i sel'skohozyajstvenny'e mashiny'. 1992, nr. 2, p. 6.
167. BOSTAN, I.; COMENDANT, V.; DULGHERU, V.; POȘTARU, GH.; OGLINDA, G. *Organe de mașini: îndrumar de lab. Ch.: U.T.M., 1992. 64 p.*
168. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Razrabotka fiziko-matematicheskoy modeli vzaimodejstviya zub'ev v planetarny'x precessionny'x peredachax i issledovanie osnovny'x kachestvenny'x pokazatelej*: raport șt. intermediar Inst. Politehn. S. Lazo. Ch., 1992. 91p.
169. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; MARIN, A. *Uglovoj mexanizirovanny'j instrument dlya sborki rez'bovy'x soedinenij*. In: Avtomatizaciya i sovremenny'e tehnologii. 1992, nr. 4, p. 11-12.
170. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V. *Sborochny'j manipulyator*. In: Avtomatizaciya i sovremenny'e tehnologii. 1993, nr. 7, p. 4-6.
171. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Dinamicheskoe nagruzhenie zub'ev planetarnoj precessionnoj peredachi*. In: Dynamika a pevnosti analiza pohonovykh system: Mezina-rodni seminar, Svratka. Ceska Respublika, 1993, p. 30-35.
172. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Konechnoe'lementny'j analiz napryazhyonnogo sostoyaniya satelita planetarnoj precessionnoj peredachi*: dep. ICȘITE, nr. 1327-M93. Ch., 1993. 16 p.
173. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Motor "Stirling" cu mecanism precesional de transformare a mișcării*. In: CONAT: conf. naț. de automobile și tractoare. Brașov, 1993, p. 83-86.
174. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Proiectarea transmisiilor precesionale: îndrumar la proiectul de an Organe de mașini. Ch.: I. P.C., 1993. 33 p.*
175. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *The state of tension of the precessional gear elements*. In: Moldova: Deschideri științifice și culturale spre Vest: congr. XVIII al Academiei Româno-Americane de Științe și arte = Moldova: Opening of its culture and science for the West: XVIII th Congress of the Romanian American Academy of Science and Arts, 13-16 iulie 1993. Vol. II. Ch., 1993, p. 162.
176. BOSTAN, I.; MAZURU, S. *Voprosy'tekhnologii obrabotki zub'ev precessionny'x peredach*. In: Teoriya real'nyx peredach zacepleniem: vsesoyuzny'j simpoz., Kurgan, 29 sentyabrya - 1 octyabrya 1993. Kurgan, 1993, p. 42-43.
177. BOSTAN, I. *Precessional transmissions with multipair engagement*. In: Moldova: Deschideri științifice și culturale spre Vest: congr. XVIII al Academiei Româno-Americane de Științe și arte = Moldova: Opening of its culture and science for

- the West: XVIII th Congress of the Romanian American Academy of Science and Arts, 13-16 iulie 1993. Vol. II. Ch., 1993, p. 161.
178. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; ȚOPA, A. *Influența erorilor unghiulare asupra poziției petei de contact în transmisiile cu dinți modificate*. In: Studii și cercetări: Bazele proiectării și cercetării în construcția de mașini: materialele conf. internaț., Bacău, 11-13 noiembrie 1993. Bacău, 1993, p. 132-137.
179. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; ȚOPA, A. *Lokalizaciya pyatna kontakta v precessionny'x peredachax s pomoshh'yu prodol'noj modifikacii zub'ev postoyannoj krivizny'*: dep. ICȘITE, nr. 1319-M93. Ch., 1993. 14 p.
180. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Cercetări privind reductoarele cu mișcare de precesie pentru utilaje cu destinație generală și specială*: raport șt. UTM. Ch., 1993. 38 p.
181. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Elaborarea tehnologiei industriale de prelucrare a roților dințate pe baza metodei noi cu mișcare precesională a sculei*: raport șt. UTM. Ch., 1993. 68 p.
182. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOTEZ, I.; OGLINDĂ, G. *Motor-koleso s precessionnoj peredachej*. In: Traktory' i sel'skoxozyajstvenny'e mashiny'. 1993, nr. 4, p. 13-14.
183. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; DOMENTE, G. *Organe de execuție a manipuloarelor de asamblare*. In: Tehnologii și produse noi în construcția de mașini: simpoz. naț. Tehnomus-7, Suceava, 4-6 iulie 1993. Suceava, 1993, p. 48-49.
184. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; DOMENTE, G. *Rabochie organy' sborochny'x manipulyatorov*. In: Avtomatizaciya i sovremenny'e tehnologii. 1993, nr. 12, p. 6-9.
185. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; DULGHERU, V.; OPREA, A. *Tehnologia prelucrării angrenajului precesional cu modificarea longitudinală a dinților*. In: Tehnologii și produse noi în construcția de mașini: simpoz. naț. Tehnomus-7, Suceava, 4-6 iunie 1993. Suceava, 1993, p. 18-19.
186. BOSTAN, I. *Considerații privind geometria și tehnologia generării angrenajului precesional*. In: Conferința Tehnico-Științifică Jubiliară. Mecanica, Chișinău, 2-3 iunie 1994. Ch., 1994, p. 5-7.
187. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Cercetarea ELFIN a stării tensionate a angrenajului precesional*. In: PRASIC'94. Proiectarea asistată de calculator: lucrările celui de al V-lea simpoz. naț., Brașov, 7-9 decembrie 1994. Vol.: Transmisii mecanice. Brașov, 1994, p. 121-128.
188. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Distribuirea sarcinii între dinții transmisiilor cu angrenaj multiplu*. In: Conferința Tehnico-Științifică Jubiliară. Mecanica, Chișinău, 2-3 iunie 1994. Ch., 1994, p. 19-20.

189. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Mecanisme de acționare cu transmisii planetare precesionale*. In: A XVIII-a Conferință de Mecanica Solidelor, Constanța, 9-11 iunie 1994: Buletin Vol. 2. Constanța, 1994, p. 54-61.
190. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Mecanisme de acționare submersibile cu transmisii planetare precesionale*. In: A XVIII-a Conferință de Mecanica Solidelor, Constanța, 9-11 iunie 1994: Buletin. Vol. 2. Constanța, 1994, p. 17-24.
191. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; DULGHERU, V. *Modificarea de profil a dinților angrenajului precesional*: dep. ICȘITE, nr. 1361-M94. Ch., 1994. 16 p.
192. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; ȚOPA, A. *Contribuții la precizarea calculului de proiect al transmisiilor precesionale*: dep. ICȘITE, nr. 1378-M94. Ch., 1994. 8 p.
193. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; ȚOPA, A. *Determinarea tensiunilor de contact în angrenajul precesional*. In: A XVIII-a Conferință de Mecanica Solidelor, Constanța, 9-11 iunie 1994: Buletin Vol. 2. Constanța, 1994, p. 37-42.
194. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; ȚOPA, A. *Opredelenie racional'ny'x dopuskov izgotovleniya precessionny'x peredach s prodol'noj modifikaciej zub'ev*. In: Problemy' mashinostroeniya i nadezhnosti mashin. Moskva, 1994, nr. 4, p. 34-38.
195. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; ȚOPA, A. *Optimizarea parametrilor modificării longitudinale a dinților în angrenajele precesionale*. In: PRASIC'94. Proiectarea asistată de calculator: lucrările celui de al V-lea simpoz. naț., Brașov, 7-9 noiembrie 1994. Vol.: Transmisii mecanice. Brașov, 1994, p. 115-120.
196. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; ȚOPA, A. *Utochnenie parametrov raschyota precessionnoj peredachi*: dep. ICȘITE, nr. 1365-M94. Ch., 1994. 7 p.
197. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Elaborarea tehnologiei de fabricare a roților dințate cu modificare longitudinală și de profil a dinților*: raport șt. UTM. Ch., 1994. 97 p.
198. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Elaborarea modelului fizico-matematic al organului de lucru al stației eoliene în formă de rotor pentru exploatare în condițiile Republicii Moldova*: raport șt. UTM. Ch., 1994. 64 p.
199. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; OBOROC, M. *Elaborarea tehnologiei de presare a roților dințate a angrenajului precesional din pulbere metalică*: raport șt. UTM. Ch., 1994. 13 p.
200. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; CARTOFEANU, Ș. *Module de rotație precesionale pentru roboți industriali*. In: Simpozionul Național de roboți industriali. Ed. a 2-a. Timișoara, 1994, p. 31-36.
201. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; OGLINDĂ, G. *Tehnologia de execuție a reductoarelor precesionale*: raport șt. UTM. Ch., 1994. 49 p.
202. BOSTAN, I. *Cercetarea influenței parametrilor geometrici și de forță asupra localizării petei de contact în angrenajul precesional cu modificare longitudinală*: manuscris. Ch., 1995. 14 p.

203. BOSTAN, I. *Contribuții la precizarea calculului de proiect al transmisiei precesionale*: dep. ICȘITE, nr. 1378-M94. Ch., 1994. 8 p.
204. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Fabricarea elementelor de angrenaj prin sinterizare*. In: Sesiunea de comunicări și note științifice, octombrie 1995. Galați, 1995, p. 45-54.
205. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; PÂRȚAC, I. *Cercetarea stării tensionate a angrenajului precesional*. In: Meridian ingineresc. 1995, nr. 1, p. 36-40.
206. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; ȚOPA, A. *Issledovanie vliyaniya geometricheskix i silovy 'x parametrov po lokalizacii pyatna kontakta v precessionnom zaceplenii s prodol'noj modifikaciei zub'ev*: dep. ICȘITE, nr. 1368-M95. Ch., 1995. 15 p.
207. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S.; BOTEZATU, A. *Cercetarea stării tensionale a elementelor angrenajului precesional*: raport șt. UTM. Ch., 1995. 66 p.
208. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Elaborarea modelului fizico-matematic al organului de lucru al stației eoliene în formă de rotor pentru exploatare în condițiile Republicii Moldova*: raport șt. UTM. Ch., 1995. 64 p.
209. BOSTAN, I.; BOTEZ, I.; DULGHERU, V.; POPOVICI, GH. *Mecanisme pentru asamblarea îmbinărilor filetate*. In: Tehnologii. Calitate. Mașini: a III-a conf. naț. de dispozitive de prelucrare, asamblare și control, București, 31 octombrie 1995. București, 1995, p. 219-222.
210. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; ȚOPA, A.; BOTEZATU, A. *Perspectivile utilizării transmisiilor precesionale în utilaj tehnologic*. In: Tehnologii. Calitate. Mașini: a III-a conf. naț. de dispozitive de prelucrare, asamblare și control, București, 31 octombrie 1995. București, 1995, p. 212-218.
211. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; BOTEZATU, A. *Precessional gear elements manufacturing by sintering of the metallic powders*. In: Romanian International Conference on Powder Metallurgy. Cluj-Napoca, 1995, p. 32- 35.
212. BOSTAN, I.; ȚOPA, A. *Cercetarea influenței parametrilor geometrice și de forță asupra localizării petei de contact în angrenajul precesional cu modificare longitudinală*: manuscris. Ch., 1995. 14 p.
213. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BÂTCĂ, A. *Referitor la proiectarea automatizată a transmisiilor cu angrenaj*. In: Construcții de mașini. Mecanică. Tehnologie: conf. tehn.-șt. a colaboratorilor și studenților, 21-22 noiembrie 1996. Ch., 1996, p. 10.
214. BOSTAN, I.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Danturarea transmisiilor conice înalt solicitate cu durificare termochimică*. In: Construcții de mașini. Mecanică. Tehnologie: conf. tehn.-șt. a colaboratorilor și studenților, 21-22 noiembrie 1996. Ch., 1996, p. 7.

215. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOTEZATU, A. *Model tridimensional ELFIN de cercetare a stării tensionale a angrenajului precesional*. In: Construcții de mașini. Mecanică. Tehnologie: conf. tehn.-șt. a colaboratorilor și studenților, 21-22 noiembrie 1996. Ch., 1996, p. 5.
216. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Manifestarea dinamică a erorii cinematice în transmisiile planetare precesionale*. In: Construcții de mașini. Mecanică. Tehnologie: conf. tehn.-șt. a colaboratorilor și studenților, 21-22 noiembrie 1996. Ch., 1996, p. 4.
217. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Mecanisme de acționare precesionale pentru roboți industriali*. In: Roboți industriali: al XII simpoz. naț. Reșița, 1996, p. 45-47.
218. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Tehnologia fabricării roților dințate ale angrenajului precesional prin metoda de rulare la cald: Partea II*. In: TMCM'96. Tehnologii moderne în construcția de mașini: Vol. II. Secțiunea I-a: Tehnologii de prelucrare prin așchiere: conf. internaț. de comunicări șt., 24-25 mai 1996. Iași, 1996, p. 382-387.
219. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *The manufacturing technology of precessional gear toothed by rolling*. In: Optimum technologies, technologic systems and materials in the machines building field TSTM-2. București; Iași; Ch., 1996, p. 1-5.
220. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Transmisii planetare precesionale: teoria angrenajului precesional multiplu*. In: Mecanisme și transmisii mecanice. Reșița, 1996, p. 132-136.
221. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M. *Contribuții privind neuniformitatea distribuirii sarcinii între dinții angrenajelor multiple*. In: Construcții de mașini. Mecanică. Tehnologie: conf. tehn.-șt. a colaboratorilor și studenților, 21-22 noiembrie 1996. Ch., 1996, p. 9.
222. BOSTAN, I.; OBOROC, M. *Precessional Reductor Satellite Manufacturing of Sintered Steels Parts*. In: Romanian First International Fourth National Conference on Powder Metallurgy, 4-7 iulie 1996. Cluj-Napoca, 1996, p. 62-64.
223. BOSTAN, I.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Dependența randamentului reductoarelor precesionale de tipul rulmenților*. In: Construcții de mașini. Mecanică. Tehnologie: conf. tehn.-șt. a colaboratorilor și studenților, 21-22 noiembrie 1996. Ch., 1996, p. 8.
224. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; ȚOPA, M.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Cercetarea distribuirii sarcinii între dinții angrenajului precesional multiplu*: raport șt. UTM. Ch., 1996. 61 p.
225. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Cercetări privind reductoarele cu mișcare de precesie: experimentări model tip RPI*: raport șt. UTM. Ch., 1996. 45 p.

226. MAZURU, S. *Capacitatea portantă a transmisiilor precesionale cu angrenaj modificat*: teză dr. în șt. tehnice. Cond. șt. ION BOSTAN. Ch., 1996. 240 p.
227. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MAZURU, S.; BOTEZATU, A. *Precessional gear Elements Manufactured by Sintering of the Metallic Powders*. In: Romanian first International Fourth National Conference on Powder Metallurgy, 4-7 july 1996. Cluj-Napoca, 1996, p. 54-58.
228. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCU, M. *Reductoare de turație cu mișcare de precesie*. In: Colaborarea științifică și tehnică între România și Republica Moldova. București, 1996, p. 63.
229. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Reductoare de turație cu mișcare de precesie*. In: TMCM'96. Tehnologii moderne în construcția de mașini. Vol. I. Secțiunea I-a: Tehnologii de prelucrare prin așchiere: conf. internaț. de comunicări șt., Iași, 24-25 mai 1996. Iași, 1996, p. 367-373.
230. BOSTAN, I.; OPREA, A.; ȚOPA, M.; DULGHERU, V.; MAZURU, S.; ȚOPA, A. *Organ de lucru în formă de rotor pentru stație eoliană*. In: Utilizarea surselor renovabile de energie și instalațiile energeticii netraditionale: conf. practico-șt. internaț. Ch., 1995, p. 74-75.
231. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Tehnologia fabricării roților dințate ale angrenajului precesional prin metoda de rulare*. In: TMCM'96. Tehnologii moderne în construcția de mașini. Vol. I. Secțiunea I-a: Tehnologii de prelucrare prin așchiere: conf. internaț. de comunicări șt., Iași, 24-25 mai 1996. Iași, 1996, p. 367-381.
232. BOSTAN, I. *Reductoare de turație cu mișcare de precesie*. In: Colaborarea științifică și tehnică între România și Republica Moldova. București, 1996, p. 63.
233. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Cercetarea ELFIN a stării tensionale a elementelor angrenajului precesional*. In: Tehnologii. Calitate. Mașini. Materiale. Complex Mechanisms (linkages with gear) and Thier applications Proceedings. Vol. 3. IF-TOM-AROTMM: The seventh international symposium on linkages and computer aided design methods theory and practice mechanisms. SYROM'97, București, 26-30 august 1997. București, 1997, p. 63-68.
234. BOSTAN, I. *Precessional Engagements and Technologies Execution*. In: INPEX XIII: The invention show. May 15-18, 1997. Pittsburg, 1997, p. 22-23.
235. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *ELFIN study of the tensional State of the Multiple Precessional Gears Applications of the structural analysis in mechanics engineering*. In: A IV-a Conferință Internațională de Elemente Finite și de Frontieră. Iași, 1997, p. 20-25.
236. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Technical University of Moldova and its Role in Technology Transfer and Science Management*. In: NATO Advanced Research Work-

- shop. Technology Transfer and Science Management. Sinaia, 1997. variantă electronică.
237. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Transmisii planetare precesionale: teoria angrenajului*. In: Tehnologii. Calitate. Mașini. Materiale. Complex Mechanisms (linkages with gear) and Thier applications Proceedings. Vol. 3. IFTOM-AROTMM: The seventh international symposium on linkages and computer aided design methods theory and practice mecanisms. SYROM'97, București, 30 august 1997. București, 1997, p. 69-73.
238. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Cercetarea dinamicii a angrenajului transmisiilor planetare precesionale: raport șt. UTM. Ch., 1997.*
239. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; OPREA, A.; GLUȘCO, C. *Cercetarea staticii și dinamicii transmisiilor planetare precesionale, comercializarea rezultatelor și implementarea lor. Etapa: Cercetarea stării tensionale a angrenajului precesional multiplu: raport șt. Ch., 1997. 37 p.*
240. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Cercetarea stării tensionale a angrenajului precesional multiplu: raport șt. Ch., 1997.*
241. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Cercetări privind reductoarele cu mișcare de precesie: experimentări model tip: raport șt. UTM. Ch., 1997. 38 p.*
242. BOSTAN, I.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VIȘNEACOV, V. *Mandrine autocentrate cu acționare mecanică*. In: TEHNOMUS IX. Tehnologii și produse noi în construcția de mașini: conf. naț., 30-31 mai 1997. Vol. 2. Echipamente de prelucrare. Suceava, 1997, p. 175-181.
243. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Dinamicitatea transmisiei planetare precesionale*. In: PRASIC'98: Proiectarea asistată de calculator în domeniul Mecanismelor, Tribologiei, Organelor de Mașini și Transmisiilor Mecanice: al VI-lea simpoz. naț. cu participarea internaț., Brașov, 5-7 noiembrie 1998. Brașov, 1998, p. 359-362.
244. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Soluții noi pentru transmisiile precesionale în robotică*. In: Robotică'98: al XIV-lea simpoz. naț., Brașov, 5-7 noiembrie 1998. Brașov, 1998, p. 333-336.
245. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *The dynamic of planetary precessional transmission*. In: PRASIC'98: Proiectarea asistată de calculator în domeniul Mecanismelor, Tribologiei, Organelor de Mașini și Transmisiilor Mecanice: al VI-lea simpoz. naț. cu participarea internaț., Brașov, 5-7 noiembrie 1998. Brașov, 1998, p. 355-358.
246. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *The mathematics modelling of precessional multicouple gear with profile modification*. In: PRASIC'98: Proiectarea asistată de calculator în domeniul Mecanismelor, Tribologiei, Organelor de Mașini și Transmisiilor

- Mecanice: al VI-lea simpoz. naț. cu participarea internaț., Brașov, 5-7 noiembrie 1998. Brașov, 1998, p. 355-358.
247. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M. *Methods and device for testing fabrication accuracy of precessional gear tooth flank*. In: Tehnologii. Calitate. Mașini. Materiale'34: ISMAS'98: lucrări șt. prezentate la conf. de mașini-unelte = Scientific papers presented in international conference on manufacturing systems, Bucharest, 14-15 october 1998. București, 1998, p. 383-386.
248. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MAZURU, S.; OPREA, A.; ȚOPA, M. *Organ de lucru al stației eoliene în formă de rotor pentru exploatare în condițiile Republicii Moldova*. In: Simpozion Științific Jubiliar "65 ani ai Universității Agrare de Stat din Moldova". Vol. 2. Ch., 1998, p. 102-103.
249. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; VACULENCO, M. *The elaboration of the eolian units for wind energy recovery*. In: International Conference on Wind Energy Recovery. Ch., 1998, p. 35-39.
250. BOSTAN, I. *Planetarno-precessionny'e peredachi s mnogoparny'm zacepleniem*. In: Interzjikkacha funkcia spojenia Vychovy a praxe: Vedecka Konferencia Strojnikovej fakulty SVST. Bratislava, 1998, p. 65-67.
251. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V.; MAZURU, S. *Cercetarea dinamicii transmisiilor planetare precesionale: raport șt.* UTM. Ch., 1998.
252. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Elaborarea rotorului agregatului eolian în formă de turbină elicoidală*. In: Utilizarea surselor de energie regenerabilă: conf. naț. Ch.: Univ. Agrară, 1998, p. 58-61.
253. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; VACULENCU, M. *Modelarea matematică a angrenajului precesional multiplu cu modificare de profil*. In: PRASIC'98: Proiectarea asistată de calculator în domeniul Mecanismelor, Tribologiei, Organelor de Mașini și Transmisiilor Mecanice: al VI-lea simpoz. naț. cu participarea internaț., Brașov, 5-7 noiembrie 1998. Brașov, 1998, p. 355-358.
254. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Planetary precessional transmissions: multicouple gear and technology of manufacturing*. In: Tehnologii. Calitate. Mașini. Materiale'34: ICMAS'98: lucrări șt. prezentate la conf. de mașini-unelte = Scientific papers presented in international conference on manufacturing systems, Bucharest, 14-15 october 1998. București, 1998, p. 377-382.
255. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; ȚOPA, M.; MAZURU, S. *Transmisii planetare precesionale: angrenaje, tehnologii noi de fabricare și utilizări*. Vol. 1. Ch.: U.T.M., 1998. 205 p.
256. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Contribuții privind neuniformitatea distribuției sarcinii între dinții angrenajului precesional*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare. Vol. 4: Secțiunea 7. Construcții și tehnologii pentru an-



- grenaje: conf. internaț. de comunicări șt. consacrate aniversării a 35-a a Univ. Tehn. a Moldovei, 27-29 mai 1999. Ch., 1999, p. 252-256.
257. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Creativitatea la Universitatea Tehnică a Moldovei în dublă funcționalitate: instruire și cercetare*. In: Intellectus. 1999, nr. 1, p. 31-33.
258. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; HASAN, C. *Tehnologii de execuție a angrenajelor precesionale prin sinterizare*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare. Vol. 4: Secțiunea 7. Construcții și tehnologii pentru angrenaje: conf. internaț. de comunicări șt. consacrate aniversării a 35-a a Univ. Tehn. a Moldovei, 27-29 mai 1999. Ch., 1999, p. 240-244.
259. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TOCA, A.; VACULENCO, M. *Elaborarea manualului de proiectare asistată de calculator în construcția de mașini: raport șt.* Ch., 1999. 68 p.
260. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MADAN, I. *Generarea dinților angrenajului precesional prin metoda de rulare*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare. Vol. 4: Secțiunea 7. Construcții și tehnologii pentru angrenaje: conf. internaț. de comunicări șt. consacrate aniversării a 35-a a Univ. Tehn. a Moldovei, 27-29 mai 1999. Ch., 1999, p. 236-240.
261. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Mecanisme de acționare precesionale pentru roboți industriali*. In: Conferința Internațională de Sisteme Electromecanice SIELMEC-99: a II-a conf. internaț. de sisteme electromecanice, Chișinău-Iași-Craiova, 8-9 septembrie 1999. Vol. 1. Ch., 1999, p. 299-300.
262. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Precessional electromechanical module for flying machines*. In: Conferința jubiliară dedicată 50 de ani de la fondarea Academiei Militare Române, București, 20-23 octombrie 1999. Vol. 12. București, 1999, p. 86-90.
263. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Cercetarea teoretică a sarcinii dinamice în angrenajul precesional*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare. Vol. 4: Secțiunea 7. Construcții și tehnologii pentru angrenaje: conf. internaț. de comunicări șt. consacrate aniversării a 35-a a Univ. Tehn. a Moldovei, 27-29 mai 1999. Ch., 1999, p. 244-248.
264. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Transmisii planetare precesionale: angrenaje, tehnologii de fabricare și utilizări*. In: Construcția de mașini. 1999, nr. 3, p. 1-6.
265. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TURTA, T. *Contribuții privind cercetarea stării tensionale a elementelor angrenajului precesional*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare. Vol. 4: Secțiunea 7. Construcții și tehnologii pentru angrenaje: conf. internaț. de comunicări șt. consacrate aniversării a 35-a a Univ. Tehn. a Moldovei, 27-29 mai 1999. Ch., 1999, p. 248-252.
266. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M. *Contribuții privind controlul preciziei de execuție a flancului dintelui angrenajului precesional*. In: Tehnologii moder-

- ne. Calitate. Restructurare. Vol. 4: Secțiunea 7. Construcții și tehnologii pentru angrenaje: conf. internaț. de comunicări și consacrate aniversării a 35-a a Univ. Tehn. a Moldovei, 27-29 mai 1999. Ch., 1999, p. 256-260.
267. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M. *Dispozitiv de control a preciziei de execuție a angrenajului precesional*. In: SIELMEC'99: a II-a conf. internaț. de sisteme electromecanice, Chișinău-Iași-Craiova, 8-9 octombrie 1999. Vol. 3. Ch.: UTM, 1999, p. 121-122.
268. BOSTAN, I.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Angrenajul precesional cu modificare de profil. Cercetări experimentale privind precizarea calculului de rezistență la contact*. In: Intellectus. 1999, nr. 2, p. 49-52.
269. BOSTAN, I.; SCATICAILOV, S.; TOCA, A. *Model matematic pentru determinarea liniei de contact sculă-roată dințată conică precesională la prelucrare prin rulare*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare. Vol. 4: Secțiunea 7. Construcții și tehnologii pentru angrenaje: conf. internaț. de comunicări și consacrate aniversării a 35-a a Univ. Tehn. a Moldovei, 27-29 mai 1999. Ch., 1999, p. 419-423.
270. BOSTAN, I.; GLUȘCO, C.; DULGHERU, V.; OPREA, A. *Cercetarea influenței erorilor de execuție asupra stării tensionale a angrenajului precesional: raport șt. Ch., 1999. 59 p.*
271. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; OPREA, A.; GLUȘCO, C. *Cercetarea staticii și dinamicii transmisiilor planetare precesionale, comercializarea rezultatelor și imlementarea lor. Etapa: Cercetarea dinamicii transmisiilor planetare precesionale: raport șt. Ch., 1999. 79 p.*
272. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *New solutions of precessional drive mechanisms for industrial robots*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași: Tomul XLLI(L). Supliment I. Secția: Construcții de mașini. Iași: Univ. Politehn. „Gh. Asachi”, 2000, p. 167-190.
273. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ODAINĂI, V. *Precessional reducer for transmissions operating in extreme conditions*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași: Tomul XLLI(L). Supliment I. Secția: Construcții de mașini. Iași: Univ. Politehn. „Gh. Asachi”, 2000, p. 163 -166.
274. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *The elaboration of multiple precessional gear theory and modern manufacturing technology*. In: ARA Journal. Vol. 2000-2003, nr. 25-27, p. 86-89.
275. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M. *Contribution concerning the control of teeth flanks with convex-concave profile in precessional gearings*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul XLVI(L). Supliment I. Secția: Construcții de mașini. Iași: Univ. Politehn. „Gh. Asachi”, 2000, p. 211- 214.
276. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; SCATICAILOV, S. *Obrabotka profilya zub'ev metodom obrabotki precessiruyushhim instrumentom*. In: Progressivny'e texnologii i sis-

- temy' mashinostroeniya: mezhdunar. sb. nauch. trudov. Vy'p. 11. Doneck, 2000, p. 110-114.
277. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C. *Cercetarea staticii și dinamicii transmisiilor planetare precesionale, comercializarea rezultatelor și implementarea lor*: raport șt. Ch., 2000. 112 p.
278. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MAZURU, S.; ȚOPA, M. *Dentition de l'engrenage precessionnel avec modification de profile*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul XLVI(L). Supliment I. Secția: Construcții de mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2000, p. 17-22.
279. ȚOPA, A. *Influența erorii sumare asupra parametrilor modificării longitudinale și distribuției sarcinii în angrenajul precesional*: autoref. tz. dr. în șt. tehnice. Cond. șt. I. BOSTAN. Ch., 2000. 20 p.
280. BOSTAN, I.; OPREA, A. *Bazele proiectării mașinilor*: îndrumar de proiectare. Ch.: Tehnica-Info, 2000. 320 p.
281. ȚOPA, A. *Influența erorii sumare asupra parametrilor modificării longitudinale și distribuției sarcinii în angrenajul precesional*: teză dr. în șt. tehnice. Cond. șt. I. BOSTAN. Ch., 2000. 190 p.
282. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Asupra sintezei structurale și constructive a transmisiilor planetare precesionale*. In: Construcții de mașini (București ). 2001, nr. 11, p. 29-33.
283. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Contribuții privind studiul variatoarelor planetare*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2001, Chișinău, 23-25 mai 2001. Vol. 3. Ch.: UTM, 2001, p. 260-265.
284. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Contribuții privind cercetarea teoretică a turbinei elicoidale pentru agregatul de vânt*. In: Meridian Ingineresc. 2001, nr. 1, p. 53-56.
285. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Elaborarea organului de lucru al agregatului eolian în formă de turbină elicoidală*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2001, Chișinău, 23-25 mai 2001. Vol. 3. Ch.: UTM, 2001, p. 266-268.
286. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Elaborarea teoriei angrenajului precesional multiplu și tehnologia modernă de fabricare*. In: Meridian Ingineresc. 2001, nr. 1, p. 75-78.
287. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ODAINĂI, V. *Contribuții privind elaborarea și cercetarea modulelor mecatronice cu transmisii precesionale*. In: Meridian Ingineresc. 2001, nr. 1, p. 70-71.
288. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Echilibrarea dinamică a arborelui manivelă a transmisiilor planetare precesionale*. In: Meridian Ingineresc. 2001, nr. 1, p. 76-77.

289. BOSTAN, I.; TOCA, A.; MAZURU, S.; SCATICAILOV, S. *Unele particularități de restructurare a suprafețelor întrerupte*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2001, Chișinău, 23-25 mai 2001. Vol. 3. Ch.: UTM, 2001, p. 284-288.
290. BOSTAN, I. *AWARD nr. MRI-2287*. Grant în baza Programului Moldo-American Bilateral de Granturi. Cooperative Grants Program (BGP) oferit de Fundația SUA de Cercetare și Dezvoltare Civilă pentru Statele Independente ale fostei Uniuni Sovietice (CRDF) și Asociația de Cercetare și Dezvoltare din Moldova (MRDA), 1 septembrie 2001 - 1 martie 2003. In: Monitorul Oficial al Republicii Moldova. 2001, nr. 144-146, p. 30.
291. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *The elaboration of multiple precessional gear theory and modern manufacturing technology*. In: Annals of the University of Petroșani. Mechanical Engineering. Vol. 3. Petroșani, 2001, p. 5-10.
292. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. *Contribuții privind fabricarea roților dințate conice cu profil nestandard al dinților prin deformare plastică*. In: Meridian Ingineresc. 2001, nr. 1, p. 72-75.
293. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. *Prelucrarea danturii angrenajului precesional prin rulare la deformare plastică*. In: Meridian Ingineresc. 2001, nr. 1, p. 72-76.
294. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Robot industriels avec transmissions precessionnelles*. In: Geneve'2001. Creations presented by the Inventors of the Republic of Moldova. International exhibition of inventions: new techniques and products. Official Catalogue. Ch., 2001, p. 47.
295. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M. *Modelarea matematică a angrenajului precesional multiplu cu modificare de profil*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2001, Chișinău, 23-25 mai 2001. Vol. 3. Ch.: UTM, 2001, p. 270-274.
296. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; SCATICAILOV, S. *Modelul de calcul al componentei radiale a forței de așchiere la rectificarea angrenajelor*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2001, Chișinău, 23-25 mai 2001. Vol. 3. Ch.: UTM, 2001, p. 280-284.
297. BOSTAN, I.; RIVIN, E. *Elaborarea și cercetarea transmisiilor cinematice planetare precesionale*: proiect nr. 32/7371 care a beneficiat de suport financiar în cadrul Programului CRDF / MRDA Bilateral Grant Program. In: Moldova Suverană. 2001, 2 iunie, p. 4.
298. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A. *Elaborarea agregatului electroeolian pentru funcționare la cadastrul de viteze ale vântului din Republica Moldova. Etapa I: Elaborarea conceptuală a schemei și construcției agregatului eolian*: raport șt. Ch., 2001. 101 p.

299. BOSTAN, I.; TOCA, A.; MAZURU, S.; SCATICAILOV, S. *Modelul imitațional al procesului de rectificare a danturilor*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2001, Chișinău, 23-25 mai 2001. Vol. 3. Ch.: UTM, 2001, p. 274-279.
300. BOSTAN, I. *MP 1 - 2287 [Elaboration of submersible Robot Complex drive mechanism for Ferro - Manganese Concretion Extraction*. Technical University of Moldova]: lista granturilor acordate în baza Programului Moldo-American Bilateral de Granturi. Cooperative Grants Program (BGP) Oferit de catre Fundația SUA de Cercetare și Dezvoltare Civilă pentru Statele Independente ale fostei Uniuni Sovietice (CRDF) și Asociația de Cercetare și Dezvoltare din Moldova (MRDA), 1 septembrie 2001 - 1 martie 2003. In: Monitorul Oficial al Republicii Moldova. 2001, nr. 144-146, p. 31.
301. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *MP 2 -3023. Elaboration and research of kinematic planetary precessional transmissions*: lista granturilor în baza Programului Moldo-American Bilateral de Granturi. Cooperative Grants program (BGP) Oferit de către Fundația SUA de Cercetare și Dezvoltare Civilă pentru Statele Independente ale Fostei Uniuni Sovietice (CRDF) și Asociația de Cercetare și Dezvoltare din Moldova (MRDA), 1 septembrie 2001 - 1 martie 2003. In: Monitorul Oficial al Republicii Moldova. 2001, nr. 144-146, p. 30-31.
302. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale: angrenaje, tehnologii de generare a dinților. Calcule inginerești. Etapa I: Elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului dinților nestandarzi*: raport șt. Ch., 2001. 79 p.
303. BODNARIUC, I. *Analiza cinetostatică a transmisiei planetare precesionale cinematice*. Cond. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 14-15 octombrie 2002. Vol. I. Ch., 2002, p. 22-23.
304. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Nekotory'e voprosy' issledovaniya kinetostatiki kinematičeskix planetarny'x precessionny'x peredach*. In: Sovremenny'e metody' proektirovaniya mashin. Raschyot, konstruirovaniye i tehnologiya izgotovleniya: sb. trudov pervoj mezhdunar. nauch.-texn. konf., Minsk, 11-14 noyabrya 2002. T. I. Minsk, 2002, p. 54-59.
305. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *K opredeleniyu geometričeskix xarakteristik vintovogo rotora dlya vetryanogo agregata*. In: Sovremenny'e metody' proektirovaniya mashin. Raschyot, konstruirovaniye i tehnologiya izgotovleniya: sb. trudov pervoj mezhdunar. nauch.-texn. konf., Minsk, 11-14 noyabrya 2002. T. I. Minsk, 2002, p. 59-63.
306. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Method and equipment for grinding process temperature research*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul XLVIII (LII). Supl. I. Secția: Construcții de mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2002, p. 41-45.

307. CIUPERCĂ, R. *Contribuții privind tehnologia de execuție a rotorului eolian elicoidal*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 14-15 octombrie 2002. Vol. I. Ch., 2002, p. 4-5.
308. GAFIȚANU, M.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; JULA, A.; RACOCEA, C.; HAGIU, GH.; CHIȘU, E. *Organe de mașini: manual*. Vol. 2. București: Ed. Tehnică, 2002. 432 p.
309. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Elaborarea agregatului electroeolian pentru funcționare la cadastrul de viteze ale vântului din Republica Moldova. Etapa 1: Elaborarea conceptuală a schemei și construcției agregatului eolian: raport șt. UTM. Nr. înr. de stat 0101MD 01817; Nr. Inv. 0203MD 01942. Ch., 2002. 61 p.*
310. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Elaboration of the multiple precessional gear theory and modern manufacturing technology*. In: Meridian Ingineresc. 2002, nr. 1, p. 75-78.
311. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Elaboration of the multiple precessional gear theory and modern manufacturing technology*. In: Sovremenny'e metody' proektirovaniya mashin. Raschyot, konstruirovaniye i tehnologiya izgotovleniya: sb. trudov pervoj mezhdunar. nauch.-texn. konf., Minsk, 11-14 noyabrya 2002. T. I. Minsk, 2002, p. 49-54.
312. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Elaboration of the multiple precessional gear theory and modern manufacturing technology*. In: ARA Journal. Vol. 2000-2002, nr. 25-27, p. 86-89.
313. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M. *Some contributions regarding mathematical modelling of the nonstandard teeth profile control*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul XLVIII (LII). Supl. I. Secția: Construcții de mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2002, p. 33-36.
314. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Method, standards and equipment for the grinding process energetic indexes research*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul XLVIII (LII). Supl. I. Secția: Construcții de mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2002, p. 37-41.
315. BOSTAN, I. *Mesajul Asociației Inginerilor din Republica Moldova și al Universității Tehnice a Moldovei: al V-lea simpoz. șt. al inginerilor români de pretutindeni*. In: Univers Ingineresc. 2002, nr. 17, p. 6.
316. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; ȚOPA, A. *Method for precessional gear wheel teeth grinding*. In: Meridian Ingineresc. 2002, nr. 1, p. 79-82.
317. CIOBANU, R.; CIOBANU, O. *Cap de alezat și netezit cu transmisie precesională*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 14-15 octombrie 2002. Vol. I. Ch., 2002, p. 2-3.
318. DICUSARĂ, I. *Aspecte privind proiectarea dispozitivului de rectificare a dinților din angrenajul precesional*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Teh-

- nico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 14-15 octombrie 2002. Vol. I. Ch., 2002, p. 10-11.
319. BOSTAN, V.; WU, S. *Feasibility studies of adaptive finite element method for crash simulation using LS-DYNA*. In: Ford Technical Journal. 2002, 5, nr. 1.
320. Wu, S. R.; Bostan, V. *Study of adaptive explicit finite element for crashworthiness, in Contemporary Research in Theoretical and Applied Mechanics: proceeding 14<sup>th</sup> US National Congress of Theoretical and Applied Mechanics, June 23-28, 2002*. Blacksberg, VA: Ed. R.C Batra and E.G. Henneke, 2002, p. 318-319.
321. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Elaborarea agregatului electroeolian pentru funcționare la cadastrul de viteze ale vântului din Republica Moldova. Etapa 2: Execuție prototip experimental*. raport șt. UTM. Ch., 2002. 96 p.
322. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI, V. *Grant CRDF MP - 2287. Elaboration of submersible Robot Complex drive mechanism for Ferro - Manganese Concretion Extraction*. Ch., 2002. 22 p.
323. BOSTAN, I.; TIGHINEANU, I.; DULGHERU, V.; DOROGAN, V. *Grant CRDF MPI - 990. National Center for Materials Study and Testing in Mechanics, Opto-Microelectronics and Renewable Energy Sources*.
324. ODAINĂI, V. *Realizări tehnice ale mecatronicii*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 14-15 noiembrie 2002. Vol. I. Ch., 2002, p. 24-25.
325. SOCHIREAN, A. *Contribuții privind simularea dinamică a transmisiilor planetare precesionale*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 14-15 septembrie 2002. Vol. 1. Ch., 2002, p. 16-17.
326. VITYAZ', P.; BOSTAN, I. *Sovremennyy'e metody' proektirovaniya mashin. Raschyot, konstruirovaniye i texnologiya izgotovleniya: sb. nauch. trudov Pervoi mezhdunar. nauch.-texn. konf., Minsk, 11-13 dekabrya 2002*. T. I. Minsk, 2002.
327. CIUPERCĂ, R. *Argumentarea oportunității utilizării energiei eoliene în Republica Moldova*. In: Meridian Ingineresc. 2002, nr. 4, p. 75-78.
328. CIUPERCĂ, R. *Contribuții privind tehnologia de execuție a rotorului eolian eliocoidal*. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 14-15 noiembrie, 2002. Ch.: UTM, 2002, p. 14-15.
329. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale: angrenaje, tehnologii de generare a dinților; calcule inginerești. Etapa 1: Elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului dinților nestandarzi: raport șt. Nr. înr. de stat 0101MD 01814; Nr. inv. 0203MD 01935*. Ch., 2002. 89 p.

330. SOCHIREAN, A. *Cercetarea teoretică a sarcinilor dinamice în angrenajul precesional*. In: Construcția de Mașini. 2001, 53, nr. 11, p. 16-19.
331. TRIFAN, N. *Fabricarea roților dințate din angrenajul precesional prin matrițare de rulare*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 14-15 septembrie 2002. Vol. I. Ch., 2002, p. 20-21
332. VACULENCO, M. *Unele aspecte privind controlul roților dințate din angrenajul precesional*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 14-15 septembrie 2002. Vol. I. Ch., 2002, p. 12-13.
333. CIOBANU, O. *Microhidrocentrala - o sursă importantă de energie electrică și mecanică*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 18 octombrie 2003. Vol. I. Ch., 2003, p. 118-119.
334. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; GLUȘCO, C.; CIUPERCĂ, R.; SOCHIREAN, A.; CIOBANU, O. *Elaborarea agregatului electroeolian pentru funcționare la cadastrul de viteze ale vântului din Republica Moldova. Etapa I: Manifestarea construcției și documentației tehnice conform rezultatelor cercetărilor experimentale: raport șt. UTM. Nr. înr. de stat 0101MD 01817; Nr. de inv. 0204MD 02016. Ch., 2003. 42 p.*
335. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Studiu privind sistemele de conversiune a energiei cinetice a apei râurilor*. In: Meridian Ingineresc. 2003, nr. 3, p. 49-50.
336. BODNARIUC, I. *Contribuții privind fabricarea roților dințate prin turnare ale angrenajelor din mase plastice*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 18 octombrie 2003. Vol. I. Ch., 2003, p. 104-105.
337. BOSTAN, V.; HAN, W.; REDDY, B. D. *A posteriori error analysis for elliptic variational inequalities of the second kind, in Computational Fluid and Solid Mechanics 2003: proceeding 2<sup>nd</sup> Conference on Computational Fluid and Solid Mechanics, June 17-20, 2003, ed. K. J. Bathe, p. 1867-1870.*
338. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Unele aspecte privind utilizarea tehnologiilor neconvenționale la prelucrarea roților dințate de dimensiuni mici*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2003, Chișinău, 29 mai - 1 iunie 2003. Vol. II. Ch.: UTM, 2003, p. 21-25.
339. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Unele aspecte privind utilizarea tehnologiilor neconvenționale la prelucrarea roților dințate precesionale*. In: Meridian Ingineresc. 2003, nr. 3, p. 91-95.
340. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Elaboration of Multiple Precessional Gear Theory and Modern Manufacturing Technology*. In: ARA Jurnal. Vol. 2000-2003, nr. 25-27, p. 86-89.



341. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Elaboration of Multiple precessional Gear Theory and Modern Manufacturing Technology*. In: POWER TRANSMISSIONS'03: conference, Bulgaria, 11-12 september 2003. Varna, 2003.
342. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. *Unele aspecte privind autoprofilarea dinților din angrenajul precesional prin deformare plastică*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2003, Chișinău, 29 mai - 1 iunie 2003. Vol. 3. Ch.: UTM, 2003, p. 34.
343. CIUPERCĂ, R. *Energia eoliană. Aspecte și perspective de dezvoltare în Republica Moldova*. In: Meridian Ingineresc. 2003, nr. 4, p. 90-93.
344. CIOBANU, R. *Studiu privind procedeele de reducere a frecării de alunecare în angrenaje*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 18 octombrie 2003. Vol. I. Ch., 2003, p. 120-121.
345. DICUSARĂ, I. *Motivarea elaborării micro-angrenajelor precesionale*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 18 octombrie 2003. Vol. I. Ch., 2003, p. 106-107.
346. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI; V. GRANT. *Elaboration and Research on the kinematic Planetary Precessional Transmissions*: CRDF MP - 3023. Ch., 2003. 22 p.
347. SOCHIREAN, A.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Echilibrarea dinamică a blocului satelit al transmisiilor planetare precesionale*. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 18 noiembrie 2003. Vol. 1. Ch., 2003, p. 112-113.
348. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; VACULENCO, M.; SOCHIREAN, A.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale: angrenaje, tehnologii de generare a dinților, calcule inginerești. Etapa 3. Realizarea metodelor și dispozitivelor de control al preciziei de prelucrare a profilului dinților*: raport șt. UTM. Nr. înr. de stat 01814; Nr. de inv. 0204MD 02015. Ch., 2003. 91 p.
349. TRIFAN, N. *Unele aspecte privind autoprofilarea dinților din angrenajul precesional prin deformare plastică*. In: Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare: a IX-a conf. șt. internaț. TMCR'2003, 29 mai - 1 iunie, 2003, Vol. 3. Ch., 2003, p. 52-55.
350. TRIFAN, N. *Aprecierea diferitor metode de durificare a suprafețelor*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 18 noiembrie 2003. Vol. 1. 2003, p. 114-115.
351. VENGHER, D. *Metoda de analiză structurală cu elemente în CAD*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică a Studenților și Doctoranzilor, 18 noiembrie 2003. Vol. 1. 2003, p. 110-111.

352. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; IONESCU, F.; SOCHIREAN, A. *Analiza cinetostatică a transmisiei precesionale pe modele dinamice simulate la calculator*. In: Meridian Ingineresc. 2004, nr. 2, p. 59-61.
353. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, A. *Aspecte privind prelucrarea industrială a dinților roților centrale din angrenajul precesional*. In: Meridian Ingineresc. 2004, nr. 3, p. 70-72.
354. BOSTAN, I.; BOGDAN, V.; DULGHERU, V.; BOSTAN, N.; CIUPERCĂ, R. *Turbină elicoidală pentru agregate eoliene și minihidrocentrale*. In: Buletin AGIR. 2004, nr. 4, p. 80-84.
355. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; Ciobanu O. *Studiu privind microhidrocentralele pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor*. In: Conferința Tehnico-Științifică Jubiliară a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, 8-9 octombrie 2004. Vol. 3. Ch.: UTM, 2004, p. 109-110.
356. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Turbina elicoidală pentru agregate eoliene și microhidrocentrale*. In: Buletinul AGIR. 2004, nr. 4, p. 80-85.
357. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; CIUPERCĂ, R.; POȘTARU, GH.; TRIFAN, N. *Grant CRDF MP2-3023, 2003. A helical turbine system for wind and hydraulic energy recovery : raport șt. Ch., 2004. 22 p.*
358. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, A.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O. *Minihidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor. Etapa 1: Aprecierea potențialului energetic al râurilor Nistru, Prut și Răut. Elaborarea conceptuală a microhidrocentralei: Argumentarea teoretică a parametrilor funcționali ai rotorului și elaborarea sarcinii tehnice: raport șt. UTM. Ch., 2004. 62 p.*
359. TOCA, A.; BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, A.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. *Organe de lucru eoliene eficiente la cadastrul de viteze ale vântului specifice Republicii Moldova ( $V=3-5$  m/s). Etapa 1: Elaborarea conceptuală a schemelor organelor de lucru eoliene și efectuarea cercetărilor teoretice. Elaborarea sarcinii tehnice. Elaborarea machetelor funcționale: raport șt. UTM. Ch., 2004. 54 p.*
360. BOSTAN, I.; COMENDANT, V.; DULGHERU, V.; POȘTARU, GH.; POȘTARU, A.; COZMA, T. *Bazele proiectării mașinilor: îndrumar. Ch.: UTM, 2004. 106 p.*
361. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Aspecte privind elaborarea teoriei angrenajului precesional multiplu și a tehnologiei moderne de fabricare*. In: Buletinul AGIR. 2004, nr. 4, p. 12-16.
362. BOSTAN, V.; HAN, W. *Recovery-based error estimation and adaptive solution of elliptic variational inequalities of the second kind*. In: Comm. Math. Sci. 2. 2004, p.1-18.
363. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Unele aspecte privind cercetarea coeficientului de frecare în angrenajul precesional cu roți dințate din mase plastice*.

- In: VAREHD - 12: conf. internaț., Universitatea din Suceava, 8 noiembrie 2004. variantă electronică
364. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Dispozitiv pentru danturarea roților dințate precesionale de dimensiuni mici bazat pe utilizarea fasciculului laser*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul L (LIV). Fasc. 5a. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2004, p. 263-264.
365. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. *Analiza comparativă a influenței parametrilor geometrici ai angrenajului precesional asupra abaterii profilului cu și fără modificare*. In: Meridian Ingineresc. 2004, nr. 4, p. 21-25.
366. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; TRIFAN, N. *Metodele constructive de asigurare a calității pieselor de tip roată dințată*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul L (LIV). Fasc. 5c. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2004, p. 757-760.
367. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Aprecierea calității organelor de mașini la etapa de pregătire tehnologică a producției*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul L (LIV). Fasc. 5c. Secția: Construcții de Mașini. Iasi, 2004, p. 749-752.
368. BOSTAN, I.; TOCA, A.; SCATICAILOV, S.; MAZURU, S. *Cercetarea variației secțiunii transversale teoretice a așchiilor dintre sculă și roata dințată conică precesională la rectificare și frezare*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul L (LIV). Fasc. 5c. Secția: Construcții de Mașini. Iasi, 2004. p. 753- 756.
369. COZMA, T. *Analiza variatoarelor de turație toroidale*. Ref. șt. I. BOSTAN, V. DULGHERU. In: Conferința Tehnico-Științifică Jubiliară a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților UTM, 8-9 octombrie 2004. Vol. 3. Ch.: UTM, 2004, p. 106-107.
370. BOSTAN, I.; IONESCU, F.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; VENGHER D. *Design of a new type of gearing for advantageous equipment crushing from the point of view of its cost. Phase 1: report of the research grant. Technische Universitat Moldawiens; ARP GmbH, Alpirsbach- Deutscland; Schwerpunktf Mechatronik FH - University of Applied Sciences - Konstanz. Ch., 2004. 75 p.*
371. BOSTAN, I.; IONESCU, F.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; VENGHER, D. *Design of a new type of gearing for advantageous equipment crushing from the point of view of its cost. Phase 2: report of the research grant. Technische Universitat Moldawiens; ARP GmbH, Alpirsbach- Deutscland; Schwerpunktf Mechatronik FH -University of Applied Sciences - Konstanz.. Ch., 2004. 125 p.*
372. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TOPA, M.; SOCHIREAN, A.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI, V.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Sisteme de Acționare Submersibile ale Complexului Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa 1: Elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului dinților nestandarzi cu modificare de profil și*

- longitudinală cu considerarea tuturor factorilor de influență și cercetarea dinamicii transmisiei precesionale. Elaborarea machetei funcționale: raport șt. UTM. Nr. înr. de stat 0104MD 02527; Nr. de inv. 0205MD 02205. Ch., 2004. 105 p.*
373. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R.; MAZURU, S.; TRIFAN, N. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale: angrenaje, tehnologii de generare a dinților, calcule inginerești. Etapa 4: Elaborarea bazelor teoretice ale tehnologiilor noi de generare a danturilor roților dințate cu profil evolventic, cicloidal și în arc de cerc: raport șt. UTM. Nr. înr. de stat 0101MD 01814; Nr. de inv. 0205MD 02203. Ch., 2004. 73 p.*
374. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Development of theory of multiple precessional gear. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LI (LV). Fasc. 5. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2005, p. 271-276.*
375. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Aspecte privind prelucrarea roților dințate precesionale de dimensiuni mici prin electroeroziune cu fir. In: Tehnologii Moderne. Calitate. Restructurare: conf. st. internaț. TMCR'2005, Chișinău, 19-22 mai 2005. Vol. 3. Ch.: UTM, 2005, p. 123-126.*
376. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Organ de lucru eolian în formă de turbină elicoidală. In: Energetica Moldovei - 2005: conf. șt. internaț., Chișinău, 21-24 septembrie 2005. Ch., 2005, p. 627-637.*
377. DULGHERU, V.; BOSTAN, I.; CIUPERCĂ, R. *Computational modelling of the functional parameters of helical wind rotor in ANSYS CFX-5. 7 software. In: The 30<sup>th</sup> Annual Congress of the American Romanian Academy of Arts and Sciences: The Academy of Economic Studies of Moldova, Chișinău, July 5-10, 2005: proceedings. Ch.: ASEM, 2005, p. 531-534.*
378. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; POȘTARU, GH.; CIUPERCĂ, R. *Grant SCOPES IB7320-110902/1. Conversion of renewable kinetic energy of water: synthesis, theoretical modelling and experimental evaluation.: Phase 1. Coord. ADRIAN GHEORGHE (Univ. ETHZ, Zurich, Elveția); ION BOSTAN (UTM ). Ch., 2005. 44 p.*
379. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. *Helical Turbine for Aeolian Systems. In: INPEX XV: The invention show, June 8-11, 2005. Pittsburgh: PA, 2005. p. 38.*
380. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; COZMA, T.; TRIFAN, N.; VENGHER, D. *Minihidrocentrală flotabilă cu palete cu profil hidrodinamic reglabile. In: Energetica Moldovei - 2005: conf. internaț., Chișinău, 21-24 septembrie 2005. Ch., 2005, p. 604-608.*
381. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; COZMA, T.; TRIFAN, N.; VENGHER, D. *Minihidrocentrală flotabilă cu palete cu profil hidrodinamic reglabile. In: Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanica fină: simpoz. internaț., 17 septembrie 2005. Ch.: Știința, 2005, p. 188-192.*

382. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; COZMA, T.; TRIFAN, N.; VENGHER, D. *Minihidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor*. In: Registrul elaborărilor științifice în domeniul ingineriei electronice, materialelor multifuncționale și mecanicii fine. Ch.: Știința, 2005, p. 54.
383. DULGHERU, V.; BOSTAN, I.; PLEȘCO, P.; MORARU, GH. *Minihidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor. Etapa 2: Cercetarea parametrilor funcționali ai organului de lucru în baza modelului experimental. Calculul elementelor portante și elaborarea constructivă a minihidrocentralei. (Execuție prototip experimental): raport st.* Ch., 2005. 112 p.
384. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Aspecte privind analiza în mediul ANSYS CFX-5 a parametrilor funcționali ai modelului rotorului eolian elicoidal*. In: Tehnologii Moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2005, Chișinău, 19-22 mai 2005. Vol. 3. Ch.: UTM, 2005, p. 134-137.
385. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, R. *Simularea interacțiunii fluידului cu paletele organelor de lucru ale sistemelor de conversiune a energiilor regenerabile, utilizând mediul ANSYS CFX - 5. 7*. In: ECODESIGN: seminar naț. de organe de mașini. Ed. a XXV-a, Brașov, 9-10 iunie 2005. Brașov: Univ. "Transilvania", 2005, p. 119-126.
386. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VIERU, T.; SECRIERU, V.; MUNTEANU, E. *Sistem de iluminare a satelor în baza energiei generate de microhidrocentrale*. In: Registrul elaborărilor științifice în domeniul ingineriei electronice, materialelor multifuncționale și mecanicii. Ch.: Știința, 2005, p. 42-43.
387. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Interpretation, calculation and development of the processing methods for teeth profilegeneration*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LI (LV). Fasc. 5. Secția: Construcții de mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2005, p. 293-298.
388. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Mecanisme de acționare a aparatelor cosmice de zbor*. In: Registrul elaborărilor științifice în domeniul ingineriei electronice, materialelor multifuncționale și mecanicii. Ch.: Știința, 2005, p. 52
389. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Proiectarea 3D și simularea transmisiilor planetare precesionale în softul motioninventor*. In: ECODESIGN: seminar naț. de organe de mașini. Ed. a XXV-a, Brașov, 9-10 iunie 2005. Brașov: Univ. "Transilvania", 2005, p. 27-31.
390. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Simularea pe calculator a cinetostaticii transmisiei planetare precesionale*. In: Tehnologii Moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2005, Chișinău, 19-22 mai 2005. Vol. 3. Ch.: UTM, 2005, p. 138-141.
391. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; CERNOV, A. *Metodica aprecierii tehnologicității construcției (TC) roților dințate*. In: Tehnologii Moderne. Calitate. Restructurare: conf.

- șt. internaț. TMCR'2005, Chișinău, 19-22 mai 2005. Vol. 3. Ch.: UTM, 2005, p. 127-134.
392. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; TRIFAN, N. *Unele aspecte privind moletarea roților dințate din angrenajul precesional*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2005, Chișinău 19-22 mai 2005. Vol. 2. Ch.: UTM, 2005, p. 52-55.
393. BOSTAN, I. *Modelarea procesului de generare a dinților cu modificare de profil*. In: Meridian Ingineresc. 2005, nr. 4, p. 15-18.
394. BOSTAN, I.; SOCHIREAN, A. *Aspects of industrial processing of the precessional toothed wheels*. In: The 30<sup>th</sup> Annual Congress of the American Romanian Academy of Arts and Sciences: The Academy of Economic Studies of Moldova, Chișinău, July 5-10 2005: proceedings. Ch.: ASEM, 2005, p. 493-496.
395. BOSTAN, V.; HAN, W.; REDDY, B. D. *A posteriori error estimation and adaptive solution of elliptic variational inequalities of the second kind*. In: Applied Numerical Mathematics. January 2005. Vol. 52, Issue 1, p. 13-38.
396. WU, S. R.; BOSTAN, V. *Studies of Adaptive Finite Element Method for Component Crashworthiness Analysis*, SAE 2005: World Congress, 01-0611.
397. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; CIUPERCĂ, R.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I. *Design of a new type of gearing for advantageous equipment crushing from the point of view of its cost. Phase 2: raport st. al grantului încheiat cu firma ARP Alpirshbach, Germania și Univ. de Șt. Aplicate, Konstanz, Germania. Ch., 2005. 125p.*
398. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; TRIFAN, N. *Mecanisme de acționare precesionale ale Complexului Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar*. In: Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanica fină: simpoz. internaț., 17 mai 2005. Ch.: Știința, 2005, p. 37-40.
399. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R.; TRIFAN, N.; VENGHER, D. *Mecanisme de acționare precesionale pentru Complexul Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar (CRECFM)*. In: Registrul elaborărilor științifice în domeniul ingineriei electronice, materialelor multifuncționale și mecanicii. Ch.: Știința, 2005, p. 50-51.
400. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; VACULENCO, M.; TRIFAN, N. *Prelucrarea prin electroeroziune după contur - metodă alternativă de formare a danturii din angrenajul precesional*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2005, Chișinău, 19-22 mai 2005. Vol. 2. Ch.: UTM, 2005, p. 56-58.
401. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, A.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R.; ODAINĂI, V.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Sisteme de acționare submersibile ale complexului robotizat de extracție a concrețiunilor fero manganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa II: Optimizarea tehnologiei*

- de generare a dinților roților dințate conice cu profil convex-concav al dinților. Realizarea metodelor și dispozitivelor performante de control al preciziei de prelucrare a profilului dinților, inclusiv cu modificare de profil și longitudinală: raport șt. UTM. Nr. înr. de stat 0104MD 02527; Nr. de inv. 0206MD 02398. Ch., 2005. 91 p.*
402. CIUPERCĂ, R. *CFD pentru analiza complexă a parametrilor funcționali ai modelului rotorului eolian elicoidal*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2005, Chișinău 19-22 mai 2005. Vol. 2. Ch.: UTM, 2005, p. 99-102.
403. CIUPERCĂ, R. *Contribuții privind alegerea profilului paletelor rotorului eolian elicoidal*. In: Conferința Tehnico-științifică a Studenților și Doctoranzilor consacrată anului Fizicii. Vol.2. Ch.: U.T.M., 2005, p. 167-170.
404. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Organ de lucru eolian în formă de turbină elicoidală (C11)*. In: Energetica Moldovei - 2005: conf. șt. internaț., Chișinău, 21-24 septembrie 2005. Ch., 2005, p. 627-637.
405. CIUPERCĂ, R. *Cercetări preliminare în mediul ANSYS CFX-5 ale parametrilor funcționali ai rotorului eolian elicoidal*. In: Meridian Ingineresc. 2004, nr. 4, p. 50-55.
406. BOSTAN, I. *Design of a new type of gearing for the crushing equipment that is advantageous from the point of view of its cost*. Grant încheiat cu firma ARP Alpirshbach, Germania și Universitatea de Științe Aplicate, Konstanz, Germania. Grant concluded with the ARP Alpirshbach company, Germany and the University of Applied Sciences, Konstanz, Germany. Coord. I. BOSTAN. TUM. (5600 Euro) 2004-2006. V. 324.
407. BOSTAN, I.; MAZURU, S. *Osobenosti kontrolya zubchaty'x poverxnostej posle obrabotki*. In: Mashinostroenie i texnosfera XXI veka: sb. trudov XII mehzdunar. nauch.-texn. konf., Sevastopol', 11-16 sentyabrya 2006. T. I. Doneck, 2005, p.232- 236.
408. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale: angrenaje, tehnologii de generare a dinților, calcule inginerești: raport șt. UTM. Nr. înr. de stat 0101MD 0108814; Nr. de inv. 0206MD 02394. Ch., 2005. 76 p.*
409. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I. *Transmisii planetare precesionale cinematice: Tehnologii de fabricare și aplicații*. In: Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanica fină: simpoz. internaț., 17 septembrie 2005. Ch.: Știința, 2005, p. 178.
410. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R. *Transmisii planetare precesionale de putere: angrenaje și tehnologii de fabricare*. In: Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanica fină: simpoz. internaț., 17 septembrie 2005. Ch.: Știința, 2005, p. 179-188.

411. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R. *Transmisii planetare precesionale de putere: angrenaje și tehnologii de fabricare*. In: Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanică fină: simpoz. internaț., 17 septembrie 2005. Ch.: Știința, 2005, p. 177, 180-189.
412. TRIFAN, N. *Utilizarea softului deform<sup>m</sup> pentru modelarea proceselor tehnologice de prelucrare a metalelor prin presiune*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2005, Chișinău, 19-22 mai 2005. Vol. 2. Ch.: UTM, 2005, p. 406-409.
413. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; TRIFAN, N. *Transmisii planetare precesionale în robotică*. In: Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanica fină: simpoz. internaț., 17 septembrie 2005. Ch.: Știința, 2005, p. 178.
414. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; COZMA, T.; DICUSARĂ, I. *Transmisii planetare precesionale în tehnica cosmică de zbor și sisteme de comunicații terestre*. In: Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanica fină: simpoz. internaț., 17 septembrie 2005. Ch.: Știința, 2005, p. 179.
415. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; TRIFAN, N.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R.; VENGER, D. *Turbomotor precesional reactiv cu ejecție a armaturii pentru conducte de gaz*. In: Registrul elaborărilor științifice în domeniul ingineriei electronice, materialelor multifuncționale și mecanicii fine. Ch.: Știința, 2005, p. 53.
416. BOSTAN, I.; CIOBANU, O. *Studiu privind elaborarea organului de lucru al microhidrocentralelor*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2005, Chișinău, 19-22 mai 2005. Vol. 3. Ch.: U.T.M., 2005, p. 119-123.
417. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Computational modelling of the functional parameters of helical wind rotor in ANSYS CFX-5.7 software*. In: The 30<sup>th</sup> Annual ARA Congress: proceeding. Ch., 2005, p. 531-534.
418. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Estimation of the power losses in kinematical precessional transmission*. In: VAREHD: the 13<sup>th</sup> conf. on Elastohydrodynamic Lubrication and reaction, Suceava, 6-7 octombrie 2006. Suceava, 2006.
419. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Study on the Steel Polycarbonate Contact in Conditions of Friction for Various Forms of Contacting Elements Applied to Processional Gearing*. In: Analele Universității Ovidius. Seria: Inginerie Mecanică = Ovidius University Annual Scientific Journal. Mechanical Engineering Series. Vol. VIII, nr. 1. Constanța, 2006, p. 79-84.
420. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Nekotory'e aspekty' issledovaniya poter' moshhnosti v kinematicheskix precessionny'x peredachax*. In: Mashinostroenie i texnosfera XXI veka: sb. trudov XIII mezhdunar. nauch.-texn. konf., Sevastopol', 11-16 sentyabrya 2006. T. I. Doneck, 2006, p. 147-150.



421. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIOBANU, R. *Studiul cinetostatic al mecanismului de legătură în multiplicatorul precesional tip K-H-V*. In: Proiectarea Asistată de Calculator PRASIC'06 - BRAȘOV: Mecanisme. Tribologie: al 8-lea simpoz. naț. cu participare internaț., 9-10 noiembrie 2006. Brașov, 2006, p. 55-58.
422. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Contributions to the processing of the small-sized precessional toothed wheels with non-standard profile of teeth*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LII (LVI). Fasc. 5a. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2006, p. 25-30.
423. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Contributions to the processing of the small-sized precessional toothed wheels with non-standard profile of teeth*. In: Acta Technica Napocensis. Series: Applied Mathematics and Mechanics: The 8<sup>th</sup> International Conference on mechatronics and precision engineering COME-FIM'8. Cluj-Napoca, 2006, 49, vol. IV, p. 817-820.
424. BOSTAN, I.; BOSTAN, V.; DULGHERU, V. *Conceptual design of the electrical micro-hydropower station for the conversion of running water kinetic energy into mechanical and electrical energy*. In: Analele Universității "Dunărea de Jos" din Galați. Fasc. XIV. Inginerie Mecanică. Galați, 2006, p. 34-38.
425. BOSTAN, I.; BOSTAN, V.; DULGHERU, V. *Modelarea numerică a profilelor hidrodinamice ale paletelor și simularea acțiunii curenților de apă asupra paletelor rotorului microhidrocentralei*. In: Meridian Ingineresc. 2006, nr. 4, p. 13-16.
426. BOSTAN, I.; BOSTAN, V.; DULGHERU, V. *Numerical Modelling and Simulation of the Fluid Flow action on Rotor Blades of the Micro-hydropower Station*. In: Analele Universității Ovidius. Seria: Inginerie Mecanică. Constanța, 2006, vol. VIII, nr. 1, p. 70-78.
427. BOSTAN, I.; BOSTAN, V.; DULGHERU, V. *Numerical modelling of the hydrodynamic profile of blades and simulation of the fluid flow action on rotor blades of the micro-hydropower station*. In: Meridian Ingineresc. 2006, nr. 4, p. 16-24.
428. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale*. In: Catalogul inovațiilor top în nanotehnologii, inginerie industrială, materiale și tehnologii de construcție. Vol. 3. Ch., 2006, p. 36-37.
429. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Interpretation, calculation and development of processing method for teeth profile generation*. In: Buletinul Politehnic din Iași. Tomul LI (LV). Fasc. 5. Secția Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2005, p. 271-276.
430. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MALCOCI, I.U. *Some aspects concerning the decrease of sliding friction in the precessional kinematic gear*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LII (LVI). Fasc. 6a. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2006, p. 85-90.

431. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MOGAN, GH.; OLEVSCI, A. *Contributions to the fabrication of precessional toothed wheels by sintering*. In: Proiectarea Asistată de Calculator PRASIC'06 – BRAȘOV: Organe de mașini. Transmisii mecanice: al 8-lea simpoz. naț. cu participare internaț., 9-10 noiembrie 2006. Brașov, 2006, p. 51-54.
432. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ODAINĂI, V. *Aspecte privind elaborarea modului mecatronic precesional cu dimensiuni diametrale reduse*. In: Acta Technica Napocensis. Series: Applied Mathematics and Mechanics: The 8<sup>st</sup> International Conference on mechatronics and precision engineering COMEFIM'8. Cluj-Napoca, 2006, 49, vol. IV, p. 812-816.
433. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ODAINĂI, V. *Some aspects concerning the development of the precessional reducer for oil pumping from big depth*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LII (LVI). Fasc. 5a. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2006, p. 31-36. .
434. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Particularități constructive și de calcul ale reductorului precesional cu transmiterea puterii prin două torente*. In: Seminarul Național de Organe de Mașini "Ioan Draghici". Ed. XXIV, Ploiești, 13-14 iunie 2006. Ploiești, 2006, p. 31-34.
435. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V. *Stație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică (Power plant for wave-to-electric energy conversion)*. In: Catalogul Inovațiilor Top în Energetică. 2006, vol. 2, p. 36-37.
436. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIOBANU, O. *Aspecte constructiv tehnologice privind elaborarea rotorului multipal*. In.: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LII (LVI). Fasc. 5d. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2006. p. 1275-1279.
437. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Theoretical analysis of the carrying blade profile for small wind turbines and selection of the optimal profiles for the functional model blade of the helical wind turbine (part. I)*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LII (LVI). Fasc. 5d. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2006, p. 1280-1284.
438. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Theoretical analysis of the carrying blade profile for small wind turbines and selection of the optimal profiles for the functional model blade of the helical wind turbine (part. II)*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LII (LVI). Fasc. 5d. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2006, p. 1285-1288.
439. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Unele aspecte privind studiul pieței pentru energia renovabilă obținută din energia cinetică de curgere a apei râurilor*. In: Convorbiri Economice. 2006, nr. 8, p. 32-34.

440. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CEBOTARI, D.; DONȚU, V. *Centroběžny'j nasos na maloe chislo oborotov*. In: Nasosy'. Oborudovanie: nauch.-praktičeskij zhurnal VNI-IAEN (Ukr.). 2006, nr. 2, p. 32-34.
441. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MOGAN, GH.; OLEVSCI, A. *Contributions to the fabrication of precessional toothed wheels by sintering*. In: Proiectarea Asistată de Calculator PRASIC'06: Mecanisme. Tribologie: al 8-lea simpoz. naț. cu participare internaț., Brașov, 9-10 noiembrie 2006. Brașov, 2006, p. 51-54.
442. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; CIOBANU, O. *Elaborarea construcției rotului multipal al minihidrocentralei*. In: Seminarul Național de Organe de Mașini "Ioan Draghici". Ed. XXIV, Ploiești, 13-14 iunie 2006. Ploiești, 2006, p. 67-76.
443. BOSTAN, I.; CEBOTARI, D.; DONȚU, V.; DULGHERU, V.; CIOBANU, O. *Elaborarea pompei centrifuge de turajie*. In: Meridian Ingineresc. 2006, nr. 2, p. 11-15.
444. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; POȘTARU, GH.; CIUPERCĂ, R.; TRIFAN, N. *Conversion of renewable kinetic energy of water: synthesis, theoretical modelling and experimental evaluation*. Phase 2. Grant SCOPES IB7320 - 110902/1. Coord. ADRIAN GHEORGHE (Universitatea ETHZ, Zurich, Elveția); ION BOSTAN (UTM). Ch., 2006. 24 p.
445. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MORARU, GH.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. *Minihidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor. Etapa III: Elaborarea tehnologiei de fabricare a organului de lucru. Execuția prototipului experimental al minihidrocentralei și efectuarea încercărilor în condiții reale: raport șt.* Ch., 2006. 65 p.
446. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Aspects concerning the research of the planetary precessional transmission dynamics*. In: Seminarul Național de Organe de Mașini "Ioan Draghici". Ed. XXIV, Ploiești, 13-14 iunie 2006. Ploiești, 2006, p. 49-54.
447. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Contributions concerning the study of the kinematics of planetary precessional transmission*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LII (LVI). Fasc. 6a. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2006, p. 91-96.
448. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Some aspects regarding the elaboration of multiple precessional gear theory and modern manufacturing technology*. In: Analele Universității "Dunărea de Jos" din Galați. Fasc. IX. Metalurgie și Știința Materialelor. Galați, 2006, p. 12-16.
449. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. *Issledovanie vliyanija geometricheskix parametrov precessionnogo zacepleniya na otklonenie nemodificirovannogo profilja zub'ev*. In: Mashinostroenie i texnosfera XXI veka: sb. trudov XIII mezhdunar. nauch.-texn. konf., Sevastopol', 11-16 sentyabrya 2006. T. 1. Doneck, 2006. p. 151-156.

450. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VENGHER, D. *Unele aspecte privind calculul transmisiilor precesionale la tensiuni de contact*. In: VAREHD: the 13<sup>th</sup> conference on Elastohydrodynamic Lubrication and Traction, Suceava, 6-7 octombrie 2006. Suceava, 2006.
451. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; PEREU, E. *Povy'shenie nagruzochnoj sposobnosti zubchaty'x kolyos texnologicheskoy kombinirovannoj obrabotkoj*. In: Mashinostroenie i texnosfera XXI veka: sb. trudov XIII mezhdunar. nauch.-texn. konf., Sevastopol', 11-16 septembrie 2006. T. I. Doneck, 2006, p. 156-160.
452. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; MAZURU, S. *Dention de l'engrenage precessionnel a profil modifie*. In: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Tomul LII (LVI). Fasc. 6A. Secția: Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2006, p. 17-22.
453. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GIURGIUMAN, H.; HEUSCH, CH. *Development of the processing method for non-standard teeth profile generation*. In: Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Mechatronics & Robotics: the 17<sup>th</sup> Internat. DAAAM Sympos., Vienna, 8-11 noiembrie 2006. Vienna, 2006, p. 051-052.
454. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GIURGIUMAN, H.; HEUSCH, CH. *Elaboration of Multiple Precessional Gear Theory*. In: Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Mechatronics & Robotics: the 17<sup>th</sup> Internat. DAAAM Sympos., Vienna, 8-11 noiembrie 2006. Vienna, 2006, p. 049-050.
455. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; ODAINĂI, V. *Particularități constructive și de calcul ale reductorului precesional cu transmiterea puterii prin două torente*. In: Seminarul Național de Organe de Mașini „Ioan Draghici”, Ploiești, 13-14 iunie 2006. Ploiești, 2006, p. 31-34.
456. TRIFAN, N. *Unele aspecte privind prelucrarea roților dințate prin deformare plastică*. In: Conferința Tehnico-Științifică Jubiliară a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Chișinău, 17-18 noiembrie 2006. Vol. 2. Ch., 2006, p. 278-279.
457. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, V.; CIOBANU, R.; CIUPERCĂ, R. ș. a. *Sisteme de Acționare Submersibile ale Complexului Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa III: Execuție prototipuri experimentale a două tipodimensiuni de reductoare precesionale submersibile și efectuarea cercetărilor experimentale ale parametrilor geometrici de bază: raport șt. Ch., 2006. 65 p.*
458. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. ș. a. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilelor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa 1: Studiul cinetostaticii transmisiilor precesionale cinematice și elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului modificat al dinților roților dințate pentru transmisiile precesionale cinematice: raport șt. UTM. Ch., 2006. 46 p.*

459. BOSTAN, I.; IONESCU, F.; DULGHERU, V.; CONSTANTIN, G.; SOCHIREAN, A. *Integrated CAE development of precessional drives using autodesk inventor platform*. In: The 15<sup>th</sup> International Conference on Manufacturing systems - ICMaS, Bucharest, 26-27 octombrie 2006. București, 2006, p. 23-30.
460. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; MALCOCI, IU. *Angrenaj precesional cu strat intermediar elastic*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2007, Chișinău, 31 mai - 03 iunie 2007. Vol. II. Ch.: UTM, 2007, p. 29-32.
461. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Power losses estimation in precessional gear*. In: Rotrib'07: Keynotes and Abstracts: the 10<sup>th</sup> International Conference on Tribology, Bucharest, 8-10 noiembrie 2007. București, 2007, p. 3-7.
462. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Aspecte privind prelucrarea roților dințate de dimensiuni mici din angrenajul precesional prin tehnologii de microfrezare*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2007, Chișinău, 31 mai - 03 iunie 2007. Vol. II. Ch.: UTM, 2007, p. 37-40.
463. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MALCOCI, IU. *Some aspects concerning the vibro-activity and noise characteristics of the planetary precessional transmission*. In: Acta Technica Napocensis. Series: Applied Mathematics and Mechanics: the 1<sup>st</sup> International Conference ADEMS'07. Cluj-Napoca, 2007, 50, vol. II, p. 259-262.
464. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Dynamic processes simulation in the planetary precessional transmissions*. In: Acta Technica Napocensis. Series: Applied Mathematics and Mechanics: the 1<sup>st</sup> International Conference ADEMS'07. Cluj-Napoca, 2007, 50, vol. II, p. 263-268.
465. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; MAZURU, S. *L'engrenage precessionnel a profil modifie*. In: Modern Technologies in the XXI Century: the 32<sup>nd</sup> Internationally attended scientific conference, Bucharest, 1-2 octombrie 2007. București, 2007, p. 168-171.
466. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; CIOBANU, O. *Aspects concerning the constructional and functional optimisation of the multi-blade rotor with hydrodynamic profile of blades of the micro-hydropower stations for energy conversion*. In: Acta Technica Napocensis. Series: Applied Mathematics and Mechanics: the 1<sup>st</sup> International Conference ADEMS'07. Cluj-Napoca, 2007, 50, vol. II, p. 255-258.
467. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Aspecte privind studiul pieței minihidrocentralelor pentru conversia energiei cinetice a apei*. In: Probleme teoretice și practice ale economiei proprietății intelectuale: a V-a conf. internaț. șt.-practică, Chișinău, 16-17 noiembrie 2006. Ch., 2007, p. 26-30.
468. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V. *Minihidrocentrală pentru conversiunea energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor fără construcția barajelor - un model ecologic pur de satisfacere a necesităților energetice ale consumatorilor*

- rurali. In: Implicațiile economico-sociale ale aderării României la Uniunea Europeană. Ed. Asociația Clubului Economiştilor Braşoveni. 2007, nr. 1, p. 112-116.
469. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Contribuții privind elaborarea conceptului turbinei de vânt cu ax vertical și pale elicoidale*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2007. Chișinău, 31 mai - 03 iunie 2007. Vol. II. Ch.: UTM, 2007, p. 23-28.
470. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Rolul proiectului inovațional „Minihidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei curgătoare” în relansarea economiei rurale*. In: Probleme teoretice și practice ale economiei proprietății intelectuale: a V-a conf. internaț. șt.-practice, Chișinău, 16-17 noiembrie 2006. Ch., 2007.
471. BOSTAN, I.; TOCA, A.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Contributions to the development of pintile wind turbines with helical blades*. In: Mashinostroenie i texnosfera XXI veka: sb. trudov XIV mezduar. nauch.-texn. konf., Sevastopol', 17-22 septembrie 2007. Vol 4. Doneck, 2007, p. 266-172.
472. BOSTAN, V.; DULGHERU, V.; BOSTAN, I.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. ș. a. *Elaborarea, fabricarea și cercetarea experimentală a turbinelor orizontale cu profile aerodinamice NACA pentru sistemele de conversiune a energiei hidraulice. Etapa I: Modelarea numerică a profilului hidrodinamic, simularea proceselor hidrodinamice și elaborarea construcției modelului experimental al turbinei cu ax orizontal: raport șt. Ch., 2007. 59 p.*
473. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; POȘTARU, GH.; CIUPERCĂ, R.; TRIFAN, N. *Conversion of renewable kinetic energy of water: synthesis, theoretical modelling and experimental evaluation*. Phase 3. Grant SCOPES IB7320-110902/1. Coord. ADRIAN GHEORGHE (Univ. ETHZ, Zurich, Elveția); ION BOSTAN (UTM ). Ch., 2007. 38 p.
474. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MORARU, GH.; ȚOPA, M.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. ș. a. *Elaborarea și fabricarea prototipurilor industriale ale minihidrocentralelor pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor. Etapa III: Elaborarea prototipurilor industriale ale mini-hidrocentralei cu profil hidrodinamic al palelor reglabile față de curenții de apă și tehnologiei industriale de fabricare a paletelor: raport șt. Ch., 2007. 33 p.*
475. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; ȚOPA, M. *L'engrenage precessionnel a profil modifie*. In: The Internationally Attended Scientific Conference Modern Tehnologies in the XXI century, București, 01-02 noiembrie 2007. București, 2007, p. 168-171. ISBN 973-973-640-127-5. variantă electronică.
476. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; PEREU, E.; SCATICAILOV, S. *Mandrină pentru centrarea și fixarea roții dințate conice*. In: Tehnologii moderne. Calitate. Restructurare: conf. șt. internaț. TMCR'2007, Chișinău, 31 mai - 03 iunie 2007. Vol. II. Ch.: UTM, 2007, p. 33-36.

477. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilului în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa 2: Elaborarea bazelor teoretice ale proceselor de generare a dinților roților dințate în sisteme cu 5 axe*: raport șt. UTM. Ch., 2007. 46 p.
478. CIUPERCĂ, R.; TOCA, A. *VAWT sau HAWT?*: conf. șt. internaț. TMCR'2007. Vol. II. Ch.: UTM, 2007. p. 72-76. ISBN 978-9975-45-036-2.
479. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MORARU, GH.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. ș. a. *Elaborarea și fabricarea prototipurilor industriale ale minihidrocentralelor pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor. Etapa IV: Fabricarea componentelor (pentru pomparea apei și producerea energiei electrice), asamblarea nodurilor, asamblarea, montarea și testarea prototipului industrial al minihidrocentralei bifuncționale*: raport șt. Ch., 2007. 33 p.
480. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, A.; CIOBANU, R.; CIUPERCĂ, R. ș. a. *Sisteme de Acționare Submersibile ale Complexului Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Feromanganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa III: Execuția prototipurilor experimentale a două tipodimensiuni de reductoare precesionale submersibile și efectuarea cercetărilor experimentale ale parametrilor geometrici de bază*: raport șt. Ch., 2007. 48 p.
481. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *K voprosu issledovaniya kinetostatiki kinematicheskix planetarny'x precessionny'x peredach*. In: Mashinostroenie i texnosfera XXI veka: sb. trudov XV mezhdunar. nauch.-tehn. konf., Sevastopol', 15-20 septembrie 2008. Vol. I. Doneck, 2008. p. 166-170.
482. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MALCOCI, IU. *Sound research related to mechanical systems*. In: The 3<sup>rd</sup> International Conference on virtual learning, Constanța, 31 octombrie - 2 noiembrie 2008. Constanța, 2008, p. 446-450.
483. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREANU, A. *Aspecte privind cercetarea dinamicii transmisiei planetare precesionale*. In: Buletin Științific "SNOM'08": al XXVI-II-lea seminar naț. de Organe de Mașini "Ioan Drăghici". Baia Mare, 2008, p. 41-46.
484. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; TIGHINEANU, I. *Aspecte privind factorul energetic în dezvoltarea rurală durabilă*. In: Mediul de afaceri în contextul aderării României la Uniunea Europeană. Brașov, 2008, p. 425-438.
485. BOSTAN, I.; DOROGAN, V.; DULGHERU, V.; VIERU, T. *Aspecte privind utilizarea minihidrocentralelor pentru iluminarea străzilor comunelor riverane râurilor*. In: Mediul de afaceri în contextul aderării României la Uniunea Europeană. Brașov, 2008. p. 444-451.
486. BOSTAN, I.; BOSTAN, V.; DULGHERU, V. *Numerical modelling of the interaction between fluid flow and working elements*. In: The 2<sup>nd</sup> Conference on Sustainable Energy: proceedings, Brașov, 3-5 iulie 2008. Brașov, 2008, p. 381-386.

487. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V. *Aspecte privind utilizarea minihidrocentralelor la lucrările de irigare a terenurilor agricole*. In: Mediul de afaceri în contextul aderării României la Uniunea Europeană. Braşov, 2008, p. 438-444.
488. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V. *Unele aspecte privind transferul tehnologic al minihidrocentralelor de conversie a energiei cinetice a apei râurilor*. In: Probleme teoretice și practice ale economiei proprietății intelectuale: a 6-a conf. internaț. șt.-practică, Chişinău, 22-23 noiembrie 2007. Ch., 2008, p. 98-102.
489. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I. *Unele aspecte privind utilizarea energiei regenerabile în Republica Moldova*. In: Surse Noi și Regenerabile de Energie „CNSNRE’2008”: conf. internaț. Ed. a IX, București, 23-25 octombrie 2008.
490. BOSTAN, I.; BOSTAN, V.; DULGHERU, V.; CIOBANU, O. *Cercetarea interacțiunii palei hidrodinamice a microhidrocentralei cu fluxul de apă*. In: Buletin Științific “SNOM’08”: al XXVIII-lea seminar naț. de Organe de Mașini “Ioan Drăghici”. Baia Mare, 2008, p. 47-52.
491. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Contributions to the developing of pintle wind turbines with helical blades*. In: The 2<sup>nd</sup> Conference on Sustainable Energy: proceedings, Braşov, 3-5 iulie 2008. Braşov, 2008, p. 387-392.
492. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Elaborarea și fabricarea prototipului industrial al turbinei eoliene de putere mică*. In: Surse Noi și Regenerabile de Energie „CNSNRE’2008”: conf. internaț. Ed. a IX, București, 23-25 octombrie 2008. București, 2008.
493. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; CIOBANU, O.; SOCHIREAN, A.; CIOBANU, R.; DICUSARĂ, I. *Elaboration of the flatable micro-hydropower station with multi-blade vertical axis*. In: The 2<sup>nd</sup> Conference on Sustainable Energy: proceedings, Braşov, 3-5 iulie 2008. Braşov, 2008, p. 23-29.
494. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I. *Conversion of renewable kinetic energy of water: synthesis, theoretical modelling and experimental evaluation*. Phase 4. Grant SCOPES IB7320 - 110902/1. Coord. ADRIAN GHEORGHE (Universitatea ETHZ, Zurich, Elveția); ION BOSTAN (UTM). Ch., 2008. 30 p.
495. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, I.; DICUSARĂ, I. *Conversion of renewable kinetic energy of water: synthesis, theoretical modelling and experimental evaluation*. Phase 5. Grant SCOPES IB7320 - 110902/1. Coord. ADRIAN GHEORGHE (Universitatea ETHZ, Zurich, Elveția); ION BOSTAN (UTM). Ch., 2008. 30 p.
496. *Telecommunications, Electronics and Computer Science: proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference*. Committee, intern advisory I. BOSTAN, GH. DUCA, H. HARTNAGEL. Chişinău, May 15-18, 2008. Vol. 1. Ch., 2008. 522 p.
497. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TOCA, A.; CIUPERCĂ, R. *Realizarea prototipului experimental al turbinei de vânt cu ax vertical și pale elicoidale*. In: Buletinul Inst.



- Politehnic din Iași. Tom. LIV (LVIII). Fasc. 3. Secția Construcții de Mașini. Iași: Univ. Tehn. "Gh. Asachi", 2008. p. 111-118.
498. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; CIOBANU, O. *Unele aspecte teoretico-practice privind elaborarea microhidrocentralelor pentru conversia energiei cinetice a apei*. In: Surse Noi și Regenerabile de Energie „CNSNRE’ 2008”: conf. internaț.. Ed. a IX, București, 23-25 octombrie 2008.
499. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; BOSTAN, V. *Utilizarea surselor regenerabile de energie eoliană, solară și hidraulică în condițiile Republicii Moldova*. In: Radioelectronică, Informatică și Tehnologii Moderne, Chișinău, 15-16 octombrie 2008. Ch.: UTM, 2008, p. 297-304.
500. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Transmisii planetare precesionale: aspecte teoretice și aplicații practice*. In: Culegerea Conferinței Academia de Aviație din Brașov, 23-25 mai 2008.
501. VACULENCO, M. *Contribuții la studiul preciziei de prelucrare a danturilor angrenajului precesional*: autoref. tz. dr. în șt. tehnice. Cond. șt. I. BOSTAN. Ch, 2008. 20 p.
502. VACULENCO, M. *Contribuții la studiul preciziei de prelucrare a danturilor angrenajului precesional*: tz. dr. în șt. tehnice. Cond. șt. I. BOSTAN. Ch., 2008. 185 p.
503. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. ș.a. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilelor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa 3: Elaborarea bazelor teoretice ale proceselor de generare a dinților roților dințate în sisteme cu 5 axe*: raport șt. UTM. Ch., 2008. 68 p.
504. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; SOCHIREANU, V.; CIOBANU, R.; CIUPERCĂ, R. ș. a. *Sisteme de Acționare Submersibile ale Complexului Robotizat de Extracție a Concrețiunilor Fero-Manganice de pe fundul Oceanului Planetar. Etapa IV: Fabricarea pieselor reductorului precesional submersibil Asamblarea și încercarea prototipului industrial al reductorului precesional submersibil*: raport șt. Ch., 2008. 43 p.
505. BOSTAN, V.; DULGHERU, V.; BOSTAN, I.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. ș. a. *Elaborarea, fabricarea și cercetarea experimentală a turbinelor orizontale cu profile aerodinamice NACA pentru sistemele de conversiune a energiei hidraulice. Etapa I: Elaborarea documentației tehnice, fabricarea pieselor modelului experimental a modelului experimentale și efectuarea încercărilor experimentale în condiții reale*: raport șt. Ch., 2008. 47 p.
506. CIUPERCĂ, R. *Dezvoltarea Modelului Aerodinamic al Rotorului Eolian Elicoidal cu Ax Vertical (REEV)*. In: Meridian Ingineresc. 2008, nr. 4, p. 62-67.
507. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREANU, A. *Integrated CAE development of precessional drives using autodesk inventor platform*: seminarul naț. de organe de

- mașini “Ioan Draghici”, ediția a XXIX-a, SNOM’09, Baile Felix, 28-30 mai 2009.
508. TRIFAN, N. *Aspecte privind prelucrarea roților dințate precesionale cu profil ne-standard al dinților prin deformare plastică*. In: Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, 10-12 decembrie 2009. Ch., 2009, p. 125-126.
509. SOCHIREAN, A. *CAE Analyze of reaction from planetary precessional transmission*. In: The 13<sup>th</sup> International Conference - Modern Technologies, Quality and Innovation - Modtech 2009, Iași, May 21-23, 2009.
510. BOSTAN, I.; VLADOV, M.; DULGHERU, V.; MARDARE, I.; BLAJ, V.; BODEAN, GH.; SECRIERU, N.; SIDORENCO, V.; ANDRONIC, S.; GHINCUL, O. *Moldavian Microsatellite*. Aerospacial project launched at the Technical University of Moldova. In: Wissenschaftliches Kommunikations und Sicherheitskolloquium, 2009. Universitat Siegen Aachen, 2009, p. 161-170.
511. DULGHERU, V. Utilizarea surselor regenerabile de energie - eoliană, solară și hidrolică în condițiile Republicii Moldova. In: Meridian Ingineresc. 2009, nr. 3, p. 63-69.
512. BOSTAN, V.; DULGHERU, V.; CRUDU, R. Unele aspecte privind majorarea eficienței de conversie a rotoarelor turbinelor eoliene cu ax orizontal. In: Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Chișinău, 11 decembrie 2009.
513. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. ș. a. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilelor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa 4: Studiul cinetostaticii transmisiilor precesionale cinematice și elaborarea bazelor teoretice de descriere a profilului modificat al dinților roților dințate pentru transmisiile precesionale cinematice*: raport șt. UTM. Ch., 2009. 82 p.
514. BOSTAN, V.; DULGHERU, V.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; ODAINAI, V.; MALCOCI, I.U. *Elaborarea și fabricarea prototipului industrial al microhidrocentralei cu ax orizontal și profil hidrodinamic al palelor pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor. Etapa I: Elaborarea și proiectarea prototipului industrial al microhidrocentralei bifuncționale pentru pomparea apei (productivitatea  $Q=30m^3/oră$ ) și producerea energiei electrice (puterea  $P=(3-5) kW$ )*: raport șt. Ch., 2009. 64 p.
515. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; BOSTAN, V.; SECRIERU, N.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R.; MALCOCI, I.U. *Utilizarea energiei eoliene, hidrolică și solară pentru alimentarea cu energie electrică a sistemelor integrate de irigare. Etapa I: Elaborarea schemelor sistemelor de irigare prin picurare integrate cu sisteme de conversie a energiilor eoliană, hidrolică și solară*: raport șt. Ch., 2009. 82 p.

516. BOSTAN, V.; DULGHERU, V.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; ODAINAI, V.; MALCOCI, I.U. *Sistemul de orientare și stabilizare a satelitului. Etapa I: Elaborarea conceptuală a mecanismului de orientare și stabilizare: raport șt. Ch.*, 2009. 79 p.
517. TRIFAN, N. *Alegerea formei profilului dinților cu profil nestandard din transmisia precesională pentru prelucrarea prin deformare plastică*. In: Conferința Tehnic-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Chișinău, 17 noiembrie 2010. Ch., 2010.
518. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; CIOBANU, O. *Micro-hydropower stations for conversion of kinetic energy of river water without building barrages*. In: Meridian Ingineresc. 2010, nr. 4, p. 93-96.
519. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Utilizarea surselor regenerabile de energie - una din soluțiile problemelor globale ale omenirii*. In: Revista Tehnocopie. 2010, nr. 1(2), p. 9-18.
520. BODNARIUC, I.; MALCOCI, I. *Unele aspecte privind cercetarea experimentală asupra reductorului precesional cinematic*. In: The 3<sup>rd</sup> Symposium with international participation Durability and Reliability of Mechanical Systems. Section 1: Mechanics, Strength of Materials, Tribology, Mechanism and Machine. University „Constantin Brâncuși” of Târgu-Jiu, May 20-21, 2010.
521. MAZURU, S.; SCATICAILOV, S.; BOTNARI, V. *Modelirovanie processa shlifovaniya s ocenokoj proizvoditel'nosti, stojkosti instrumenta i kachestva obrabotki*. In: Mashinostroenie i tehnosfera XXI veka: XVII mezhdunar. nauch.-texn. konf., 13-18 sentyabrya 2010. Vol.2. Doneck: DonNTU, 2010, p. 126-130.
522. MAZURU, S. *Mechanism of training component kinematics error gears in operation technology hardening chemical-heat*. In: The International Conference on Design, Technologies & Management in Manufacturing, Iași, 14-16 mai 2010. Is: POLITEHNIUM, 2010, Fasc. 2a, p. 189-194.
523. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *System reliability and optimization processing parameters for its accuracy of elements. second part*. In: The 14<sup>th</sup> International Conference Modern Technologies, Quality and Inovation, Slănic Moldova, 20-22 mai 2010. Is: POLITEHNIUM, 2010, p. 143-146.
524. MAZURU, S. *System reliability and optimization processing parameters for its accuracy of elements. first part*. In: The 14<sup>th</sup> International Conference Modern Technologies, Quality and Inovation, Slănic Moldova, 20-22 mai 2010. Is: POLITEHNIUM, 2010, p. 379-382.
525. TRIFAN, N. *Alegerea formei profilului dinților cu profil nestandard din transmisia precesională pentru prelucrarea prin deformare plastică*. In: Conferința Tehnic-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Chișinău, 17 noiembrie 2010. Ch., 2010.

526. MALCOCI, I.U. *Actualitatea problemei poluării acustice*. In: Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Chișinău, 17 noiembrie 2010. Ch., 2010.
527. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. *Alegerea formei profilului dinților cu profil nestandard din transmisia precesională pentru prelucrarea prin deformare plastică*. In: Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Chișinău, 17 noiembrie 2010. Ch., 2010.
528. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. ș.a. *Teoria fundamentală a angrenajelor precesionale cinematice: modele matematice de generare a profilelor în sisteme cu 5 grade de libertate, metode de calcul și control. Etapa 5: Efectuarea analizei structurale și cinematice a transmisiilor precesionale cinematice și optimizarea metodelor de calcul ingineresc a transmisiilor precesionale cinematice: raport șt.* UTM. Ch., 2009. 82 p.
529. BOSTAN, V.; DULGHERU, V.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; ODAINAI, V.; MALCOCI, I.U. *Elaborarea și fabricarea prototipului industrial al microhidrocentralei cu ax orizontal și profil hidrodinamic al palelor pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor. Etapa I: Fabricarea sistemului de orientare individuală a palelor, inclusiv a 3 pale cu profil hidrodinamic asimetric: raport șt.* Ch., 2010. 93 p.
530. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; BOSTAN, V.; SECRIERU, N.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R.; MALCOCI, I.U. *Utilizarea energiei eoliene, hidraulice și solară pentru alimentarea cu energie electrică a sistemelor integrate de irigare. Etapa I: Fabricarea și montarea unui sistem de irigare prin aspersiune integrat cu agregatul eolian: raport șt.* Ch., 2010. 152 p.
531. BOSTAN, V.; DULGHERU, V.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; ODAINAI, V.; MALCOCI, I.U. *Sistemul de orientare și stabilizare a satelitului. Etapa I: Elaborarea conceptuală a mecanismului de orientare și stabilizare: raport șt.* Ch., 2010. 124 p.
532. BOSTAN, I. *Planetary Precessional Transmissions: Using and Perspectives*. In: INPEX XIII: The invention show, May 15-18, 1997. Pittsburg, 1997, p. 22.
533. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCU, M. *Module electromecanique precessionale pour les appareils cosmiques*. In: Brussels. EUREKA. 5-12 noiembrie 1997: Catalogue officiel de Inventions presente au 46-eme Salon Mondial de l'Invention, de la Recherche et de l'Innovation Industrielle. Ch., 1997, p. 6.
534. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCU, M. *Transmissions precessionnelles pour l'equipement marine et petroliere*. In: Brussels. EUREKA. 5-12 noiembrie 1997: Catalogue officiel de Inventions presente au 46-eme Salon Mondial de l'Invention, de la Recherche et de l'Innovation Industrielle. Ch., 1997, p. 7.

535. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *New Elaborations of the Technological Equipment for the Extraction of Ferro-Manganic Concretions from the World Ocean Bottom*. In: INPEX XV: The invention show, May 19-23, 1999. Pittsburgh, 1999, p. 32.
536. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Reductoare precesionale pentru echipament marin și petrolier* (Brevete de invenții: CA 1707819 SU, CA 1551898 SU, MD 97-0271). In: Expoziție Internațională Specializată „INFOINVENT’99”, Chișinău, 28-31 octombrie 1999: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 1999, p. 34.
537. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Reducteurs professionnels pour les installations energetiques*. In: Brussels EURECA’99: 48-th world exhibition of innovation, research and new technology, November 10-17, 1999: Catalogue Officiel. Brussels, 1999, p. 54.
538. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BABAIAN, I. *Tehnologii noi de fabricare a angrenajelor precesionale* (Brevete de invenții: MD 560, MD 549, MD 552, MD 483, MD 496; RU 1663857, RU 1758941, RU 1646818, RU 1732138). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’99”, Chișinău, 28-31 octombrie 1999: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 1999, p. 32-33.
539. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A. *Reductoare precesionale pentru echipament marin și petrolier* (Brevete de invenții: CA 1707196 SU, CA 1551898 SU; Cere-re MD 97-0271). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’99”, Chișinău, 28-31 octombrie 1999: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 1999, p. 34.
540. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A. *Module electromecanice precesionale pentru aparate cosmice* (Brevete de invenții: MD 471; CA 1594329 SU, CA 1180592 SU, CA 1677424 SU). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’99”, Chișinău, 28-31 octombrie 1999: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 1999, p. 33-34.
541. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A. *Transmisii planetare precesionale: angrenaje* (Brevete de invenții: MD 472, MD 495, MD 549). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’99”, Chișinău, 28-31 octombrie 1999: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 1999, p. 32-33.
542. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *New Elaborations of the Technological Equipment for the Extraction of Ferro-Manganic Concretions from the World Ocean Bottom*. In: INPEX XV: The invention show, May 19-23, 1999. Pittsburgh, 1999, p. 32.
543. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A. *Turbine reactive precessionnelles pour le gazoduc*. In: Brussels EURECA’99. 48-th world exhibition of innovation, research and new technology, November 10-17, 1999: Catalogue. Bruxelles, 1999, p. 54.
544. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M. *Instalații energetice eoliene (Wind energy equipment)* (Brevete de invenții: MD 493, MD 494, MD 95-0339). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’99”, 28-31 octombrie 1999: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 1999, p. 51.

545. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Transmissions precessionnelles pour l'installation d'eoliennes*. In: Brussels EURECA'98. 47-eme Salon mondial de l'innovation, de la recherche et de nouvelle technologies, 5-12 noiembrie 1998: Catalogue officiel. Brussels, 1998, p. 111.
546. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Modules precessionnels avec precision cinematique elevee*. In: Brussels EURECA'98. 47-eme Salon mondial de l'innovation, de la recherche et de nouvelle technologies, 5-12 noiembrie 1998: Catalogue officiel. Brussels, 1998, p. 137.
547. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TURTA, T.; CIUPERCĂ, R.; MADAN, I. *Transmissions precessionnelles pour l'equipement marine et petroliere*. In: Geneve'99. Creations presented by the Inventors of the Republic of Moldova: International exhibition of Inventions: new techniques and products: Official Catalogue = Creations presentees par les Inventeurs de la Republique de Moldova. Salon International des Inventions des techniques et produits nouveaux, 30 aprilie - 9 mai 1999: Catalogue officiel. Ch., 1999, p. 43.
548. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Transmissions planetaires precessionnelles engrenages et technologies de fabrications*. In: Geneve'99. Creations presented by the Inventors of the Republic of Moldova: International exhibition of Inventions new techniques and products: Official Catalogue = Creations presentees par les Inventeurs de la Republique de Moldova. Salon International des Inventions des techniques et produits nouveaux, 30 aprilie - 9 mai 1999: Catalogue officiel. Ch., 1999, p. 43.
549. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Transmissions precessionnelles pour l'installation petroliere*. In: Brussels EUREKA'99. 48-eme Salon Mondial de l'innovation de la Recherche et de Nouvelles Technologies, 3-10 noiembrie 1999: Catalogue Officiel. Brussels, 1999, p. 81.
550. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Turbine reactive pour gazoducts. De construction simple de dimensions et de masse reduites, elle a un grand raport de transmission (jusqu'a 100 000 Nm ) et des moments de torsion considerable ( jusqu'a 400 000 Nm*. In: Geneve'2000. 20-eme Salon International des Inventions des Technoloques et Produits Nouveaux, 12-16 aprilie 2000: Catalogue Officiel. Geneve, 2000, p. 58.
551. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; CIUPERCĂ, R. *Agregat electroeolien avec rotor helicoidal*. In: Geneve'2000. Creations presented by the Inventors of the Republic of Moldova. International exhibition of Inventions: new techniques and products = Creations presentees par les Inventeurs de la Republique de Moldova. Salon International des Inventions des techniques et produits nouveaux, 29 martie - 5 aprilie 2000: Official Catalogue. Ch., 2000, p. 47.
552. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; CIUPERCĂ, R.; TRIFAN, N. *Agregat eolien avec roteur elicoidal*. In: Brussels EUREKA'2000: Catalog Officiel de Inventions pre-

- sente ou 49-eme Salon Mondial de L'Innovation de la Recherche et de Nouvelles Technologies, 14-20 noiembrie 2000. Brussels, 2000, p. 96.
553. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; CIUPERCĂ, R.; TRIFAN, N. *Transmissions precessionnelles pour l'installation d'éoliennes*. In: Brussels EUREKA'2000. 49-eme Salon Mondial de l'innovation, de la Recherche et des Nouvelles Tehnologues, 20 noiembrie 2000: Catalogue Officiel. Bruxelles, 2000.
554. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ODAINĂI, V.; TRIFAN, N. *Installation energetique avec des transmissions precessionnelles*: (Brevets: MD 469, MD 495; CA 1793096 SU). In: „Geneve'2000”. 28-eme Salon International des Inventions des Technologies et Produits Nouveaux. Creations presentees pour les inventeurs de la Republique de Moldova, 12-16 aprilie 2000: Catalogue Officiel. Ch.: AGEPI, 2000, p. 18.
555. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; ODAINĂI, V.; TRIFAN, N. *Instalații energetice cu transmisii precesionale* (Brevete de invenții: MD 469, MD 493; CA 1671956 SU, CA 1760151 SU, CA 1793098 SU). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT'2000”, Chișinău, 18-22 octombrie 2000: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2000, p. 36.
556. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; ODAINĂI, V.; TRIFAN, N. *Mecanisme precesionale pentru aparate de zbor* (Brevete de invenții: MD 471, MD 549, MD 550; Patent 1594329 RU; CA 1646818 SU, CA 1677424 SU). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT'2000”, Chișinău, 18-22 octombrie 2000: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2000, p. 37.
557. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ODAINĂI, V.; VACULENCO, M. *Organ de lucru al agregatului eolian în formă de turbină elicoidală*. In: Expoziție Internațională Specializată „INFOINVENT'2000”, Chișinău, 18-22 octombrie 2000: Cat. Oficial. Ch. : AGEPI, 2000, p. 34.
558. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S.; CIUPERCĂ, R.; TRIFAN, N. *Turbine reactive precessionnelle pour les gazoduc* (Brevets: MD 470; CA 1807278 SU). In: „Geneve -2000”. 28-eme Salon International des Inventions des Techniques et produits nouveaux. Creations presentees par les inventeurs de la Republique de Moldova, Geneve, 12-16 aprilie 2000: Catalogue Officiel. Ch.: AGEPI, 2000, p. 17.
559. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; MAZURU, S. *Turbină reactivă precesională pentru gazoducte* (Brevete de invenții: MD 470, CA 1807278 SU). In: Expoziție Internațională Specializată „INFOINVENT'2000”, Chișinău, 18-22 octombrie 2000: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2000, p. 37-38.
560. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; CIUPERCĂ, R. *Variatoare planetare precesionale* (Brevete de invenții: MD 474, MD 622; CA 1598569 SU, CA 1657806 SU, CA 1677424 SU). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT'2000”, Chișinău, 18-22 octombrie 2000: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2000, p. 37.

561. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Robot industriali avec transmissions precessionnelles*. In: Geneve'2000. Creations presented by the Inventors of the Republic of Moldova. International Exhibition of Inventions: new techniques and products = Creations presentees par les Inventeurs de la Republique de Moldova. Salon International des Inventions des techniques et produits nouveaux, 29 martie - 5 aprilie 2000: Catalogue Officiel. Ch., 2000, p. 47.
562. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Reductors pour les installations energetiques*. In: "Geneve'2000": 28-e Salon International des Inventions des Techniques et produits nouveaux, 12-16 aprilie 2000: Catalogue Officiel. Geneve, 2000, p. 59.
563. BOSTAN, I.; DULGHERU, V. *Robot industriels avec transmissions precessionnelles*. In: "Geneve'2001". Creations presented by the Inventors of the Republic of Moldova. International exhibition of inventions: new techniques and products, 29 martie - 5 aprilie 2001: Official Catalogue. Ch., 2001, p. 47.
564. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; CIUPERCĂ, R. *Stații eoliene eficiente la viteze mici ale vântului*. In: Expoziția Internațională Specializată "INFOINVENT'2001": Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2001, p. 28.
565. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ODAINĂ, I. V. *Mecanisme mecatronice cu transmisii planetare precesionale*. In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT'2001”: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2001, p. 41.
566. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Instalații energetice cu transmisii planetare precesionale*. In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT'2001”: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2001, p. 40.
567. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; CIUPERCĂ, R. *Sisteme de conversiune a energiei vântului*. In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT'2002”, Chișinău, 9-12 octombrie 2002: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2002, p. 35.
568. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; BODNARIUC, I. *Transmisii planetare precesionale pentru automobile* (Cerere: MD 2001 0368). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT'2002”, Chișinău, 9-12 octombrie 2002: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2002, p. 34.
569. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VENGHER, D.; ODAINĂ, I. V. *Variatoare precesionale cu angrenare și fricțiune* (Cerere: MD 2001 0367). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT'2002”, Chișinău, 9-12 octombrie 2002: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2002, p. 33.
570. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; VACULENCO, M. *Angrenaj precesional și procedeu de realizare a lui* (Brevet: MD 1886). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT'2003”, 5-8 noiembrie 2003: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2003, p. 35.
571. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; CIUPERCĂ, R. *Sisteme de conversiune a energiei regenerabile* (Brevet: MD 2106). In: Expoziția Internațională Specializată



- “INFOINVENT’2003”, 5-8 noiembrie 2003: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2003, p. 65.
572. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Transmisii planetare precesionale pentru automobile* (Cerere: MD 2001 0081). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2003”, 5-8 noiembrie 2003: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2003, p. 39.
573. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Instalații energetice cu transmisii precesionale* (Brevet: MD 2023). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2003”, 5-8 noiembrie 2003: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2003, p. 36.
574. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Sisteme de conversie a energiei eoliene*. In: Societatea Inventatorilor din România “ECOINVENT’2003”: Cat. Oficial. Iași, 2003, p. 55.
575. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Sisteme de conversie a energiilor regenerabile*. In: Societatea Inventatorilor din România “ECOINVENT’2003”: Cat. Oficial. Iași, 2003, p. 25.
576. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ODAINĂI, V. *Transmisii planetare precesionale* (Brevet: MD 2024). In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2003”, 5-8 noiembrie 2003: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2003, p. 39.
577. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. *Mecanisme de acționare a armaturii gazoductelor*. In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2003”, 5-8 noiembrie 2003: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2003, p. 36-37.
578. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; CIUPERCĂ, R. *Agregat electroeolien avec rotor helicoidal*. In: Geneve’2001. Creation presented by the Inventors of the Republic of Moldova. International exhibition of inventions new techniques and products, 29 march - 5 april 2001: Catalogue Officiel. Ch., 2001, p. 47.
579. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M. *Metodă și dispozitiv de control al profilului dinților roților dințate din angrenajul precesional*. In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2001”: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2001, p. 40.
580. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, N.; CIUPERCĂ, R. *Micro hydro power stations to use the river water kinetic energy*. In: EUREKA’2001: 50-eme Salon Mondial de l’Innovation de la Recherche et de Nouvelles Technologies, Brussels, 9-17 novembre 2001: Catalogue Officiel. Brussels, 2001, p. 102.
581. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOGDAN, V.; CIUPERCĂ, R. *Minihidrocentrală pentru utilizarea energiei cinetice a apei râurilor*. In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2001”: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2001, p. 27.
582. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; BODNARIUC, I. *Transmisii planetare precesionale cinematice*. In: Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2001”: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2001, p. 39-40.

583. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; VACULENCO, M. *Angrenaj precesional și procedeu de realizare a lui*. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2002, Chișinău, 8-12 octombrie 2002: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2002, p. 34-35.
584. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VACULENCO, M.; TRIFAN, N. *Reductoare precesionale cu raport de transmitere mare*. Brevet de invenție MD 1421. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2002, Chișinău, 9-12 octombrie 2002: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2002, p. 34.
585. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R.; SOCHIREAN, A. *Instalație energetică eoliană*. Brevet de invenție MD 2431. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2004, Chișinău, 10-13 noiembrie 2004: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2004, p. 33.
586. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Pompă volumetrică*. Brevet de invenție MD 2433. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2004, Chișinău, 10-13 noiembrie 2004: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2004, p. 40.
587. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Dispozitiv de prelucrare a roșilor dințate precesionale*. Brevet de invenție MD 2608. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2004, Chișinău, 10-13 noiembrie 2004: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2004, p. 41-42.
588. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ODAINĂI, V. *Reductor precesional pentru utilajul de extracție a petrolului de la adâncimi mari*. Brevet de invenție MD 2177. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2004, Chișinău, 10-13 noiembrie 2004: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2004, p. 41.
589. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. *Mecanism de acționare a aparatului de rulare a mijlocului de transport*. Cerere pentru brevet de invenție MD 2001 0081. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2004, Chișinău, 10-13 noiembrie 2004: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2004, p. 39.
590. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Device for lapping by electroerosion of the machine interlinked elements*. Brevet de invenție MD 2494. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2004, Chișinău, 10-13 noiembrie 2004: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2004, p. 42.
591. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VENGHER, D.; CIUPERCĂ, R.; SOCHIREAN, A. *Motor reductor*. Brevet de invenție MD 2365. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2004, Chișinău, 10-13 noiembrie 2004: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2004, p. 41.
592. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Transmisie precesională*. Brevet de invenție MD 2711. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezghos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 63.

593. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Système de conversion des énergies renouvelable*. In: GENEVE' 2004. Creations presented by the Inventors of the Republic of Moldova. International exhibition of Inventions, new techniques and products, 29 martie - 5 aprilie 2004: Official Catalogue. Ch., 2004, p. 34.
594. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Motor cu ardere externă*. Brevet de invenție MD 2679. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 82.
595. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; COZMA, T. *Variator precesional*. Cerere pentru brevet de invenție MD 2005 0218. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 64.
596. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale*. Brevet de invenție MD 2815. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 64.
597. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CARTOFEANU, V.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Centrală hidraulică flotantă*. Cerere pentru brevet de invenție MD 2005 0065. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 81.
598. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O.; DICUSARĂ, I. *Minihidrocentrală*. Cerere pentru brevet de invenție MD: 2005 0270, 2005 0272, 2005 0273, 2005 0274, 2005 0316. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 81.
599. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Transmisie planetară precesională*. Brevet de invenție MD 2821. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 64.
600. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TRIFAN, N. *Dispozitiv de deformare plastică a roților dințate*. Brevet de invenție. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 65.

601. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; VENGHER, D. *Transmisie precesională*. Brevet de invenție MD 2729: variante. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 64.
602. BOSTAN, I.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate ale transmisiei precesionale*. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 65.
603. BOSTAN, I.; TOCA, A.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. *Turbină elicoidală eoliană*. Brevet de invenție MD 2106; Cerere MD 2005 0065. In: SNG: NAUKOYOMKAYA PRODUKCIYA I VY'SOKIE TEXNOLOGII: mezhgos. specializirovannaya vy'stavka–forum, 9-12 noyabrya 2005: Oficial'ny'j katalog mezhdunar. vy'stavochnogo centra MOLDEXPO SA. Ch., 2005, p. 46.
604. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Instalație solară cu autoorientare: referat*. Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării și Transferului Tehnologic INVENTICA'2006. In: a VIII-a conf. internaț. de Inventică, Cercetari și Tehnologii Performante, Iași, 5-9 iulie 2006. București, 2006, p. 28.
605. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O.; DICUSARĂ, I. *Floatable Micro-hydropower station with adjustable hydrodynamic blades*. Salon International des Inventions GENEVE'2006, 4-8 aprilie 2006
606. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; TRIFAN, N.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O. *Floatable Micro-hydropower station*. Salon International des Inventions, BRUXELLES'2006, November 22-26.
607. BOSTAN, I.; IONESCU, F.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O.; COZMA, T. *Instalație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică*. Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării și Transferului Tehnologic INVENTICA'2006. In: a XVIII-a conf. internaț. de Inventică, Cercetări și Tehnologii Inovative Performante, Iași, 5-9 iulie 2006. Iași, 2006, p. 28.
608. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O.; TRIFAN, N. *Minihidrocentrală cu rotor multipal cu ax vertical și palete cu profil hidrodinamic*. Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării și Transferului Tehnologic INVENTICA'2006. In: a XVIII-a conf. internaț. de Inventică, Cercetări și Tehnologii Inovative Performante, Iași, 5-9 iulie 2006. Iași, 2006, p. 530.
609. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; TRIFAN, N.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O. *Minigidrocentral's vertical'ny'm rotorom*. In: Novoe Vremya: 2-j mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Texnologij = Novii Cheas: 2-j Mizhdu-

- narodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Texnologii, Sevastopol', 27-29 sentyabrya 2006: Katalog. Sevastopol', 2006, p. 32.
610. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; SOCHIREAN, A. *Stație pentru transformarea energiei valurilor în energia electronică*. Brevet de invenție MD 2989. In: Catalogul Inovațiilor Top în Energetică. Vol. 2. Ch., 2006, p. 36.
611. BOSTAN, I.; ȚOPA, M.; DULGHERU, V.; OPREA, A.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, O. *Turbină elicoidală eoliană*. Brevet de invenție MD 2106. In: Catalogul Inovațiilor Top în Energetică. Vol. 2. Ch., 2006, p. 22.
612. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Reductoare precesionale de putere*. Salonul Internațional de Invenții și Tehnologii Noi INVENTIKA, 3-7 octombrie 2006.
613. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Reductoare precesionale de putere*. Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării și Transferului Tehnologic INVENTICA'2006. In: a XVIII-a conf. internaț. de Invenție, Cercetări și Tehnologii Inovative Performante, Iași, 5-9 iulie 2006. București, 2006, p. 531
614. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Silovy'e planetarny'e precessionny'e peredachi*. In: Novoe Vremya: 2-j mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Texnologij = Novii Cheas: 2-j Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Texnologii, Sevastopol', 27-29 sentyabrya 2006: Katalog. Sevastopol', 2006.
615. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; BODNARIUC, I.; DICUSARĂ, I. *Transmissions precessionnelles cinematique pour les robots et L'industrie de l'automobiles*. In: GENEVE'2005. Creation presented by the Inventors of the Republic of Moldova. International exhibition of Inventions new techniques and products, 5-9 aprilie 2004: Official Catalogue. Ch., 2004, p. 47.
616. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; CIOBANU, O.; SOCHIREAN, A.; TRIFAN, N. *Centrală hidroelectronică*. In: Catalogul Inovațiilor Top în Energetică. Vol. 2. Ch., 2006, p. 32.
617. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Reductoare precesionale cinematice*. Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării și Transferului Tehnologic INVENTICA'2006. In: a XVIII-a conf. internaț. de Invenție, Cercetări și Tehnologii Inovative Performante, Iași, 5-9 iulie 2006. Iași, 2006, p. 533.
618. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Minimotor-reductor frontal*. Brevet de invenție MD 2943. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'07, 27-30 iunie 2007: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2007, p. 38.
619. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Stație eoliană cu turbină elicoidală*. In: Expoziție Internațională Specializată INFOINVENT'07, 27-30 iunie 2007: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2007, p. 60.

620. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Instalație solară cu autoorientare Self-oriented solar power plant*. Brevet de invenție MD 2965. In: Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării Științifice și Transferului Tehnologic ECOINVENT'07, 30 mai - 2 iunie 2007: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2007, p. 28.
621. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; CIOBANU, O. *Instalații pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică*. Brevete de invenții: MD 2989, MD 2990. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'07, 27-30 iunie 2007: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2007, p. 60.
622. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; CIOBANU, O. *Instalații pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică*. In: Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării Științifice și Transferului Tehnologic ECOINVENT'07, 30 mai - 2 iunie 2007: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2007, p. 28.
623. BOSTAN, I.; IONESCU, F.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; TRIFAN, N.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Installation pour la transformation de l'énergie des vagues en énergie électrique*. In: Salon International des Inventions BRUXELLES'07, 20-24 septembrie 2007.
624. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O.; TRIFAN, N. *Minihidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor*. Brevete de invenții: MD 2981, MD 2991, MD 2992, MD 2993, MD 3104. In: Expozia Internațională Specializată INFOINVENT' 2007, 27-30 iunie 2007: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2007, p. 59.
625. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; CIOBANU, O. *Minihidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor*. In: Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării Științifice și Transferului Tehnologic ECOINVENT'2007, 30 mai - 2 iunie 2007: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2007, p. 27-28.
626. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; CIOBANU, O.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R.; Trifan, N. *Minigidrocentral' dlya kineticheskoy e'nergii tekushhej vody'rek*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Texnologii, Sevastopol', 26-28 noyabrya 2007: Katalog. Sevastopol', 2007, p. 35.
627. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; CIOBANU, O.; DICUSARĂ, I.; TRIFAN, N. *Minigidrocentral' dlya konversii kineticheskoy e'nergii rek bez postroeniya damb*. In: Katalog Arhimed: 10-j Moskovskij Mezhdunar. Salon prom. Sobstvennosti, 27-30 marta 2007. Moskva, 2007, p. 6.
628. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I.; OLEVSCHI, A. *Planetarny'e precessionny'e kinematcheskie peredachi*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Texnologii, Sevastopol', 26-28 noyabrya 2007: Katalog. Sevastopol', 2007, p. 40.

629. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Planetarny'e precessionny'e mul'tiplikatorny'e*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Teknologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Teknologii, Sevastopol', 26-28 noyabrya 2007: Katalog. Sevastopol', 2007, p. 40-41.
630. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCA, R.; CIOBANU, O. *Stație eoliana cu turbină elicoidală*. Brevet de invenție MD 2994. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'2007: Cat. Oficial, 27-30 iunie 2007. Ch.: AGEPI, 2007, p. 60.
631. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TOCA, A.; CIUPERCĂ, R. *Turbină de vânt cu ax verticală cu pale elicoidale*. In: Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării Științifice și Transferului Tehnologic ECOINVENT'2007, 30 mai - 2 iunie 2007.: Cat. Oficial. Ch., 2007, p. 28.
632. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; TOCA A., CIUPERCĂ R. *Vetryany'e agregaty's vintovy'm rotorom*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Teknologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Teknologii, Sevastopol', 26-28 noyabrya 2007: Katalog. Sevastopol', 2007, p. 34.
633. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A. *Mecanisme de acționare în automobile și utilaj tehnologic*. Brevete de invenții: MD 3059, MD 3123. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT'07, 27-30 iunie 2007: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2007, p. 29.
634. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BODNARIUC, I. *Planetary Precessional Transmission system for motor vehicles*. In: Brussels EURECA'2004: 47-eme Salon Mondial de l'Innovation de la Recherche et de Nouvelles Technologies, 5-12 noiembrie 2004: Catalogue Official. Brussels, 2004, p. 111.
635. BOSTAN, I. ș. a. *Sistems for renewable energy conversion: aeolian unit with a new helical turbine and hydraulic micro-hydropower stations which produce electrical or mechanical energy, kinetic energy from river running water, which do not require the construction of dams or barrage*. 32-e Salon International des Inventions des Techniques et Produits Nouveaux de Geneve, 31 martie - 4 iunie 2004.
636. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; OLEVSCHI, A. *Mecanism de acționare a sistemului de urmărire a obiectelor cosmice*. Salonul Internațional de Invenții și Tehnologii Noi INVENTIKA 07, București, 4-8 octombrie 2007.
637. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; OLEVSCHI, A. *Mecanism de acționare a sistemului de urmărire a obiectelor cosmice*. Brevet de invenție MD 3157. In: Expoziția Internațională de Invenții și Transferului Tehnologic PROINVENT'2007, 27-30 iunie 2007: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2007, p. 38.
638. BOSTAN, I.; DOROGAN, V.; DULGHERU, V.; VIȘA, I.; CIUPERCĂ, R. ș. a. *Grup de invenții*. Expoziția Internațională de Invenții și Transfer Tehnologic PROINVENT'2008, Cluj Napoca, 1-4 aprilie 2008.

639. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; CIUPERCĂ, R. *Low Power Aeolian Turbine*. Salon International des Inventions BRUXELLES'2008, 12-15 noiembrie 2008.
640. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Turbină de vânt cu ax verticală combinată*. Expoziția Internațională de Invenții și Transfer Tehnologic PROINVENT'2007, Cluj Napoca, 1-4 aprilie 2008.
641. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O. *Turbină eoliană antrenată de traficul rutier*. Salonul Internațional de Invenții INVENTICA'2008, Iași, 14-24 mai 2008.
642. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Transmisii planetare precesionale de multiplicare a turațiilor*. Brevete de invenții: MD 3153, MD 3276. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT' 2007, 27-30 iunie 2007: Cat. Oficial. Ch.: AGEPI, 2007, p. 38.
643. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; TRIFAN, N.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O. *Flotable micro-hydropower station with adjustable hydrodynamic blades*. SuZhou of Inventions: The 6-th International Exhibition, China.
644. BOSTAN, I.; IONESCU, F.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O. *Plant for the transformation of the wave energy into the electric energy*. The First International Inventor's Day Convention and the National Inventor's Day organised by the National Research Council of Thailand (NRCT), 2008.
645. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V. ș. a. *Ciclu de invenții: Utilizarea energiilor eoliană, hidraulică și solară pentru alimentarea sistemelor de irigare prin picurare, încălzirea serelor și alimentarea posturilor antigrindină*. A 15-a Expoziție Internațională Specializată FOOD & DRINKS. Food Technology, Chișinău, 21-25 mai 2008.
646. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREAN, A. ș. a. *Ciclu de invenții: Industria constructoare de mașini. Prelucrarea materialelor. Mașini-unelte și instrumente*. Expoziția Națională Industria constructoare de mașini. Prelucrarea materialelor; mașini-unelte și instrumente. MOLDEXPO, Chișinău, 8-11 octombrie 2008.
647. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOCHIREAN, A.; DICUSARĂ, I.; MALCOCI, I.U.; OLEVSCHI, A. *Electromechanical modules for cosmic flying devices*. Salonul Internațional de Invenții GENEVA' 2008, 1-5 aprilie 2008.
648. BOSTAN, I.; IONESCU, F.; DULGHERU, V.; CIOBANU, R.; MALCOCI, I.U. *Mexanizm upravleniya letatel'nykh apparatov*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Texnologii, Sevastopol', 25-27 sentyabrya 2008. Sevastopol', 2008.
649. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Solnechnaya ustanovka s dvigatelem Stirlinga*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izo-



- bretenij i Novy'x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Texnologii, Sevastopol', 25-27 sentyabrya 2008. Sevastopol', 2008.
650. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Zubchatoe koleso-instrument dlya obrabotki matric i metod ego obrabotki* In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Texnologii, Sevastopol', 25-27 sentyabrya 2008. Sevastopol', 2008.
651. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Vertical Axis Wind Turbine with Helical Blades*. The 6-th International Exhibition (SuZhou) of Inventions, China, 2008.
652. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREANU, A.; DICUSARĂ, I.; TRIFAN, N.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O. *Flotable Micro-hydropower. Station with Adjustable Hydrodynamic Blades*. The 6<sup>th</sup> International Exhibition (SuZhou) of Inventions, China, 2008.
653. BOSTAN, I.; IONESCU, F.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREANU, A.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O. *Installation for the transformation of the waves energy in electric energy*. The First International Inventor's Day Convention and the National Inventor's Day organised by the National Research Council of Thailand (NRCT), 2-5 februarie 2008.
654. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R. *Vetryanaya turbina, privodimaya v dvizhenie dorozhny'm dvizheniem*. In: Novoe Vremya: mezhdunar. Salon izobretenij i Novy'x Texnologij = Novii Cheas: Mizhdunarodnii Salon Vinaxodiv ta Novy'x Texnologii, Sevastopol', 25-27 sentyabrya 2008. Sevastopol', 2008.
655. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R.; MALCOCI, I.U.; OLEVSCHI, AL. *Mecanisme de acționare pentru aparate de zbor*. Salonul Internațional al Cercetării Inovației și Invențiilor PROINVENT'2009. Cluj-Napoca.
656. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; MALCOCI, I.U.; RUSU, E. *Panou solar pliant*. Salonul Internațional al Cercetării Inovației și Invențiilor PROINVENT'2009. Cluj-Napoca.
657. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Nontraditional technology of toothed wheels fabrication*. Expoziția Internațională a Creativității și Inovării EUROINVENT, Iași.
658. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; MALCOCI, I.U.; RUSU, E. *Folding solar panel*. Expoziția Internațională a Creativității și Inovării EUROINVENT, Iași.
659. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; BOSTAN, V.; SOKIREANU, A.; CHOBANU, O.; CHOBANU, R.; DICUSARA, I. *Vetroe'lectricheskij agregat maloj moshhnosti (10 kW)*. ARHIMED'2009: Mezhdunarod. Salon Prom. *Sobstvennost', Izobreteniya, Prom. Obrazcy', Tovarny'e Znaki*. Moskva, 1-3 aprelya 2009.

660. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREANU, A.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; DICUSARĂ, I.; TRIFAN, N.. *Industrial prototype of mini-hydropower station for flow water kinetic energy conversion*. EURECA'2009, Bruxelles.
661. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; BOSTAN, V.; SOKIREANU, A.; CHOBANU, O.; CHOBANU, R.; DICUSARA, I. *Stație eoliană de mică putere (10 kW)*. Forumul Inventatorilor Români ARHIMEDES. Moscova, 02 aprilie 2009.
662. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; SOCHIREANU, A.; TRIFAN, N. *Microhidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor*. Salonul Internațional al Cercetării Inovării și Inventicii PROINVENT'2009, Cluj-Napoca.
663. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOBOR, I.; SOCHIREANU, A. *Turbină eoliană cu ax orizontal de putere mică*. Salonul Internațional al Cercetării Inovării și Inventicii PROINVENT'2009, Cluj-Napoca.
664. BOSTA, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Instalație solară cu motor Stirling*. Salonul Internațional al Cercetării Inovării și Inventicii PROINVENT'2009. Cluj-Napoca.
665. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREANU, A.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; TRIFAN, N. *Microhidrocentrală flotabilă cu pale hidrodinamice reglabile*. Salonul Internațional al Cercetării, Inovării și Transferului Tehnologic INVENTICA'2009, Iași.
666. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Solar station with Stirling engine*. Expoziția Internațională a Creativității și Inovării EUROINVENT, Iași.
667. BOSTAN, Ion; VIȘA, Ion; DULGHERU, Valeriu; CIUPERCĂ, Radu. *Small Power Wind Turbine with Vertical Axle*. Expoziția Internațională a Creativității și Inovării EUROINVENT. Iași.
668. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREANU, A.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; TRIFAN, N.. *Floatable Micro-hydropower Station with Adjustable Hydrodynamic Blades*. Expoziția Internațională a Creativității și Inovării EUROINVENT, Iași.
669. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; SOCHIREANU, A.. *Small Power Wind Turbine with Horizontal Axle*. Expoziția Internațională a Creativității și Inovării EUROINVENT, Iași.
670. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREANU, A.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; TRIFAN, N.. *Floatable Micro-hydropower Station with Adjustable Hydrodynamic Blades*. Expoziția Internațională a Creativității și Inovării EUROINVENT, Iași.
671. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREANU, A.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Prototipul industrial al microhidrocentralei pentru conversia energiei cinetice a apei în energie mecanică sau electrică*. Salonul Internațional de Inventii și Tehnologii Noi Novoe Vremya, Sevastopol'.

672. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, R. *Multiplicator planetar precesional*. Salonul Internațional de Invenții și Tehnologii Noi Novoe Vremya, Sevastopol'.
673. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Turbină eoliană cu ax vertical*. Salonul Internațional de Invenții și Tehnologii Noi Novoe Vremya, Sevastopol'.
674. BOSTAN, I.; IONESCU, F.; DULGHERU, V.; CIOBANU, R.; MALCOCI, I.; CIOBANU, O.; CIUPERCĂ, R.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Mecanisme de acționare pentru aparate de zbor; Multiplicator planetar precesional; Tehnologii de fabricare a roților dințate precesionale*. INFOINVENT'2009, Chișinău, 24-27 noiembrie 2009.
675. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; SOBOR, I.; CIUPERCĂ, R.; SOCHIREANU, A.; VIȘA, I.; BOSTAN, V.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R.; DICUSARĂ, I. *Turbină eoliană cu ax orizontal. Turbină eoliană cu ax vertical. Prototip industrial al microhidrocentralei pentru conversia energiei cinetice a apei în energie mecanică și electrică. Instalație solară cu motor Stirling*. INFOINVENT'2009, Chișinău, 24-27 noiembrie 2009.
676. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Turbină eoliană cu ax vertical*. FIR Iași, România în cadrul INFOINVENT'2009, Chișinău, 27 noiembrie 2009.
677. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O.; CIUPERCĂ, R. *Multiplicator planetar precesional*. Brevet de scurtă durată MD 2. Expoziția PROINVENT 2010, Cluj-Napoca, 16-20 martie 2010.
678. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R.; CRUDU, R.; GUȚU, M. *Turbină eoliană cu ax vertical de putere mică*. Expoziția PROINVENT 2010, Cluj-Napoca, 16-20 martie 2010.
679. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CARTOFEANU, V.; CIUPERCĂ, R.; CIOBANU, R. *Centrală hidroelectrică flotantă cu rotor elicoidal*. Brevet de invenție MD 2916. Expoziția PROINVENT 2010, Cluj-Napoca, 16-20 martie 2010.
680. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R.; CRUDU, R.; GUȚU, M. *Vetryannaya turbina s vertikal'ny'm rotorom*. ARHIMED-2010: XIII Moskovskij mezhdunar. salon izobretenij i innovacionny'x tehnologij, 30 marta - 02 aprelya 2010.
681. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O.; CIUPERCĂ, R. *Multiplicator planetar precesional*. Brevet de scurtă durată MD 2. EURO INVENT: European Exhibition of Creativity and Innovation, Iași, 7-9 mai 2010.
682. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R.; CRUDU, R.; GUȚU, M. *Turbină eoliană cu ax vertical de putere mică*. EURO INVENT: European Exhibition of Creativity and Innovation, Iași, 7-9 mai 2010.
683. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Tehnologii moderne neconvenționale de prelucrare a roților dințate*. Salonul Internațional al Cercetării, Inovării și Transferului Tehnologic INVENTICA 2010, a 14-a ediție, 9 - 11 iunie 2010.

684. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Turbină de vânt cu ax vertical de putere mică*. Salonul Internațional al Cercetării, Inovării și Transferului Tehnologic INVENTICA 2010, a 14-a ediție, 9 - 11 iunie 2010.
685. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O.; CIUPERCĂ, R. *Multiplicator planetar precesional*. Brevet de scurtă durată MD 2. Târgul Internațional de Invenții INVENT-INVEST SIR20!, Iasi, 22-27 noiembrie 2010.
686. BOSTAN, I.; VIȘA, I.; DULGHERU, V.; CIUPERCĂ, R. *Turbină eoliană cu ax vertical de putere mică*. Brevete de invenții: MD 3847; MD 3817. Târgul Internațional de Invenții INVENT-INVEST SIR20!, Iasi, 22-27 noiembrie 2010.
687. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I. *Tehnologii moderne neconvenționale de prelucrare a roților dințate*. Brevete de invenții: MD 2608; MD 3363; MD 3595. Târgul Internațional de Invenții INVENT-INVEST SIR20!, Iasi, 22-27 noiembrie 2010.
688. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. *Instalație solară cu motor Stirling*. Brevet de invenție MD 3600. Târgul Internațional de Invenții INVENT-INVEST SIR20!, Iasi, 22-27 noiembrie 2010.
689. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; DICUSARĂ, I.; CIOBANU, R.; MALCOCI, I.U.; OLEVSCHI, AL. *Mecanisme de acționare pentru aparate de zbor*. Brevet de invenție MD 3510. Târgul Internațional de Invenții INVENT-INVEST SIR20!, Iasi, 22-27 noiembrie 2010.
690. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; BOSTAN, V.; SOCHIREANU, A.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O.; CIUPERCĂ, R.; CRUDU, R.; GUȚU, M.; DICUSARĂ, I.; BODNARIUC, I. *Sisteme de conversie a energiei eoliene, hidraulice și solare*. Shanghai 2010, Salon mondial. Pavilionul Republicii Moldova.