

**Ministerul Educației al Republicii Moldova**

**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Programul de masterat "Drumuri Materiale și Mecanizarea în Construcții"**

**Admis la susținere  
ef de departament DMMC: dr. hab. prof. Ion RUSU**

\_\_\_\_\_ 2016

**STUDIUL DE UTILIZARE  
A AGREGATELOR RECICLATE ÎN  
ALCĂTUIREA MIXTURILE ASFALTICE**

**Teză de master**

**Masterand: \_\_\_\_\_ Eduard POTORAC**

**Conducător: \_\_\_\_\_ Anatolie CADOCINICOV**

**Chișinău – 2016**



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**STUDIUL DE UTILIZARE  
A AGREGATELOR RECICLATE ÎN  
ALCĂTUIREA MIXTURILE ASFALTICE**

**Masterand: Eduard POTORAC**

**Conducător: Anatolie CADOCINICOV**

**Chişinău - 2016**

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b>	9
<b>1 AGREGATE RECICLATE ÎN ALCŢUIREA MIXTURILOR ASFALTICE</b>	10
1.1 Analiza fluxurilor a agregatelor reciclate	10
1.2 Prelucrarea agregatelor	12
1.3 Studiul posibilităţii de utilizare a asfaltului reciclat în alcŢuirea mixturilor asfaltice	18
1.4 Utilizarea unor materiale reciclate în mixturile asfaltice	24
1.5 Pregătirea agregatelor naturale şi celor reciclate	36
<b>2. CERCETĂRI EXPERIMENTALE A ASFALTULUI RECICLAT ÎN ALCŢUIREA MIXTURILOR ASFALTICE</b>	42
2.1 Compoziţia şi caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice reciclate	42
2.2 AlcŢuirea compoziţiilor mixturilor asfaltice din material granulat cu adaos de liant mineral	44
2.2.1 AlcŢuirea compoziţiei a mixturii asfaltice din materialul granulat a drumului R1 Chişinău Ungheni, stoc km29+00	44
2.2.2 AlcŢuirea compoziţiei a mixturii asfaltice din materialul granulat a drumului R1 Chişinău Ungheni, amestec de nisip şi prundi din cariera puşaceni, emulsie bituminoasă cationică de clasă -3	49
2.2.3 AlcŢuirea compoziţiei a mixturii asfaltice din materialul granulat a drumului R1 Chişinău Ungheni, amestec de nisip şi prundi din cariera puşaceni, piatră spartă şi nisip concasat de granit din cariera Voznesensc din Ucraina.	52
<b>3. PRESCRIPŢII GENERALE DE EXECUŢIE</b>	61
3.1 Lucrări pregătitoare	61
3.2 Controlul calităţii lucrărilor	65
3.3 Controlul procesului tehnologic de reciclare şi punere în opera a mixturii asfaltice reciclate	66
3.4 Controlul calităţii îmbrăcăminte rutiere bituminoase reciclate	66
<b>CONCLUZII</b>	68
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	71

## REZUMAT

Materialele, alături de procedeele de obținere și practic de reciclare pot să constituie alternative durabile împotriva acumulării de eurilor dar totodată să substituie anumite materiale clasice, tot mai puțin și mai scumpe. Prin utilizarea agregatelor reciclate, provenind din demolarea unor vechi îmbrăcăminte rutiere se poate reduce semnificativ consumul de materie primă nouă. Necesitatea realizării unui număr cât mai însemnat de drumuri și străzi respectiv reabilitarea celor existente, stă la baza acestui studiu.

Rezultatele studiului experimental arată că prin controlul omogenității materialelor reciclate și prin folosirea noului liant cu proprietăți adecvate, este posibil obținerea mixturii asfaltice cu conținut ridicat de materiale reciclate, iar în ceea ce privește destinația acestora pot fi considerate ca "amestecuri de înalt performanță".

Agregatele minerale, folosite pentru acest plan experimental, sunt obținute din combinarea agregatelor de diferite dimensiuni disponibile în instalația de producție, cu adaos de umplutură minerală, după cum este necesar. Pentru fiecare fracție de agregat, graduația este arătată în tabele. Testele de laborator pentru caracteristicile fizico-mecanice, efectuate sunt descrise în tabele. Granulozitatea amestecului de agregate naturale, pentru fiecare tip de mixtură asfaltică reciclată, trebuie să corespundă prevederilor GOST 12801-98, CP D02.12-2014 „*Recomandări metodice pentru reabilitarea îmbrăcămintei rutiere și fundațiilor prin metode de reciclare la rece*” în funcție de tipul de mixtură reciclată și de destinația stratului ce urmează să fie executat.

Experimental s-a constatat că noua mixtură asfaltică rezultată, formată din rezultate foarte bune. Astfel s-au supus cercetării următoarele rețete:

1. Mixtură asfaltică din material granulat și amestec de prundi și nisip sort 0-40 (cariera Puh ceni) prelucrat cu ciment după rețeta:

- 50 % - Material asfaltic granulat;
- 50 % - Amestec de prundi și nisip sort 0-40 (cu înlăturarea rezidului pe sita cu Ø40);
- 4% - Ciment portland de marca 400, S.A. LAFARGE CIMENT Moldova;
- 5% - Ap.

2. Amestec de beton asfaltic frezat și amestec de prundi și nisip sort 0-40 (cariera Puh ceni) prelucrat cu ciment după rețeta:

- 50 % - Beton asfaltic frezat;
- 50 % - Amestec de prundi și nisip sort 0-40 (cu înlăturarea rezidului pe sita cu Ø 40);
- 3% - Ciment portland de marca 400, S.A. LAFARGE CIMENT Moldova;
- 5% - Ap.

3. Amestec de beton asfaltic frezat și amestec de prundi și nisip sort 0-40 (cariera Puh ceni) prelucrat cu emulsie bituminoasă și ciment după rețeta:

- 50 % - Beton asfaltic frezat;
- 50 % - Amestec de prundi și nisip sort 0-40 (cu înălțimea turării rezidului pe sita cu Ø 40);
- 3% - Ciment portland de marca 400, S.A. LAFARGE CIMENT Moldova;
- 1% - Ap ;
- 3% - Emulsie bituminoasă cationică clasa -3.

4. Amestec de beton asfaltic frezat și amestec de piatră spart de granit sort 0-40 (cariera Voznesensc) prelucrat cu emulsie bituminoasă și ciment după rețeta:

- 50 % - Beton asfaltic frezat;
- 50 % - Amestec de piatră spart de granit și nisip sort 0-40 (cu înălțimea turării rezidului pe sita cu Ø 40);
- 3% - Ciment portland de marca 400, S.A. LAFARGE CIMENT Moldova;
- 1% - Ap ;
- 3% - Emulsie bituminoasă cationică clasa -3.

5. Amestec de beton asfaltic frezat și amestec de piatră spart de granit sort 0-40 (cariera Voznesensc) prelucrat cu ciment după rețeta:

- 50 % - Beton asfaltic frezat;
- 50 % - Amestec de piatră spart de granit și nisip sort 0-40 (cu înălțimea turării rezidului pe sita cu Ø - 40);
- 4% - Ciment portland de marca 400, S.A. LAFARGE CIMENT Moldova;
- 5% - Ap .

Pentru selectarea compoziției amestecului de beton asfaltic frezat cu agregatele naturale au fost aplicate următoarele materiale: amestec de nisip și prundi din cariera Puh ceni, piatră spart și nisip concasat de granit din cariera Voznesensc din Ucraina, asfalt granulat. Compoziția betonului asfaltic granulat să pregătit pentru tipul M cu ciment și pentru tipul K cu ciment și emulsie.

La aceste variante saturația cu apă se află la granița maximă și trebuie de urmărit dozarea corectă și controlul permanent a amestecului pentru a nu depăși limita admisibilă. Mostrele s-au confecționat conform recomandărilor metodice p.7.12 cu o presiune de 7 MPa.

Pentru selectarea compoziției amestecului de beton asfaltic frezat cu agregatele naturale, amestec de nisip și prundi, din cariera Puh ceni, a fost adăugată emulsie bituminoasă cationică de clasa -3. Compoziția mixturii asfaltice din material granulat să pregătit pentru tipul M cu ciment și pentru tipul K cu ciment și emulsie. La prima variantă a amestecului de tip M rezultatul încercării saturației cu apă nu satisface cerințele tehnice pe când varianta în amestecul c

adug m emulsie bituminoas cationic clasa -3, de tip K caracteristice satisfac toate cerințe tehnice. Mostrele s-au confecționat conform Recomand rilor metodice p.8.4.1 dar cu o presiune de 30 MPa.

Din variantele prezentate, rezultatele cele mai bune la satura ie cu ap sunt la rețetele cu adugarea cu emulsie bituminoas cationic 3%.

În general, îmbr c min ile bituminoase astfel ob inute se comport bine în exploatare, realizându-se economii pîn la 35%.

În concluzie , se pot scoate în eviden urm toarele:

- literatura de specialitate men ioneaz , ca o preocupare general a cercet torilor, proiectan ilor, executan ilor i a administra iei drumurilor, perfec ionarea tehnologiilor de refolosire a îmbr c min ilor bituminoase uzate, în condi ii cât mai eficiente, aceste tehnologii sunt într-o continu dezvoltare.

- studiile efectuate pîn în prezent nu au reu it s trateze toate aspectele comport rii în exploatare a noilor îmbr c min i ob inute prin refolosirea mixturilor asfaltice vechi, de asemenea nici metode de controlul calit ii nu au fost puse la punct.

Dintre tehnologiile cele mai eficiente se consider :

- utilizarea îmbr c mintei vechi, dup scarificarea i concasare, ca agregat natural, în scopul realiz rii unei noi mixturi asfaltice prin adaosuri adecvate, pentru un nou strat rutier;
- regenerarea suprafe ei îmbr c mintei la rece, prin tratare cu emulsii speciale
- refolosirea îmbr c mintei vechi dup scarificare, concasare i corectarea dozajului cu liantul necesar, prin efectuarea unei noi malax ri în instala ii de produs mixturi asfaltice, urmat de celelalte opera ii necesare pentru punerea în oper (transport, a ternere, compactare).

De men ionat necesitatea alegerii tehnologiei celei mai eficiente în func ie de condi ii locale (starea îmbr c mintei vechi, condi ii de trafic i climaterice, utilaje existente etc.) i posibilit ile de mecanizare a întregului complex de lucr ri.

## SUMMARY

The materials, along with manufacturing processes and practical recycling alternatives can be considered sustainable against waste accumulation but also to replace some classic materials, fewer and more expensive. By using recycled aggregates coming from demolition of old road surfaces can significantly reduce new raw material. The need for as many roads and streets meant that rehabilitation of existing ones behind this study.

Experimental results show that by controlling the homogeneity of recycled materials and by using the new binder with suitable properties, it is possible to mix asphalt with high recycled content and in terms of their purpose may be considered as "high-performance blends".

Mineral aggregates used for this experimental design, are made from combining aggregates of various sizes available in production plant, with added mineral fillers, as needed. For each fraction of aggregate gradation is shown in the tables. Laboratory tests for physical and mechanical characteristics performed are described in the tables.

Granularity mixture of natural aggregates for each type of recycled asphalt mixture, must comply with GOST 12801-98, CP D02.12-2014 ,, Guidelines for rehabilitation of pavement and foundations cold recycling methods "by type of recycled mixture and layer destination to be executed.

Experimentally it was found that the resulting new asphalt mixture formed gives very good results. Thus were under investigation following recipes:

1. asphalt mixture of granulated material and mixture of gravel and sand sort 0-40 (Puh cenii career) processed cement recipe:

- 50% - granulated asphalt material;
- 50% - gravel and sand mixture sort 0-40 (by removing the residue on the sieve with  $\varnothing 40$ );
- 4% - 400 Portland cement brand, S.A. LAFARGE CEMENT Moldova;
- 5% - Water.

2. combination of asphalt milling and pebble and sand mixture sort 0-40 (Puh cenii career) with cement manufactured according to the recipe:

- 50% - asphalt milling;
- 50% - gravel and sand mixture sort 0-40 (by removing the residue on the sieve with  $\varnothing 40$ );
- 3% - 400 Portland cement brand, S.A. LAFARGE CEMENT Moldova;
- 5% - Water.

3. combination of asphalt milling and pebble and sand mixture sort 0-40 (Puh cenii career) with bitumen emulsion and cement manufactured according to the recipe:

- 50% - asphalt milling;
- 50% - gravel and sand mixture sort 0-40 (by removing the residue on the sieve with  $\emptyset$  40);
- 3% - 400 Portland cement brand, S.A. LAFARGE CEMENT Moldova;
- 1% - Water;
- 3% - cationic bituminous emulsion -3 class.

4. Blend the mixture of asphalt and crushed stone milling granite sort 0-40 (Voznesensc career) with bitumen emulsion and cement manufactured according to the recipe:

- 50% - asphalt milling;
- 50% - Mixture of crushed granite and sand stone sort 0-40 (by removing the residue on the sieve with  $\emptyset$  40);
- 3% - 400 Portland cement brand, S.A. LAFARGE CEMENT Moldova;
- 1% - Water;
- 3% - cationic bituminous emulsion -3 class.

5 . Mixture of asphalt milling and mixing crushed stone granite sort 0-40 (Voznesensc career) processed cement recipe:

- 50% - asphalt milling;
- 50% - Mixture of crushed granite and sand stone sort 0-40 (by removing the residue on the filter using a - 40);
- 4% - 400 Portland cement brand, S.A. LAFARGE CEMENT Moldova;
- 5% - Water.

To select the composition of the mixture of asphalt milling natural aggregates were applied following materials: sand and gravel mixture career Puh cenii, crushed stone and sand of crushed granite from Ukraine Voznesensc career, granulated asphalt. The composition prepared granulated asphalt cement type I and type K cement and emulsion.

These variants saturation with water is the maximum boundary and must follow the correct dosage and permanent control of the mixture not to exceed the allowable limit. The samples were made according to methodological recommendations p.7.12 with a pressure of 7 MPa.

To select the composition of the mixture of asphalt milling natural aggregates, sand and gravel mixture, career Puh cenii was added cationic bitumen emulsion-3 class. Mix asphalt composition of granulated material prepared for cement type I and type K cement and emulsion. The first version of the M-type mixture with water saturation test result does not meet technical requirements when variant cationic bitumen emulsion mixture which add class-3, K-type characteristic satisfy all technical requirements. The samples were made according to methodological recommendations p.8.4.1 but with a pressure of 30 MPa.



Embodiment of the present, the best results in the saturation of water in the recipes are added to the cationic bitumen emulsion 3%.

In general, bituminous pavements thus obtained perform well in service, achieving savings up to 35%.

In conclusion, we can highlight the following:

- literature mentions that a general concern of researchers, designers, contractors and the administration of roads, improvement of technologies for reusing bituminous coverings used in the most efficient conditions, these technologies are in constant development.

- studies to date have failed to address all aspects of operational behavior of new pavement, asphalt mixtures obtained by reusing old also no quality control methods have been developed.

Among the most efficient technologies are considered:

- use old clothes, scarfing and crushing that natural aggregate, for the achievement of a new asphalt through appropriate additions for a new road layer;

- clothing cold surface regeneration by treatment with special emulsions

- reusing old clothes after ripping, crushing and correct dosage necessary link by conducting a new mixing in product mix asphalt plants, followed by other operations necessary for installation (transport, bedding, compaction).

Note necessity of choosing the most efficient technologies based on local conditions (state old clothing, traffic and climatic conditions, existing farming etc.) and the possibilities of mechanization of the entire complex works.

