

УДК 665.637.87, <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2021-2.13>

МҰНАЙ БИТУМЫН АДГЕЗИЯЛЫҚ ҚОСПАЛАР АРҚЫЛЫ МОДИФИЦИРЛЕУ



С.С. САТАЕВА*,
PhD докторы,
<https://orcid.org/0000-0002-2397-9069>



К.А. МИХАЙЛОВА,
магистрант,
<https://orcid.org/0000-0002-7332-2639>

ЖӘҢГІР ХАН АТЫНДАҒЫ БАТЫС ҚАЗАҚСТАН АГРАРЛЫҚ-ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ
Қазақстан Республикасы, 090009, Орал қ-сы, Жәңгір хан көшесі 51

Жыл сайын Мемлекет басшысы Қазақстан халқына Жолдауында еліміздің индустриялық-инновациялық дамуының маңыздылығын атап көрсетеді, соның ішінде отандық химия технологиясының өркендеуіне ерекше көңіл бөледі. Осыған байланысты, қазіргі заманғы өнеркәсіп пен экономика шарттарына сай, жол жабындары үшін құрылыс материалдарын алуға бағытталған технологияны жетілдіру басым бағыттардың бірі болып табылады.

Жұмыста Ақтау битум зауытының үлгілері қарастырылды. Эксперимент жүргізу барысында битум сынамалары 1% және 3% адгезиялық қоспамен модифицирленді. Адгезиялық қоспа ретінде StarAsphalt компаниясының Stardope 510C қоспасы қолданылды. Сынамалардың физика-химиялық қасиеттері: тығыздығы, тұтқырлығы, ине ену тереңдігі, созылғыштығы, жұмсару температурасы, тұтану температурасы, Фраас бойынша битумның морт сынғыштық температурасы анықталды. Зерттеу нәтижелері бойынша Stardope 510C адгезиялық қоспамен модифицирленген битумның негізгі көрсеткіштері жақсарғаны көрсетілді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: мұнай битумы, Stardope 510C – адгезиялық қоспа, тығыздық, тұтқырлық, пенетрация, созылғыштық, жұмсару және тұтану температуралары, морт сынғыш температура.

МОДИФИКАЦИЯ НЕФТЯНОГО БИТУМА АДГЕЗИОННЫМИ ДОБАВКАМИ

С.С. САТАЕВА*, доктор PhD, <https://orcid.org/0000-0002-2397-9069>

К.А. МИХАЙЛОВА, магистрант Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана, <https://orcid.org/0000-0002-7332-2639>

* Адрес для переписки. E-mail: sataeva_safura@mail.ru

ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКИЙ АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. ЖАНГИР ХАНА,
Республика Казахстан, 090009, г. Уральск, ул. Жангир хана 51

Ежегодно в Посланиях народу Казахстана Глава государства подчеркивает значимость индустриально-инновационного развития страны, при этом особое внимание уделяет развитию отечественной химической технологии. Одним из приоритетных направлений является совершенствование технологии, направленной на получение строительных материалов для дорожных покрытий, что продиктовано условиями современной промышленности и экономики.

В работе рассмотрены образцы Актауского битумного завода. В ходе проведения эксперимента образцы битума модифицировали адгезионной смесью в количестве 1% и 3%. В качестве адгезионной смеси использовалась добавка Stardope 510C от компании StarAsphalt. Определены физико-химические свойства проб битума: плотность, вязкость, глубина проникновения иглы, растяжимость, температура размягчения, температура вспышки, температура хрупкости битума по Фраасу. Результаты исследований показали, что после модифицирования адгезионной смесью Stardope 510C основные показатели битума улучшились.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нефтяные битумы, Stardope 510C – адгезионная добавка, плотность, вязкость, пенетрация, растяжимость, температура размягчения, температура вспышки, температура хрупкости.

MODIFICATION OF PETROLEUM BITUMEN WITH ADHESIVE ADDITIVES

S.S. SATAYEVA*, PhD, <https://orcid.org/0000-0002-2397-9069>

K.A. MIKHAILOVA, master degree of the West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan, <https://orcid.org/0000-0002-7332-2639>

WEST KAZAKHSTAN AGRARIAN-TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ZHANGIR KHAN,
51, Zhangir Khan st., 090009, Uralsk, Republic of Kazakhstan

Annually, the Head of state in his Messages to the people of Kazakhstan emphasizes the importance of industrial and innovative development of the country, while paying special attention to the development of domestic chemical technology. One of the priorities is to improve the technology aimed at obtaining construction materials for road surfaces, which is dictated by the conditions of modern industry and economy.

The paper considers samples of the Aktau bitumen plant. During the experiment, the bitumen samples were modified with an adhesive mixture in the amount of 1% and 3%. Stardope 510C additive by StarAsphalt was used as an adhesive mixture. The physicochemical properties of bitumen samples were determined: density, viscosity, depth of needle penetration, extensibility, softening temperature, flash point, and Fraas brittleness temperature of bitumen. The research results showed that after modification with the adhesive mixture Stardope 510C, the main characteristics of bitumen were improved.

KEY WORDS: petroleum bitumen, Stardope 510C – adhesive additive, density, viscosity, penetration, extensibility, softening point, flash point, brittleness temperature.

Автотранспорт саны, жолаушы тасымалы мен жүк көлемінің артуына сай асфальтобетон жабындысына түсетін күш үнемі жоғарылауда, сондықтан бұл жағдай жолдың тез бұзылуына әкеліп соқтырады. Жол-құрылысының тиімділігін арттыратын міндетті шарт жол құрылыс материалдарының сапасын жақсарту болып табылады.

Жол құрылысы – саз, саздақ, құм, қиыршықтас және құм тас түріндегі табиғи шикізат ресурстарын, сондай-ақ битум, цемент және әк түріндегі органикалық және

бейорганикалық байланыстырғыштардың ірі тұтынушылары болып табылады. ХХІ ғасырда Қазақстанда қолданылатын жол материалдарының құрылымында жолдардың сапасына қойылатын жоғары талаптарға негізделген елеулі өзгерістер болуы мүмкін. 110-140 км/сағ. шегінде автомобиль қозғалысы бар (соның ішінде ауыр жүк) жүрдек магистральдар көбірек жол көрсететін болады. Осыған байланысты күрделі және көпфункционалды құрылымды білдіретін жол жабындары, оның беріктігі мен сенімділігі көбінесе битумның сапасына байланысты, себебі микрожарықшақтар оның пленкасында қалыптасады. Битум мен цемент негізінен Ресей Федерациясының жеткізушілері есебінен қамтамасыз етіледі. Сондықтан өнеркәсіп қалдықтарын қолдану арқылы жергілікті шикізат ресурстарын пайдалану есебінен жолдардың материалдық сыйымдылығын, өзіндік құнын төмендетуге және сапасына қол жеткізуге бағытталған зерттеулер Қазақстанның барлық өңірлері ауқымында өзекті болып табылады.

Қазақстан Республикасының автомобильді жолдарын эксплуатациялау тәжірибесі көрсеткендей, асфальтобетонды жабындылардың төзімділігі нормативті мерзімінен айтарлықтай төмен. Сондықтан автомобиль жолдарының транспорт легіне қойылатын талапқа сай қалыпта болуы жаңа, дамушы материалдар мен технологияларды қолданбай мүмкін емес. Жол төсеуге арналған жабындының пайдалану мерзімінің күрт төмендеуіне әсер етуші негізгі фактор асфальтобетонды қоспаларда тұтастырғыш ретінде төмен сапалы битумның қолданылуы болып табылады, өйткені микрожарықшақтар негізінен оның қабықшасында дамиды. Битумның эксплуатациялық қасиеттерін жоғарлату үшін оны модифицирлеу қажет.

Жоғарыда айтылғандай, жол жабындарының беріктігіне әсер ететін негізгі факторлардың бірі – байланыстырушы зат ретінде асфальтбетон қоспаларында төмен сапалы битумды қолдану.

Осыған байланысты жұмыстың мақсаты битумның эксплуатациялық қасиеттерін жақсарту болып табылады, ол үшін оны (битумды) модифицирлеу қажет. Қазіргі уақытта осы бағытта көптеген зерттеулер жүргізілуде.

Г.А. Бонченко асфальтобетонды қоспаларда екінші реттік (қартайған) полиэтиленді қолдану туралы мәселені шешу үшін [1] тығыздығы төмен полиэтиленнің (пайдалануда 6-8 ай бұрын қолданыста болған ауылшаруашылық мақсаттағы пленка) және тығыздығы жоғары полиэтиленнің (орама материалы мен ыдыс) физика-механикалық қасиеттеріне эксперименталды зерттеулер жүргізген. Автор екіншілік полиэтиленнің беріктігі мен деформациялық қасиеттерін сақтайтынын және полиэтилен-битум композицияларын алу үшін модифицирлеуші қоспа ретінде пайдаланылуы мүмкін екенін көрсететін зерттеу нәтижелерін көрсеткен. Жұмыста полиэтиленмен модифицирленген асфальтбетоннан жасалған жол төсемдерінің артықшылықтары және оны өндіру технологиясы көрсетілген.

Жұмыс [2] авторлары молекулалық массасы және макромолекулалар құрылысы бойынша ерекшеленетін 1.2-полибутадиен бар полимерлі-битум композицияларының қасиеттерін зерттеді. 1.2-полибутадиенді битумның құрамына енгізу эксплуатациялық қасиеттерінің айтарлықтай жақсаруына және битумды тұтастырғыштың жұмыс істеу қабілетінің температуралық аралығының кеңеюіне әкеледі. 1.2-полибутадиен негізіндегі полимерлі-битум композициялары қазіргі уақытта қолданылатын дивинил-

нил-стиролды термоэластопластқа балама ретінде автожол құрылысында практикалық пайдалану үшін ұсынылған.

Жол тұтастырғышының сапалық көрсеткіштерін жоғарлату мақсатында мұнай битумдарын полимер материалдармен түрлендіруде бірқатар жұмыстар жүргізілуде [3, 4]. Асфальтобетонға алынған полимер-битумды тұтастырғышты енгізу оның физика-механикалық сипаттамаларын жақсартады.

Жұмыста [5] ЖШС «Caspi Bitum» Ақтау зауытының БНД 70/100 маркалы мұнай жол битумы зерттелген. Жол битумының эксплуатациялық қасиеттерін жақсарту үшін полимерлік қалдықтармен модифицирлеу жүргізілген. Пластификатор ретінде И-40 маркалы индустриалдық май қолданылған. Жол битумының келесі көрсеткіштері зерттелген: пенетрациясы, созылғыштығы (дуктильдігі), мөрт сынғыштық температурасы және жұмсарту температурасы. Модифицирлеуден кейін битумның физика-механикалық қасиеттері жақсарғандығы байқалады: иненің ену тереңдігі қысқарады, созылғыштығы азаяды, жұмсару температурасы артады. Сондай-ақ полимерлердің битум құрылымына және олардың композиттерге әсер ету эффектісі зерттелген. Екіншілік полиэтиленді модификатор ретінде қолдану тиімді екені дәлелденген.

ҚР-ның стандартымен белгіленетін жол битумдарының сапалық көрсеткіштері *1-ші кестеде* бейнеленген.

Кесте 1 - ҚР стандартымен белгіленетін жол битумдарының сапалық көрсеткіштері

Көрсеткіштердің аталуы	Битум маркалары				МЕМСТ
	БН 200/300	БН 130/200	БН 90/130	БН 60/90	
Иненің кіру тереңдігі, 0,1мм: 25°С-да 0°С-да	201-300 24	131-200 18	91-130 15	61-90 10	11501
Жұмсарту температурасы, °С, төмен емес	33	38	45	41	11507
Созылғыштық, см, 25°С-да 0°С-дан кем емес	- -	80 -	80 -	70 -	11508
Сынғыштық температурасы, 0°С-дан жоғары емес	-14	-12	-10	-6	11505
Тұтану температурасы, °С-дан кем емес	220	230	30	240	4333
Жұмсару температурасының қыздырғаннан кейінгі өзгеруі, °С-дан жоғары емес	8	7	6	6	11506
Пентрация индексі	-1,5ден +1,0-ге дейін				22245-90
Суда еритін қосылыстардың массалық үлесі, %	0,20	0,20	0,30	0,30	11510

Жоғарыда айтылғанға байланысты жұмыстың мақсаты жол төсеуге арналған битумның физика-механикалық қасиеттерін жоғарлату болып табылады.

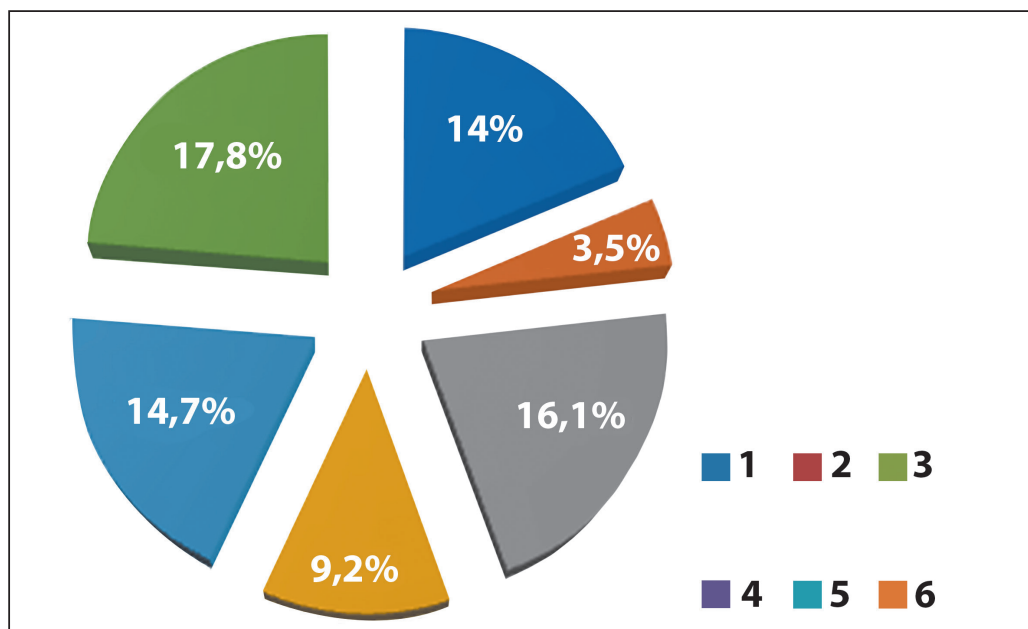
Талдау жүргізуге Ақтау қаласындағы «CASPI BITUM» БК» ЖШС Ақтау битум зауытынан шығарылған БН 90/130 маркалы мұнай битумы алынды.

Ақтау битум өндірісі зауыты Қазақстанның автокөлік саласындағы сұранысын қанағаттандыру мақсатында жол жабындысын отандық жоғары сапалы материалдан жасау үшін 2013 жылы ҮИИД МБ аясында іске қосылған болатын. «CASPI BITUM» зауыты – ҚазМұнайГаз – «КМГ-ӨМ» АҚ мен «СИТИК Қазақстан» ЖШС бірлескен кәсіпорны, тең дәрежеде (50%/50% үлестік негізде) құрылған. Өндірісті шикізатпен қамтуға Қаражанбас кен орны мұнай қалдығы қолданылады.

Бастапқы алынған мұнай битумының түсі қою қара, жылтыр және қатты.

Мұнай битумының физика-химиялық құрамына «Химия және химиялық технология» кафедрасында, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің ғылыми зерттеу орталығында, Башкортостан Республикасы Уфа қаласындағы Уфа мемлекеттік мұнай-техникалық университетінде талдаулар жүргізілді.

Шикізат ретінде алынған мұнай битумының химиялық құрамы төмендегі суретте көрсетілген.



Сурет – Битумның химиялық құрамы

1 - Парафинді нафтендер; 2 - жеңіл ароматика; 3 - ауыр ароматика; 4 - біріншілік смола; 5 - екіншілік смола; 6 - асфальтендер

Бастапқы битум құрамында асфальтендер мен смола мөлшері көп екендігі анықталды.

Мұнай битумының келесі көрсеткіштеріне зертханалық жағдайда анықтаулар жүргізілді: ашық тигельдегі тұтану температурасы, кинематикалық тұтқырлығы, тығыздығы, су мөлшері, механикалық қоспалардың мөлшері және күлділігі анықталды (кесте 2).

Мұнай битумын құрылыстық материалдар өндірісінде қолдану үшін олар модифицирлеуді қажет етеді. Модификатор ретінде кремний негізіндегі адгезиялық қоспа Stardor 510С алынды.

Кесте 2 – Мұнай битумының физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Зерттеу әдісі	Мұнай битумы	МЕМСТ бойынша
100°C кинематикалық тұтқырлық, мм ² /с	МЕМСТ 33-2000	59,2	65 көп емес
Тұтану температурасы, °C	МЕМСТ 26378.4-84	270	230
Механикалық қоспалар, %	МЕМСТ 6370-83	0,01	-
Су, %	МЕМСТ 2477-65	0,04	іздері
Суда еритін қосылыстар, %	МЕМСТ 11510 – 74	2,35	0,3 % көп емес
Күлділік, %	МЕМСТ 11512-85	1,5	-
Тығыздық, г/см ³	МЕМСТ 3900-85	0,9854	0,9000-1,8000

Stardope 510C силандар (кремнийсутектер) негізіндегі полимодифицирленген және таза битумдар үшін сұйық катионды қоспа. Тұтастырғыш пен тас арасындағы бүлінуге тұрақты және сүөткізгіштікті жоғарылата отырып тұрақты байланыстырғыш болып табылады. Қоспаның физика-химиялық қасиеттері келесі кесетеді берілген.

Кесте 2 – Stardope 510C қоспасының физика-химиялық көрсеткіштері

Сипаттамасы	Мәні
20°C сыртқы түрі	Тұтқыр сұйықтық
Түсі	қоңыр
pH	бейтарап
25°C-та тығыздығы	975 кг/м ³
40°C-та Брукфилд бойынша тұтқырлығы	<1000 сР
Қатаю нүктесі	-7°C
Тұтану нүктесі	>180°C
Суда ерігіштігі	Ерігіштігі төмен

Stardope 510C – бұл битум мен полимербитумды тұтастырғыш үшін сұйық адгезия күшейткіші болып есептеледі. Бұл жабысқақ қоспа адгезия күшейткіштерінің жаңа буынын, жоғары концентрацияны, жоғары тиімділікті және аз дозаны ұсынады. Аталған қоспа кремнийорганикалық қосылыстар негізінде жасалған, Химиялық құрылымына байланысты кез-келген тас материалын 100% жабынымен қамтамасыз етеді, өйткені химиялық қосылыстар көп мөлшерде түзіліеді.

Stardope 510C ыстық асфальт қоспаларында қолдануға арналған және битум мен инертті материалдар арасында өте берік байланысқа кепілдік береді.

Сонымен Stardope 510C қоспаның артықшылықтары: Stardope 510C – сұйық қоспа, жеңіл айдалады және битумда тез ериді, битум-қиыршық тас материалда-

рының кең ауқымында тиімді, қиыршық тастың химиялық негізі әсер етпейді. Ұзақ уақыт сақтауда белсенді қоспа қасиетін жоғалтпай отыра жоғары термотұрақтылыққа ие:

- Stardope 510C қоспасы асфальтті төсеуде иілгіштігін жоғарылатады, жұғылуын жақсартады, сапасына күман туғызатын битум және қиыршық тасты қолайсыз ауа райы жағдайында төсеу мен тығыздауды қамтамасыз етеді;

- қоспаның төмен тұтқырлығы оны қолмен, сонымен қатар мөлшерлегіш сорғы көмегімен қолдануға болады;

- Stardope 510C қоспасының жағымсыз және улы аммиакты иісі жоқ.

Модифицирлеу 1% және 3% Stardope 510C қоспасымен жүргізілді. Модифицирлеуден кейін сынамалардың келесі көрсеткіштері анықталды: пенетрация 0⁰C және 25⁰C-та, созылғыштығы, жұмсару температурасы, Фраас бойынша морт сынғыштық температурасы.

Битумның маңызды көрсеткіштерінің бірі – пенетрация. Пенетрация – бұл көрсеткіш белгілі бір режимде дененің өту қабілетіне негізделген жартылай сұйық және жартылай қатты өнімге стандартты үлгідегі дененің (калибрлі ине) ену тереңдігін сипаттайды, ал өнім осы енуге қарсылық көрсету керек. Пенетрация битум қаттылық дәрежесімен жартылай сипатталады. Пенетрация бірлігі ретінде иненің ену тереңдігі 0,1 мм деп қабылданған. Битум сынамаларының пенетрациясы модифицирлеуге дейін және кейін «KOEHLER INC» автоматты пенетрометрінде анықталды.

Сонымен қатар битум үлгілерінің созылғыштық қасиеті анықталды. Зерттеу Normalab фирмасының дуктилометрінде жүргізілді. Дуктилометр электронды реттегіш пен және сандық дисплеймен жабдықталған. Бір уақытта үш сынаманы 0,1 мм қадаммен 0-ден 99 мм/мин жылдамдықпен өлшеуге мүмкіндік береді. Максималды ұзындығы 150 см. Сынақ кезінде 25⁰C мен 0⁰C созылу жылдамдығы 5 см/мин болуы қажет.


Битумның сынғыштық температурасы Фраас бойынша ВРА-5 автоматты анализаторында анықталды. ВРА-5 автоматты анализаторында анықтау адам факторының әсерін азайтып, талдау уақытын қысқартып, нәтижелер дәлдігін жақсартады.

Кесте 3 – Мұнай битумының Stardope 510C қоспасымен модифицирлеуге дейінгі және кейінгі физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Модиф. дейін	Модиф. кейін		Техн. көрсеткіш
		1%	3%	
Пенетрация, 0 ⁰ C, см	28	16	15	15
Пенетрация, 25 ⁰ C, см	103	55	50	91-130
Созылғыштық, см, 25 ⁰ C	65	28	15	80
Жұмсару температурасы, ⁰ C	46	55	64	45
Морт сынғыштық температурасы, 0 ⁰ C	-20	-10	-10	-10

3-ші кестеде көрсетілгендей, мұнай битумын Stardope 510C қоспамен модифицирленгеннен кейін оның пенетрациясы, созылғыштығы, жұмсару және морт сынғыш температурасы жақсарғаны байқалады.

Климаттық өзгерістермен транспорт жүктерінің әсерінен асфальт-битумды жабындар қызметінің нашарлауына байланысты, жол жабындары жұмыстарының шарттарына сәйкес асфальт-битум құрылымына жаңа талаптар орнатылып отыр. Қазіргі уақытта асфальт-битумды жабындардың құрылымды-механикалық және термотұрақтылық қасиеттерін жақсартатын, жол-құрылыс материалдарының эксплуатациялық қасиеттерін жоғарылатуға мүмкіндік беретін, битум және асфальтбетон қасиеттерін өзгертетін модификаторлар пайда болуда.

Сонымен зерттеуге Ақтау битум зауытының БН 90/130 маркалы үлгілері алынды. Эксперимент жүргізу барысында битум сынамалары 1% және 3% StarAsphalt компаниясының Stardope 510С адгезиялық қоспамен модифицирленді. Битумның құрамындағы компоненттер мен Stardope 510С қоспасы арасында химиялық әрекеттесу жүріп, олардың физика-химиялық қасиеттерін өзгертуге болатындығы дәлелденді. Зерттеу нәтижелері бойынша адгезиялық қоспаны еңгізу битумның негізгі эксплуатациялық көрсеткіштерін жақсартуға болатыны көрсетілді. 

ӘДЕБИЕТ

- 1 Бонченко Г.А. Асфальтобетон. Сдвигоустойчивость и технология модифицирования полимером. – М.: Машиностроение, 1994. – 176 с. [Bonchenko G.A. Asphaltconcrete. Shift stability and polymer modification technology. – М.: Engineering, 1994. – 176 p.]
- 2 Глазырин А.Б., Кинзибаев Д.Р., Абдуллин М.И. Битумные композиции, модифицированные 1,2-полибутадиеном // Вестник Башкирского университета. – 2015. – № 4. – С. 193-197. [Glazyrin A.B., Kinzibayev D.R., Abdullin M.I. Bitumen compositions modified with 1,2-polybutadiene // Bulletin of the Bashkir University. – 2015. – Vol. 4: – PP. 193-197.]
- 3 Калгин Ю.И. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 2006. – 272 с. [Kalgin Yu.I. Pumping bituminous materials based on modified bitumen: monograph. – Voronezh: Readiness Voronezh. st. un-t. – 2006. – 272 p.]
- 4 Беляев П.С. Решение проблемы утилизации полимерных отходов путем использования их в процессе модификации дорожного вяжущего // Строительные материалы. – 2013. – № 10. – С. 38-41. [Belyaev P.S. Solution of problems utilization of polymer discharges in the process updating of rotary paddle // Building materials. – 2013. – № 10. – P. 38 – 41.]
- 5 Satayeva S.S., Burakhta V.A. Improvement of production technology of asphalt concrete with the use of polymer waste // Materials Science and Engineering 775 (2020) 012124 – DOI: 10.1088/1757-899X/775/1/012124 (Scopus).