

STUDIUL UTILIZĂRII ÎN MIXTURILE ASFALTICE A CRIBLURII CONCASATE ȘI SORTATE OBȚINUTE DIN BALAST ÎN REPUBLICA MOLDOVA

*conf. univ., dr. Valentin BRINIȘTER
ing. Alexandru SPARIVAC*

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract

The purpose of this work is the study of the use in the asphalt mixtures of the crushed gravel obtained by ballast sifting. For the Republic of Moldova the use of this aggregate is a very important moment, because the broken stone that is used for asphalt mixtures, in most cases, is imported from the neighboring countries which increases the costs of producing asphalt mixtures. A big problem for the use of this aggregate is the insufficient adhesive of the gravel with bitumen. Because after crushing the gravel granules can remain rounded and contain flint particles.

1. Soluții moderne pentru sporirea proprietăților de aderență între agregate și liant. Aditivul Masterlife PAV-100

În tehnologia producerii mixturilor asfaltice își regăsesc folosința aditivi ce sporesc proprietățile de aderență între liant și partea minerală deoarece producătorii de bitumuri asigură aderența înaltă cu marmura etalon doar la bitumuri de tip BND dar și aceasta nu este suficient pentru asigurarea calității asfaltului. Una dintre cele mai importante caracteristici a amestecului de beton asfaltic este asigurarea aderenței între materiale prin reducerea tensiunii la suprafața materialului mineral.

Această soluție poate fi necesară în cazul în care aderența între materiale și liant este insuficientă. Folosirea acestor aditivi mai deschid câteva posibilități:

- posibilitatea de utilizare a materialelor umede, ce are loc primăvara sau toamna, umiditatea admisibilă a materialelor în acest caz poate fi nu mai mare de 1% pentru amestecurile fierbinți și 3% pentru mixturile calde și reci relativ;
- activează suprafețele materialelor minerale așa ca pietrișul, nisipul de râu;
- scăderea temperaturii de încălzire a materialelor minerale;
- creșterea suprafeței de amorsare a materialului mineral cu pelicula de bitum;

Aditivul PAV-100 folosit pentru amestecurile proiectate este destinat pentru pietrișul concasat. Asigură aderență înaltă între materialul mineral și bitum ridicând aderența internă a amestecului. Concentrația PAV-100 în bitum este recomandată de 0,4% de la cantitatea bitumului. Se introduce direct în bitumul încălzit.

2. Proiectarea rețetelor pentru mixturi asfaltice

La proiectarea rețetelor pentru mixturi asfaltice de orice tip trebuie luați în considerație următorii pași:

- unul din factorii principali care caracterizează calitatea amestecului este granulometria părții minerale.
- piatra spartă folosită în amestec trebuie să aibă formă cubică, ce scade gradul de concasare în timp de compactare a amestecului. Aderență mai bună cu liantul are piatra spartă de granit și calcar. Prundișul nu are proprietăți de aderență cu liantul și în acest caz trebuie de introdus aditivi pentru sporirea acestor proprietăți.
- asupra caracteristicilor amestecului de beton asfaltic mare influență are nisipul. Amestecurile care includ nisip de la concasarea rocilor sunt mai rezistente la forfecare și mai bine se păstrează rugozitatea suprafeței îmbrăcăminte rutiere.
- filerul are rol de adaos ce structurează liantul și face amestecul mai dens. Filerul în cantități mai mari poate ridica fragilitatea betonului asfaltic și scade plasticitatea amestecului.

Pentru această lucrare au fost proiectate trei variante de amestec de beton asfaltic. Reieșind din experiența laboratorului calculul de compoziție a părții minerale a fost proiectată prin metode cunoscute de mult timp și se prezintă în tabelul de mai jos.

Tabelul 1. Calculul părții minerale a mixturii asfaltice.

№ sit mm	SM STB 1033 min	max	Trecerea totală,%				Varianta curentă	Varianta optimă
			Piatră spartă 10-20, %	Piatră spartă 5-10, %	Filer, %	Nisip concasat de granit, %		
			16	25	5	54		
40	100	100	100	100	100	100	100	100
20	95	100	98	100	100	100	100	98
15	85	100	65	100	100	100	94	93
10	70	100	26	95	100	99	86	85
5	50	65	2	4	100	95	58	58
2,5	38	52			100	74	45	45
1,25	28	39			100	53	34	34
0,63	20	29			100	38	26	25
0,315	14	22			100	27	20	18
0,14	9	16			90	19	15	13
0,071	6	12			74	14	11	9

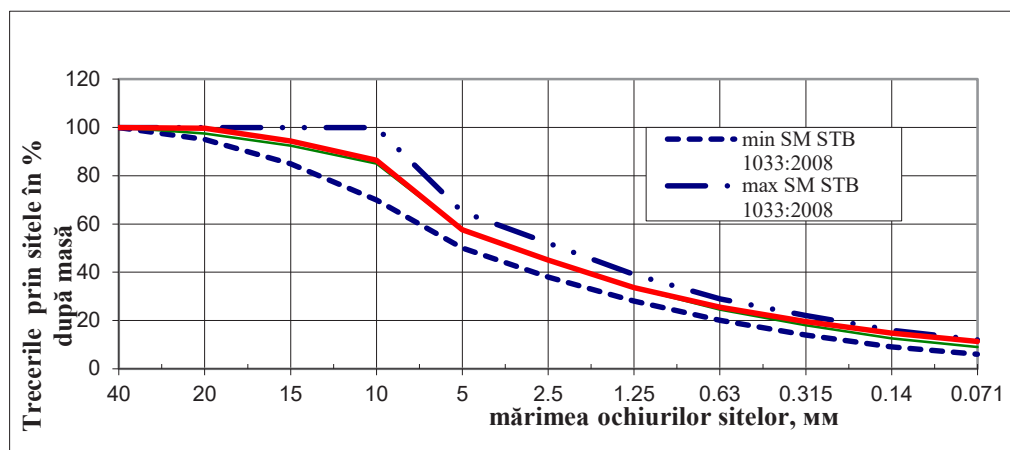


Figura 1. Curbele granulometrice a mixturii asfaltice proiectate.

Pentru determinarea cantității optime de bitum în amestec pietrișul, nisipul, filerul în cantități proiectate se amestecă cu bitum în următoarele cantități: 6,0%; 6,5%; 7,0%. După care urmează formarea epruvetelor (câte trei epruvete pentru fiecare cantitate de bitum) și determinarea saturației lor cu apă.

Din amestecurile executate se formează câte trei probe cu diametrul și înălțimea de 71,4mm. Apoi se determină densitatea medie și saturația probelor formate. Saturația cu apă caracterizează indirect porozitatea reziduală și este una dintre caracteristicile structurii betonului asfaltic. Saturația apei este determinată pe eșantioanele utilizate pentru a determina densitatea medie.

Se alege cea mai potrivită valoare și se prepară amestecul cu cantitatea pentru epruvete necesare. Epruvetele de control sunt obținute din amestecul compoziției proiectate și un ciclu complet al testelor lor este efectuat în conformitate cu standardele în vigoare.

Tabelul 2. Densitatea medie și saturația cu apă a amestecului cu 6,0% de bitum

Nr. încercării	Densitatea medie			Saturația cu apă		
	Masa probei cântărită în aer, g	Masa probei cântărită în apă, g	Masa probei ținută 30 min în apă și cântărită în aer, g	Densitatea medie, g/cm ³	Masa probei saturat cu apă și cântărit în aer, g	Saturația cu apă, %
	g0	g1	g2	Pm	g3	W
1	631,90	359,60	633,40	2,31	642,20	3,1
2	633,30	360,10	635,40	2,30	642,20	3,3
3	634,3	361,10	637,00	2,30	642,00	3,4
Media				2,30		3,3
Diferența dintre rezultatele încercărilor				0,03		0,5
				Acceptat		Acceptat

Tabelul 3. Densitatea medie și saturația cu apă a amestecului cu 6,5% de bitum

Nr. încercării	Densitatea medie				Saturația cu apă	
	Masa probei cântărită în aer, g	Masa probei cântărită în apă, g	Masa probei ținută 30 min în apă și cântărită în aer, g	Densitatea medie, g/cm ³	Masa probei saturat cu apă și cântărit în aer, g	Saturația cu apă, %
	g ₀	g ₁	g ₂	P _m	g ₃	W
1	633,10	361,70	635,00	2,32	638,50	2,2
2	634,40	362,20	637,30	2,31	640,50	2,3
3	634,10	363,80	635,80	2,33	639,20	2,3
Media				2,32		2,3
Diferența dintre rezultatele încercărilor				0,03		0,5
				Acceptat		Acceptat

Tabelul 4. Densitatea medie și saturația cu apă a amestecului cu 7,0% de bitum.

Nr. încercării	Densitatea medie				Saturația cu apă	
	Masa probei cântărită în aer, g	Masa probei cântărită în apă, g	Masa probei ținută 30 min în apă și cântărită în aer, g	Densitatea medie, g/cm ³	Masa probei saturat cu apă și cântărit în aer, g	Saturația cu apă, %
	g ₀	g ₁	g ₂	P _m	g ₃	W
1	634,20	363,40	636,10	2,33	637,50	1,0
2	634,20	363,90	635,70	2,33	637,20	1,1
3	633,00	363,00	634,50	2,33	635,10	0,8
Media				2,33		0,9
Diferența dintre rezultatele încercărilor				0,03		0,5
				Acceptat		Acceptat

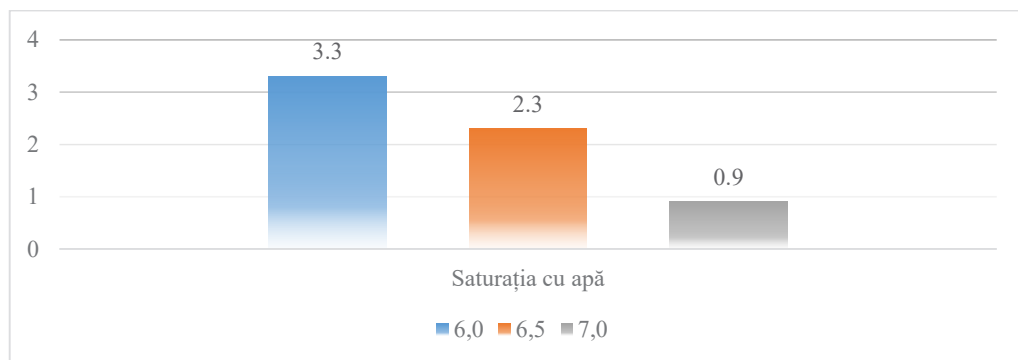


Figura 2. Dependența saturației cu apă de conținutul de bitum

Conform rezultatelor obținute putem observa că procentul optim de bitum în amestec este 6,5%. Procentul de 6,5% este ales deoarece saturația epruvetelor pentru acest tip de beton asfaltic este în limitele de 1,0-4,0 conform cerințelor tehnice SM STB 1033-2008. După determinarea procentului optim de bitum se proiectează variantele deja cu cantitatea de liant aflat.

S-a proiectat trei variante de mixturi asfaltice de tip ȘMBg-II:

Varianta a III-a a fost proiectată cu adaos de reagent „Antigel”. Acest adaos este o soluție contra derapajului pe timp de iarnă.

Încercări și metode de efectuare a încercărilor mixturilor asfaltice

Proprietățile fizice ale betonului asfaltic sunt determinate pentru a prezice proprietățile de calitate cum ar fi rezistența la apă, rezistența la îngheț. Proprietățile includ: densitate medie, densitate adevărată, partea minerală și amestecul său cu bitum, porozitatea mineralului în beton asfaltic, saturația cu apă.

1) Determinarea densității medii a mixturilor asfaltice.

Densitatea medie se determină cu ajutorul formulei:

$$\rho_m^a = \frac{g_0 \rho^B}{g_1 - g_2}$$

unde:

g_0 – masa epruvetei cântărită în aer, g;

g_1 – masa epruvetei menținută în apă 30min și cântărită în aer, g;

g_2 – masa aceeași epruvete cântărită în apă, g;

ρ^B – densitatea apei primită egală cu 1 g/cm³;

Media aritmetică a rezultatelor determinării densității medii a trei probe este luată ca rezultat al determinării densității medii. Dacă discrepanța dintre cel mai mare și cele mai mici rezultate ale determinărilor paralele depășesc 0,03 g/cm³ încercarea se face repetat și se calculează media aritmetică a șase valori. [2]

2) Determinarea saturației cu apă a betonului asfaltic

Se determină prin formula:

$$W = \frac{g_3 - g_0}{g_1 - g_2} \times 100$$

unde:

g_0 – masa probei uscate (nesaturată cu apă) cântărită în aer, g;

g_1 – masa probei menținută în apă 30min și cântărită în aer, g;

g_2 – masa aceeași probe cântărită în apă, g;

g_3 – masa probei saturată cu apă și cântărită în aer, g;

Media aritmetică a rezultatelor a trei determinări este luată ca rezultat al determinării saturației de apă. Discrepanța dintre cele mai mari și cele mai mici rezultate nu ar trebui să fie mai mult de 0,5% (prin valoarea absolută a saturației de apă).

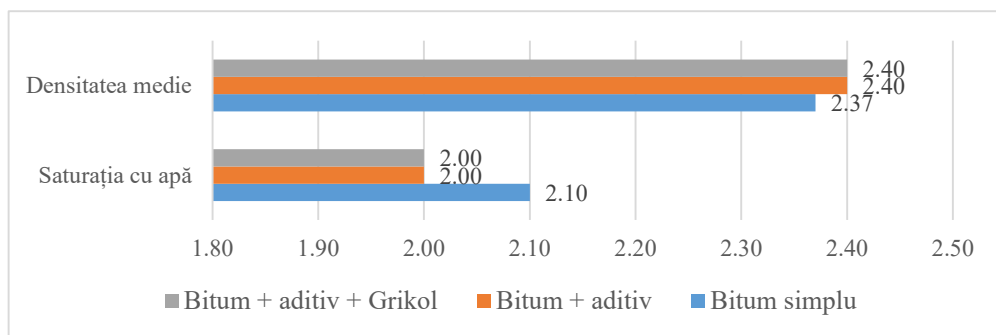


Figura 3. Dependența indicilor de adaosuri folosite

3) Determinarea umflării betonului asfaltic

Umflarea betonului asfaltic se determină prin creșterea volumului epruvetelor după saturația lor cu apă. Pentru determinarea umflării se folosesc datele obținute de la încercările de saturație cu apă și densitatea medie.

Se determină prin formula:

$$H = \frac{(g_3 - g_4) - (g_1 - g_2)}{g_1 - g_2} \times 100$$

unde:

g_1 – masa probei menținută în apă 30min și cântărită în aer, g;

g_2 – masa aceeași probe cântărită în apă, g;

g_3 – masa probei saturate cu apă și cântărită în aer, g;

g_4 – masa aceeași probe cântărită în apă, g;

Media aritmetică a trei probe este luată ca rezultat al determinării umflăturii.

4) Determinarea rezistenței la compresiunea axială

Rezistența la compresiune se determină prin formula:

$$R_{com} = \frac{P}{F} \times 10^{-2}$$

unde:

P - sarcina de distrugere, N;

F - aria secțiunii transversale inițială, cm²;

10⁻² - coeficient de recalcul, MPa;

Ca rezultat al determinării este luată media aritmetică a încercărilor a trei probe. Diferența dintre cele mai mari și cele mai mici rezultate nu trebuie să depășească 15%. În caz dacă condiția această nu se respectă este necesar de format încă trei probe și încercarea se repetă și se ia media a șase rezultate de încercări.

5) Determinarea coeficientului rezistenței la apă după saturația cu apă pe termen îndelungat în mediu agresiv

Coeficientul rezistenței la apă la 14 zile se determină prin formula:

$$K_{ra}^{14} = \frac{R_{com}^{50ra}}{R_{com}^{50}}$$

unde:

R_{com}^{50ra} - rezistența la compresiune la o temperatură de $50\pm 2^\circ\text{C}$ după saturația cu apă în soluție de clorură de sodiu 5% timp de 14 zile, MPa;

R_{com}^{50} - rezistența la compresiune la o temperatură de $50\pm 2^\circ\text{C}$;

Coefficientul rezistenței la apă la 14 zile se determină prin formula:

$$K_{ra}^{28} = \frac{R_{com}^{50ra}}{R_{com}^{50}}$$

unde:

R_{com}^{50ra} - rezistența la compresiune la o temperatură de $50\pm 2^\circ\text{C}$ după saturația cu apă în soluție de clorură de sodiu 5% timp de 28 zile, MPa;

R_{com}^{50} - rezistența la compresiune la o temperatură de $50\pm 2^\circ\text{C}$;

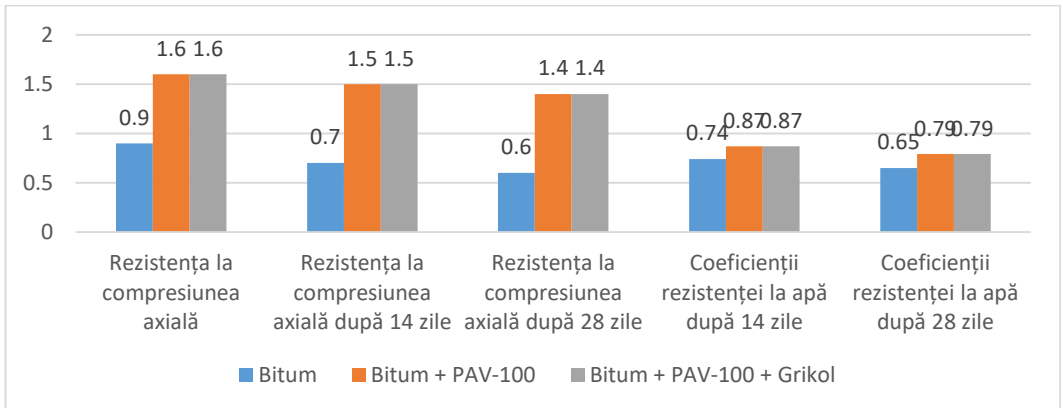


Figura 4. Dependența indicilor de adaosurile folosite.

6) Determinarea rezistenței la întindere la 0°C

Rezistența la întindere se determină prin formula:

$$R_{int}^0 = \frac{P}{h \times d} \times 10^{-2}$$

unde:

P - sarcina de distrugere, N;

h, d - media înălțimii și diametrului epruvetei, cm;

10^{-2} - coeficient de recalcul, MPa;

Ca rezultat al determinării este luată media aritmetică a încercărilor a trei probe. Diferența dintre cele mai mari și cele mai mici rezultate nu trebuie să depășească 15%.

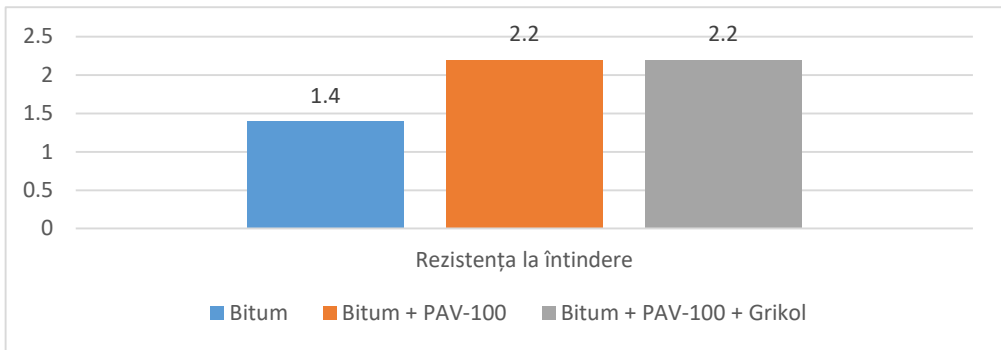


Figura 5. Influența adaosurilor asupra indicilor rezistenței la întindere la 0°C.

7) Determinarea rezistenței la forfecare la 50 °C

Rezistența la forfecare se determină prin formula:

$$R_{for}^{50} = \frac{P}{154 \times h}$$

unde:

P - sarcina de distrugere, N;

h - înălțimea medie a epruvetei, cm;

154 - coeficient de recalcul;

Ca rezultat al determinării este luată media aritmetică a încercărilor a trei probe. Diferența dintre cele mai mari și cele mai mici rezultate nu trebuie să depășească 15%.

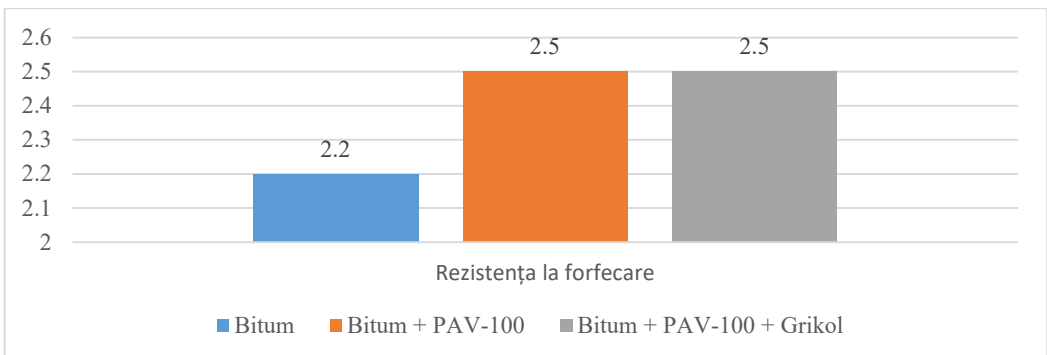


Figura 6. Dependența indicilor de forfecare la 50°C de adaosurile folosite

8) Aderența cu partea minerală a amestecului de beton asfaltic;

Determinarea aderenței cu partea minerală a amestecului de beton asfaltic a fost efectuată la trei variante de mixtură asfaltică. Ca rezultat se face compararea cu proba inițială de amestec și se face concluzia că aditivul lucrează foarte bine și adaosul de reagent antiderapant nu a scăzut proprietățile de aderență cu partea minerală.

Tabelul 5. Rezultatele încercărilor a trei variante de amestec de beton asfaltic

Caracteristicile determinate	Unit. de măsură	ȘMBg-II Valoarea obținută			Cerințele tehnice SM STB 1033:2008 ȘMBg-II
		B	BM	RBM	
1. Conținutul de bitum	%	6,5	6,5	6,5	5,5-6,5
2. Densitatea medie	g/cm ³	2,36	2,40	2,40	-
3. Saturația cu apă	%	1,5	1,5	1,5	1,0-4,0
4. Umflarea	%	0,0	0,0	0,0	max 1,0
5. Rezistența la compresiune, R _c 50°C	MPa	0,9	1,6	1,6	min 1,0
6. Limita rezistenței la întindere, R 0°C	MPa	1,45	2,20	2,20	1,5-3,0
7. Rezistența forfecare, R _f 50°C,	MPa	2,22	2,50	2,50	min 2,3
8. Rezistența la compresiune după saturația cu apă pe termen îndelungat, R50°C:	MPa				
după 14 zi		0,7	1,4	1,4	
după 28 zi		0,6	1,3	1,3	
9. Coeficienții rezistenței la apă după saturația cu apă pe termen îndelungat:					
după 14 zi		0,74	0,87	0,87	min 0,80
după 28 zi		0,65	0,79	0,79	min 0,70
10. Rezistența la aderența a bitumului cu suprafața părții minerale	%	Nu rezistă	rezistă	rezistă	rezistă

Concluzii:

În urma încercărilor efectuate se pot face următoarele concluzii:

1) *Se admite* utilizarea pentru fabricarea mixturilor asfaltice cum și poroase așa și densă cu agregatele naturale provenite din concasarea concasarea pietrișului de râu din balastierele de pe teritoriul Republicii Moldova cu împlinirea următoarelor condiții:

- aplicarea bitumului și aditive speciale pentru îmbunătățirea adezivității cu pietrișul concasat;

- asigurarea controlului permanent de laborator asupra:

- procesului de preparare a bitumului și a calităților acestuia din punct de vedere adezivității cu pietrișul de râu concasat;

- bitumului ținând cont de neadmiterea încălzirii îndelungate și supraîncălzirii;

- caracteristicilor amestecului de beton asfaltic preparat cu utilizarea pietrișului de râu concasat;

2) *Se admite* utilizarea pentru fabricarea mixturilor asfaltice de tip "B" a agregatelor naturale provenite din concasarea pietrișului de râu din balastierele de pe teritoriul Republicii Moldova cu următoarele condiții:

- pietrișul de râu concasat trebuie să corespundă următoarelor caracteristici:

- conținutul de particule cremene nu trebuie să fie mai mare de 40%;
- compoziția petrografică trebuie să fie omogenă;
- să fie cu conținutul cât e de posibil mai mic de particule rotunjite după concasare.

Recomandări:

- 1) Încercări de laborator mai aprofundate pentru materialele pietroase și celor fine, obținute prin cernere din balast;
- 2) Încercări a mai multor aditivi pentru a obține o gamă largă de soluții pentru rezolvarea astfel de probleme;
- 3) Proiectarea a mixturilor asfaltice cu înlocuirea nu numai pietrei sparte cu pietriș concasat dar și înlocuirea nisipului concasat de granit cu cel obținut de la concasarea pietrișului;
- 4) Compararea economică a mixturilor asfaltice clasice și cu cele proiectate cu diferiți aditivi;
- 5) Deschiderea a sectoarelor experimentale de drum pentru verificarea mixturilor asfaltice în condiții reale;

Bibliografie

1. SM STB 1033:2008 Amestecuri de beton asfaltic pentru drumuri și aerodromuri și beton asfaltic. Condiții tehnice
2. SM STB 1115-2004 Amestecuri de beton asfaltic pentru drumuri și aerodromuri și beton asfaltic. Metode de încercări
3. Compoziții rutiere. Amestecuri rutiere de lianți organici și betoane asfaltice. Îndrumar de laborator. Conf. univ., dr. Aurelian Rublicean. UTM Chișinău 2005.
4. Lianți organici. Îndrumar de laborator. Conf. univ., dr. Aurelian Rublicean, conf. univ., dr. Anatolie Cadociniov. UTM Chișinău 2004.
5. Ghidul biturilor „Orlen Asfalt”
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Щебень#Гравийный_щебень
7. <http://stroy-spravka.ru/article/rol-pav-v-strukturoobrazsvanii-asfaltobetona-i-snizhenii-raskhoda-bituma>
8. GOST 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний
9. GOST 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия
10. GOST 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний
11. GOST 31424-2010 Материалы строительные нерудные из отсеков дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия
12. <https://1nerudnyi.ru/mineralnyj-poroshok-01/>
13. http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=975
14. <http://aquagroup.ru/normdocs/14177>