

М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті

ӘОЖ 664.4.059.3

Қолжазба құқығында

АЛИПБЕКОВА ЖАМИЛЯ КОЖАГЕЛЬДИЕВНА

Резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу технологиясын құрастыру

6D072100 – «Органикалық заттардың химиялық технологиясы»

Философия (PhD) докторы дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесші:

Сырманова К.К.

техника ғылымдарының докторы,
М.Әуезов атындағы ОҚУ профессоры.

Шетелдік ғылыми кеңесші:

Хамидов Б.Н.

техника ғылымдарының докторы,
профессор, Өзбекстан Республикасы ҒА
«Жалпы және бейорганикалық
химия» институтының
«Мұнайхимия» зертханасының
зертхана меңгерушісі, Ташкент қ.,
Өзбекстан Республикасы.

Қазақстан Республикасы

Шымкент, 2021

МАЗМҰНЫ

	НОРМАТИВТІ СІЛТЕМЕЛЕР.....	4
	АНЫҚТАМЛАР.....	5
	БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР.....	6
	КІРІСПЕ.....	7
1	Аналитикалық шолу. Мұнай битумдарының және резина ұнтағы қолданылған полимерлі-битумды тұтастырғыштардың құрылымы туралы заманауи көзқарастар	
1.1	Мұнай битумдарының құрамы мен құрылымының физика-химиялық ерекшеліктері және полимерлі-битумды тұтастырғыштардың құрылымын қалыптастыру өзгешелігі.....	11
1.2	Резина шиналарын қайта пайдаланудың заманауи тенденциялары.....	19
1.2.1	Жол құрылысында асфальтбетон қоспаларының компоненті ретінде резина ұнтағын қолдану перспективалары және резина ұнтағын модификациялау.....	24
2	Тәжірибелік бөлім. Зерттеу объектілері мен әдістері	
2.1	Зерттеу объектілері.....	30
2.2	Полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу әдістемесі.....	33
2.3	Битумның, резина ұнтағының және полимерлі-битумды (резина-битумды, ПБТ) тұтастырғыштардың физика-механикалық қасиеттерін зерттеу әдістері.....	34
2.4	JSM-6490LV электронды микроскопта материалдардың микроқұрылымын зерттеу.....	36
2.5	ИҚ-Фурье спектроскопиясы әдісімен полимерлі-битумды тұтастырғыштардың құрылымын зерттеу.....	37
3	Нәтижелерді талқылау	
	Резина ұнтағымен модифицирленген БНД 70/100 битумы негізінде полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу ерекшеліктері	
3.1	Битумдар мен асфальтбетондардың сапасын арттыру үшін қолданылатын «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағының физика-химиялық қасиеттерін зерттеу.....	38
3.2	Модифицирленген резина ұнтағы бар битумды тұтастырғыштарды алу процесінде болатын құрылымдық өзгерістерді зерттеу.....	47
3.3	Полимерлі - битумды тұтастырғыштардың пайдалану қасиеттеріне әсер ететін факторларды талдау.....	57
3.4	«ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағы қолданылған отандық полимерлі – битумды тұтастырғыштар негізінде асфальтбетондарды алу және сынақ ерекшеліктері.....	62
3.5	«ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу өндірісінің принципіалды технологиялық сызбасын әзірлеу және параметрлерді таңдау.....	67

3.6	«ЭКО -Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштар өндірісінің экономикалық тиімділігін бағалау.....	75
	ҚОРЫТЫНДЫ.....	91
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	94
	ҚОСЫМШАЛАР.....	105

НОРМАТИВТІ СІЛТЕМЕЛЕР

Осы диссертацияда келесі стандарттарға сілтемелер пайдаланылды:

МЕСТ 22245-90. Тұтқыр мұнай жол битумы. Техникалық шарттар.

МЕСТ 11501-78. Мұнай битумы. Иненің ену тереңдігін анықтау әдісі.

МЕСТ 11503-74. Мұнай битумы. Шартты тұтқырлығын анықтау әдісі.

МЕСТ 11505-75. Мұнай битумы. Созылғыштығын анықтау әдісі.

МЕСТ 11506-73. Мұнай битумы. Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасын анықтау әдісі.

МЕСТ 11507-78. Мұнай битумы. Фраас бойынша сынғыштық температурасын анықтау әдісі.

МЕСТ 18180-72. Мұнай битумы. Қыздырудан кейін массаның өзгеруін анықтау әдісі.

МЕСТ 12801-98. Асфальтбетонды жол және аэродромды, дегтебетонды жол қоспалары, асфальтбетон және дегтебетон. Сынақ жүргізу әдістері.

МЕСТ 23735-2014. Құрылыс жұмыстарына арналған құм-киыршықтас қоспалары. Техникалық шарттар.

МЕСТ 4517-2016. Реактивтер. Талдау кезінде қолданылатын қосалқы реактивтер мен ерітінділерді дайындау әдістері.

МЕСТ 24104-2001. Зертханалық таразы. Жалпы техникалық талаптар.

МЕСТ 25336-82. Зертханалық шыны ыдыстар мен жабдықтар. Түрлері, негізгі параметрлері және өлшемдері.

МЕСТ 12865-67. Ісіндірілген вермикулит.

КР СТ 3415-2019. Резина ұнтағы. Техникалық шарттар.

СТ ТОО 070540009816-01-2010. Резина ұнтағы негізіндегі жабындар.

МЕСТ 12.3.002-75. Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Өндірістік процесстер. Жалпы қауіпсіздік талаптары.

АНЫҚТАМАЛАР

Осы диссертацияда тиісті анықтамалары бар келесі терминдер қолданылады:

Мұнай битумы – жоғары молекулалық көмірсутектердің күрделі қоспасы бар және әртүрлі құрылыс салаларында қолданылатын ірі тоннажды, ауыр мұнай өңдеу өнімі.

Битумның жұмсару температурасы – бұл битумның салыстырмалы түрде қатты күйден сұйық күйге өтетін температурасы.

Сынғыштық температурасы – бұл қысқа мерзімге қойылған жүктеме әсерінен материал ыдырайтын температура.

Сынғыштық температурасы битумның төмен температуралық қасиеттерін және оның жабындағы қасиетін сипаттайды: ол неғұрлым төмен болса, битумның сапасы соғұрлым жоғары болады. Жол битумы үшін сынғыштық температурасы әдетте минус 2°C –тан минус 30°C-қа дейін болады.

Пенетрация жанама түрде битумның тұтқырлық дәрежесін сипаттайды. Ол иненің жартылай сұйық және жартылай қатты өнімдерге енуінің тереңдігімен белгілі бір жағдайда бағаланады, бұл иненің өнімге ену қабілетін, ал өнім бұл еруге қарсы тұра алатындығын анықтайды.

Битумның стандартты жағдайлардағы созылғыштығы (25°C кезінде) оны жіп түрінде үзілгенге дейін созуға болатын қашықтықпен сипатталады. Созылу неғұрлым ұзын болса, битум соғұрлым созылмалды болады. Жоғары температурада балқитын қатты битум үшін созылғыштық әдетте аз (20-50 мм), ал тез балқитын битум үшін ол 300 мм немесе одан да көпке жетеді. Битумның созылғыштығы неғұрлым жоғары болса, байланыстырушы қасиеттері соғұрлым жақсы болады (біріктіру). Когезия бір-бірімен (25°C кезінде) битум қабыршағымен желімделген екі стандартты пластинаны ажыратып алу үшін қажетті күш (Па-да) ретінде анықталады.

Вермикулит – қабатты құрылымы бар гидросілекейлер тобының минералы. Биотит пен флогопит қара сілекейлерінің қайталама өзгеруінің өнімі.

Модифицирлеу – материал құрамына модификаторларды енгізу кезінде оның құрылымы мен қасиеттерін өзгертетін әсер.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

МБ – мұнай битумы
БМ– битумды материалдар
МЖБ – мұнай жол битумы
МЕСТ – мемлекеттік стандарт
ДМЖ–дисперсті мұнай жүйелері
ПБТ– полимерлі-битумды тұтастырғыштар
БКТ– битумды-каучукті тұтастырғыштар
БИТРЭК – битумды резиналы экологиялық таза композициялық материал
РБТ– резина-битумды тұтастырғыштар
ИҚ– спектроскопия – инфрақызыл спектроскопия
ПИ –пенетрация индексі
ҒЗЖ – ғылыми-зерттеу жұмыстары
МӨЗ – мұнай өңдеу зауыты
БАЗ – беттік –активті заттар
РЭМ – растрлы электронды микроскоп
«ЭКО-Шина» ЖШС – «ЭКО-Шина» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі

КІРІСПЕ

Диссертациялық жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертация резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу технологиясын құрастыруға арналған.

Диссертацияның өзектілігі. Ұлттық экономика динамикасының ажырамас шартына экономикалық өзара әрекеттестіктің тұтастығы мен үздіксіздігін қолдайтын көлік инфрақұрылымының тиімді жұмыс істеуін дамыту және қолдау жатады. Алайда, көптеген битум материалдарының сапасы қазіргі заманғы талаптарға сәйкес келмейді. Мысалы, статистикалық талдау битум-минералды композициялардан жасалған жол жабындарының қызмет ету мерзімі нормативтердің тек 50-70% құрайтынын көрсетеді. Битум материалдарының температуралық тұрақтылығының көрсеткіштері де төмен, бұл олардан жасалған бұйымдарды ыстық жаз мезгілінде де, қыста да, әсіресе климаты континенталды күрт өзгертін аудандарда пайдалануды шектейді. Битумдардың ауыспалы деформация жағдайында төзімділігі төмен. Барлық осы кемшіліктер материалдардың беріктігінің төмендеуіне септігін тигізеді, онда олар байланыстырушы және сіндіру компоненті ретінде әрекет етеді. Битум негізіндегі материалдардың сапасы мен пайдалану сипаттамаларына қойылатын талаптардың үздіксіз өсуі енді шикізатты таңдау және битум өндіру технологиясын жетілдіру арқылы ғана қанағаттандырыла алмайды. Осыған байланысты жол жабындарын пайдаланудың аймақтық ерекшеліктерін ескере отырып, олардың сапасын жақсарту және одан әрі жетілдіру өзекті мәселе болып отыр.

Асфальтбетон жабындарының сапасы мен беріктігін арттырудың негізгі радикалды әдістерінің бірі битумдарды полимерлі материалдармен модификациялау болып саналады. Регенерациялау үшін пайдаланылатын ескі автомобиль шиналарының айтарлықтай мөлшері және резинаны майдалау қуатын дамыту перспективалары бойынша асфальтбетон жабындарының пайдалану қасиеттерін арттыру үшін вулкандалған майдаланған резинаны жол құрылысында кеңінен қолдануға алғышарттар жасайды. Мұның бәрі пайдалану қасиеттері жоғары битум материалдарын өндірумен қатар, Қазақстан Республикасында тозған резина шиналарын кәдеге жарату мәселелерін шешетін жаңа ірі тонналы битумдар өндірісін құру қажеттілігін көрсетеді.

Зерттеу нысаны. Резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштар.

Зерттеу пәні. Резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу процесі, отандық битумдар БНД 70/100 және «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштардың физика-механикалық сипаттамаларын зерттеу және негіздеу.

Зерттеудің мақсаты: «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу технологиясын құрастыру, резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-

битумды тұтастырғыштарды алу, «ЭКО-Шина» ЖШС қалдықтарын қолданып полимерлі-битумды тұтастырғыштардың құрамын құрастыру, отандық битумдар мен жергілікті өндірістердің өнеркәсіптік қалдықтары негізінде полимерлі-битумды тұтастырғыштардың физика-механикалық сипаттамаларын зерттеу.

Зерттеу міндеттері:

- «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағының физика-химиялық қасиеттерінің полимерлі-битумды тұтастырғыштардың негізгі физика-механикалық кешенді көрсеткіштеріне әсерін анықтау;
- «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағын модифицирлеу және полимерлі-битумды тұтастырғыштарын қалыптастыру кезіндегі битумдардың құрылымдық қалыптасу процесінің заңдылықтарын зерттеу;
- құрамында модифицирленген резина ұнтағы бар полимерлі – битумды тұтастырғыштардың құрамы мен алу технологияларын құрастыру;
- асфальтбетондардың сапасын жоғарылату үшін қолданылатын полимерлі-битумды тұтастырғыштардың физика-механикалық және пайдалану қасиеттеріне әсер ететін факторларды талдау;
- «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу өндірісінің принципіалды технологиялық сызбасын әзірлеу және қорытынды жасау.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалықтары:

Төмендегі нәтижелерді көрсетті:

- отандық битум және «ЭКО-Шина» ЖШС модифицирленген резина ұнтағын пайдалана отырып, жақсартылған физика-химиялық және пайдалану сипаттамалары бар полимерлі-битумды тұтастырғыштың құрамы анықталды;
- асфальтбетондардың сапасын арттыру үшін қолданатын отандық битумдар негізінде пайдалану қасиеттері жақсартылған жаңа полимерлі-битумды тұтастырғыштар алынды;
- «ЭКО-Шина» ЖШС модифицирленген резина ұнтағы бар битумды тұтастырғыштарды алу процесінде болатын құрылымдық өзгерістердің заңдылықтары айқындалды;
- полимерлі-битумды тұтастырғыштардың пайдалану қасиеттеріне негізгі физика-механикалық көрсеткіштерінің кешеніне әсер ететін факторлар талданды;
- «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағын ісінген вермикулитпен модифицирлеу ерекшеліктері зерттелді және полимерлі-битумды тұтастырғыштардың құрылымын қалыптастыру өзгешелігі анықталды;
- параметрлерді таңдау негізделді және «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу өндірісінің принципіалды технологиялық сызбасы құрастырылды.

Қорғауға ұсынылатын ғылыми-зерттеу нәтижелері: - битумдар мен асфальтбетондардың сапасын арттыру үшін қолданылатын «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағының физика-химиялық қасиеттері зерттелді және талданды;

- модифицирленген резина ұнтағы бар битумды тұтастырғыштарды алу процесінде жүретін құрылымдық өзгерістері анықталды;
- полимерлі-битумды тұтастырғыштың пайдалану қасиеттеріне әсер ететін факторлар талданды;
- отандық битум және «ЭКО-Шина» ЖШС модифицирленген резина ұнтағы негізінде ПБТ физика-механикалық және пайдалану сипаттамалары анықталды;
- «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу өндірісінің параметрлері таңдалды және принципіалды технологиялық сызбасы әзірленді;
- БНД 70/100 битумы және «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағы негізінде ПБТ алудың экономикалық тиімділігі есептелді;
- «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштардың өндірістік сынақ нәтижелері алынды.

Диссертациялық жұмыстың практикалық мәні. Диссертацияда асфальтбетондардың сапасын жоғарылату үшін қолданылатын пайдалану қасиеттері жақсартылған полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу технологиясы құрастырылды және сызбасы әзірленді. «ЭКО-Шина» ЖШС және «Нефтехимстрой-Юг» ЖШС жартылай өнеркәсіптік сынақтар өткізілді. Резина өнеркәсібінің өнеркәсіптік қалдығы резина ұнтағы мен Құлантау вермикулиті негізінде пайдалану қасиеттері жақсартылған ПБТ құрамы әзірленіп, жол асфальтбетон жабындарына пайдалану ұсынылды.

- зерттеу нәтижелерінде полимерлі-битумды тұтастырғыштың құрамында «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағын модификациялау үшін Құлантау ісінген вермикулитін пайдалану адгезиялық қасиеттерді жақсартуды, иілімділік аралығын кеңейтуді және ұзақ уақыт пайдаланған кезде ПБТ қасиеттерінің тұрақтылығын арттыруды қамтамасыз ету жолдары қарастырылды;
- зерттеу материалдары өнеркәсіптік сынақтар жүргізу актісіне тіркелді.

Жұмыстың ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарымен және мемлекеттік бағдарламалармен байланысы. Жұмыс іргелі зерттеулер бағдарламасы аясында орындалды: Б-16-03-04 «Отандық минералды шикізаттарды және техногенді қалдықтарды қолдану арқылы эластомерлі композицияларды алудың технологиясын құрастыру» (2015-2020 жж.) және Б-21-03-03 «Композициялық материалдар алу үшін ауыр мұнай шикізатын өңдеудің жаңа технологиялары мен процестерін құрастыру» (2021-2025 жж.).

Метрологиялық қамтамасыз ету және әдіснамалық база туралы мәліметтер. Отандық битумдардың физика-механикалық қасиеттерін зерттеу үшін таяқшада ағу бойынша біркелкілікті, ДБ-150 дуктилометрінде созылғыштықты, ПНБ-02 пенетрометрінде иненің ену тереңдігін, сақина мен шар бойынша жұмсару температурасын, мәрмәрмен және құммен ілінісуін, созылмалдылығын, сынғыштық температурасын анықтау әдістері пайдаланылды. Битум құрылымын, полимерлі-битумды тұтастырғыштарды зерттеу үшін PikeTechnologies фирмасының Miracle толық ішкі шағылуының (НПВО) префиксі бар Shimadzu IR Prestige-21 ИҚ-Фурье спектрометрі

аппараты қолданылды. Резина ұнтақтарының құрылымы энергия дисперсиялық микроанализі INCAEnergy және HKL-Basic құрылымдық талдау жүйелерімен JSM-6490LV растрлы электронды микроскопта зерттелді. Вермикулиттің бастапқы және белсендірілген элементтік құрамы рентгендік фазалық талдауды (RFA) қолдану арқылы анықталды. Дифрактограммалар ДРОН-3 автоматты рентген дифрактометрінде алынды. Тәжірибелік деректерді өңдеу, құрамын (материалдардың) және технологиялық реттерін оңтайландыру кезінде математикалық статистика, ықтималды-анықтауды жоспарлау әдістері пайдаланылды.

Жұмыс нәтижелерін апробациялау. Жұмыстың негізгі нәтижелері келесі халықаралық конференцияларда, семинарлар мен форумдарда жарияланды: М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университетінің 75 жылдығына және академик С.Т.Сүлейменовтің 90 жылдығына арналған «Өнірістік технологиялар мен инжиниринг» V-ші жыл сайынғы халықаралық конференцияда (SITE-2018), «Химия және отын мен жағармай материалдары технологиясы саласындағы инновациялық әзірлемелер» халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында, Ташкент қ. (Өзбекстан Республикасы) 2019ж., «Мұнайгаз химиясы кешенінің өзекті міндеттері. Өндіру және қайта өңдеу», И.М.Губкин атындағы РМУ Москва қ. (РФ) 2019ж., ӘУЕЗОВ ОҚУЛАРЫ – 18: Абай Құнанбайұлының 175 жылдығына орай «Ұлы Абайдың рухани мұрасы» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында - Шымкент: М.Әуезов атындағы ОҚМУ, 2020 ж., «Әуезов оқулары-19: Тәуелсіз Қазақстанға – 30 жыл» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында- Шымкент: М.Әуезов атындағы ОҚУ, 2021 ж.

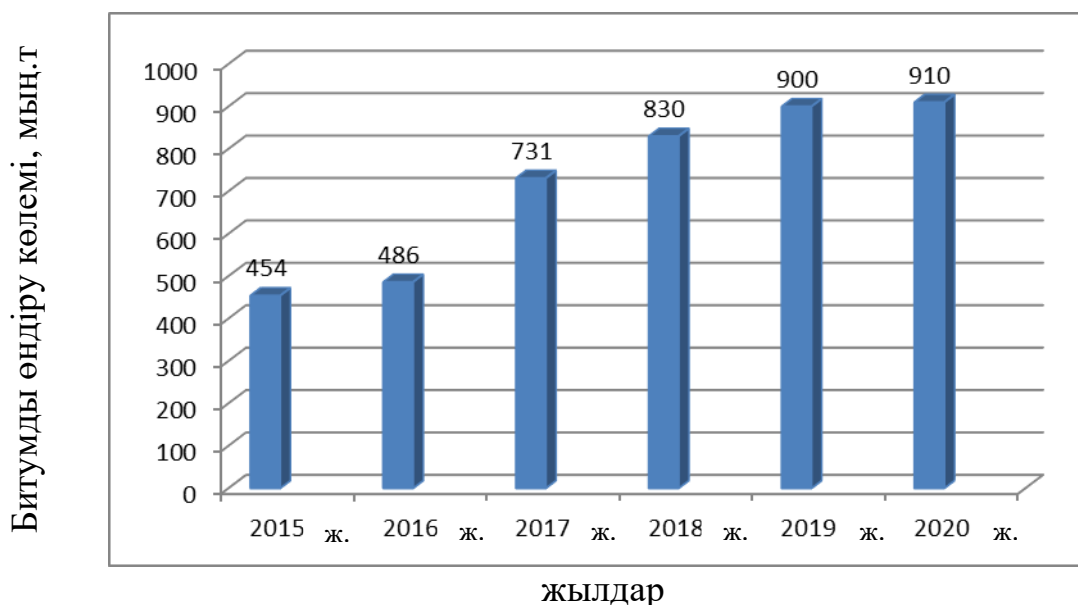
Жарияланымдар. Орындалған зерттеулер нәтижелері 11 ғылыми жұмыстарда көрініс тапқан, оның ішінде: 1 мақала Scopus (Elsevier) мәліметтер базасына енгізілген халықаралық ғылыми басылымда Rasayan Journal of Chemistry (Үндістан) жарияланған. 3 мақала Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда халықаралық және республикалық ғылыми семинарлар мен конференциялардың материалдары мен тезистерінде 6 мақала, оның 2 шетелдік конференция материалдарында жарияланған; «Өзгертілген резеңке үгіндісі» ҚР пайдалы моделіне 1 патент 26.06.2020 ж. №5078 (қосымша А) алынды.

Докторлық диссертацияның құрылымы мен көлемі. Көлемі 104 беттен тұратын диссертациялық жұмыс кіріспеден, негізгі бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс компьютерлік баспа беттерінде баяндалған, 29 сурет, 31 кесте, 149 пайдаланылған әдебиеттер тізімі, 3 қосымша келтірілген.

1 Аналитикалық шолу. Мұнай битумдарының және резина ұнтағы қолданылған полимерлі-битумды тұтастырғыштардың құрылымы туралы заманауи көзқарастар

1.1 Мұнай битумдарының құрамы мен құрылымының физика-химиялық ерекшеліктері және полимерлі-битумды тұтастырғыштардың құрылымын қалыптастыру өзгешелігі

Нақты деректер бойынша, жол жабындарын орнықтыруда төмен температураның әсеріне, температураның өзгеруіне, түрлі деформациялық жүктемелерге төтеп беру қабілеті бар тұтастырғыш ретінде мұнай битумы кең түрде қолданылатын материал болып табылады. Қазіргі уақытта Қазақстанда жол битумын өндіретін 4 зауыт жұмыс істейді, олардың жалпы қуаттылығы жылына 1,2 млн тонна құрайды. Отандық өндіріс жол саласының қажеттілігін толық қамтамасыз етеді. 2016 жылы Каспийбитум кәсіпорнында битумның негізгі өндірісі іске қосылды. ҚР Энергетика министрлігінің 2015-2020 жылдардағы негізгі көрсеткіштерін талдау кезінде битум өндірісінің көлемі 2015 жылдан бастап 2 есе өскенін көрсетті (1-сурет).



Сурет 1 - Қазақстан Республикасында битум саласының 2015-2020 ж. дамуы.

Битумдар – бұл қара немесе қоңыр қошқыл түсті органикалық заттар, ол салыстырмалы түрде жоғары молекулалы көмірсутектер және металл емес туындылар, яғни күкірт, азот немесе оттегі бар көмірсутекті қосылыстардан тұрады [1-4]. Кәдімгі модифицирленбеген битумның қасиеттері жол жабындарын жоғары және төмендетілген температураларда қатты байқалатын қажетті кешенді қасиеттерін алуға мүмкіндік бермейді [5-7].

Жолдың тұтқыр БНД маркалы битумдарын жол жабындарына пайдалану практикасы, битум тұтастырғышының созылғыштық қасиетінің қабілеті жеткіліксіз болғандықтан пайдаланудың бірінші жылы жабындардың бұзылуы басталатынын көрсетеді. Жол жабындарында асфальтбетондардың бұзылуының негізгі себептері климаттық жағдайлар, көлік ағындарының жүктемелері болып табылады, нәтижесінде битумның ескіруіне әкеліп соғады, яғни ол сынғыш болады, қабыршықтанады және жарыла бастайды. Жол жабынына әсер ететін ең жағымсыз климаттық фактор су, себебі жабынның ылғалдануы оның беріктігінің төмендеуіне ықпал етеді [8-9]:

1) асфальтбетонның кеуектеріндегі қысымның жоғарылауы нәтижесінде ығысуға төзімділігі төмендейді; 2) жұмыс массасының төмендеуіне ықпал ететін бөлшектердің пайда болуы және бөлшектер арасындағы үйкелістің азаюына алып келеді; 3) аязды және жылы күндердің ауысуы нәтижесінде жол жабындары ісінеді. Мұндай материалдарды жасаудың ең тиімді әдістері оның құрамына пайдалану қасиеттерін жақсартатын қосымшаларды (модификаторларды) енгізу арқылы тұтастырғышты (битумды) модифицирлеуге негізделген [10-19]. Битумдарға ерекше қасиеттер беретін және модифицирленген битумдарды жол құрылысына қолдану мәселелерін зерттеуге келесі ғалымдар Л. Б. Гезенцевей, Н. В. Горельшев, В. А. Золотарев, А. С. Колбановская, И. В. Королев, А. В. Руденский, И. М. Руденская, В. М. Смирнов, А.Ф.Кемалов және басқалар көп үлес қосты [2,8,15-19]. Экономикалық тиімді модификаторлар қол жетімді және арзан болып табылатыны анықталды. Битум негізінде нақты қасиеттер жиынтығы бар композициялық материалдарды әзірлеу үшін техникалық тұрғыдан келесі қасиеттерге ие модификаторлар қолданылады [20-24]:

1) асфальтбетонды қоспаны дайындау температурасында үгітілмейді;
2) асфальтбетонды қоспаны дайындау үшін кәдімгі жабдықта араластыру процесін жүргізу кезінде битуммен үйлесімді;
3) жабындағы температура төмен болған кезде битум қаттылық немесе сынғыштық қасиетке ие болмайды, ал жазда жол жабынының құрамындағы битумдардың ығысу кернеулерінің әсерінен кедергісін жоғарылатады және бұл ретте араластыру мен оны орнықтыру температурасында тұтқырлықты жоғарылатпайды;
4) химиялық және физикалық тұрғыдан тұрақты, сақтау, қайта өңдеу кезінде және жол жабынының құрамында өздерінің қасиеттерін сақтайды.

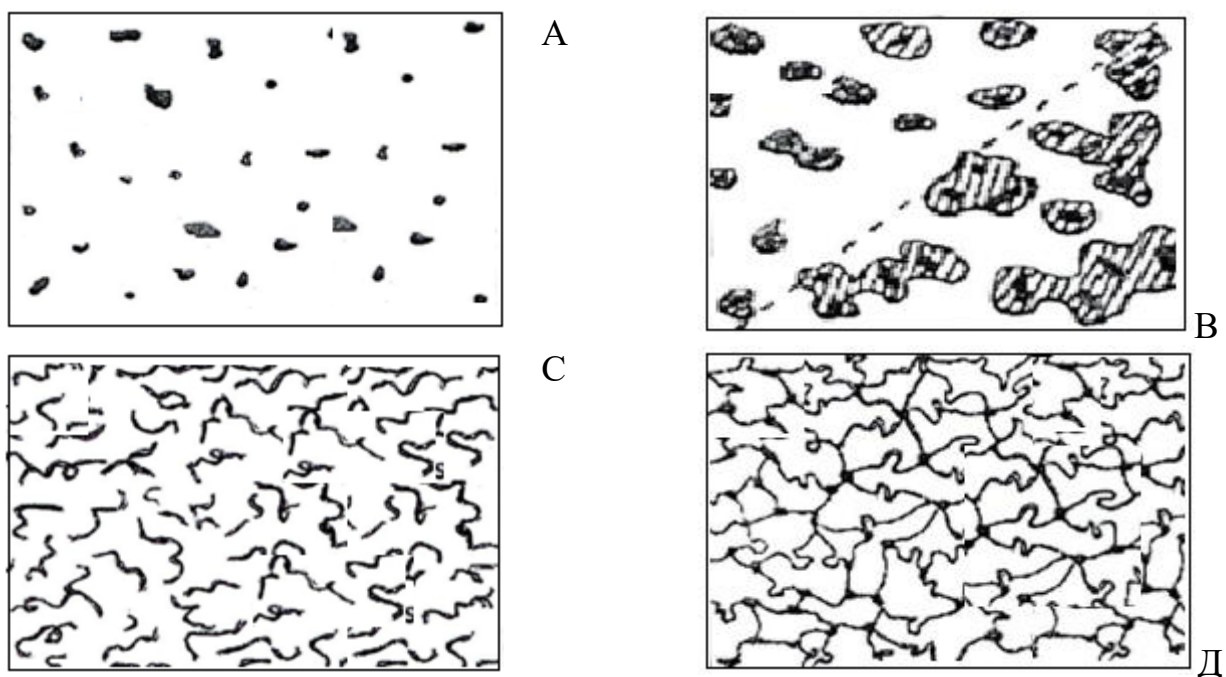
Қазіргі уақытта отандық тәжірибеде полимерлі-битумды тұтастырғыштарды (ПБТ) полимерді битумда еріту арқылы алады немесе полимерді арнайы еріткіште (өнеркәсіптік, тақтатаас майы, дизель отыны және т.б.) алдын-ала ерітеді, одан кейін полимер ерітіндісін битуммен араластырады. ПБТ алудың қажетті шарты – бұл екі компоненттің үйлесімділігі, яғни битумның дисперсті ортасында полимердің еруі немесе ісінуі жатады. Полимерлермен модифицирленген битумдарды дайындау әдістері, әдетте, процестің жоғары температурасын (150 – 200°C) және компоненттердің қарқынды араласуын қарастырады. Битумды модификациялау үшін қолданылатын көп полимерлердің (полиэтилен,

көрсетілген [5,24]. 1 кезеңде битумның жеңіл фракцияларын резина бөлшектерінің сіңіруі және оның ісінуі, 2 кезеңде гель пайда болады. Нәтижесінде тұтастырғышта өзіндік резина-битумды матрица пайда болады. Ісіну құрылымаралық және құрылымшілік болып бөлінеді. Құрылымаралық ісіну кезінде полимер ішіне таралатын еріткіш, ең алдымен, молекулаішілік құрылымдардың элементтері арасындағы бос кеңістіктен орын алады. Егер полимер мен еріткіш табиғаты бойынша ұқсас болса, еріткіш молекулалары, алдымен макромолекулалардың жеке бөліктерін, содан кейін тұтас ұзын полимерлі тізбектерді (құрылымшілік ісіну) ығыстыра отырып, молекулаішілік құрылымдардың ішіне енеді. Ішкі құрылымдық ісіну полимер көлемінің едәуір артуымен бірге жүреді. Бұл кезде макромолекулалар арасындағы қашықтық артады, олардың арасындағы байланыс әлсірейді, ал полимер макромолекулалары еріткішке тез өтеді, яғни ісіну еруге ауысады.

Полимердің ісіну қабілеті оның құрамы және құрылымымен анықталады. Ісінудің себебі еріткіштің бос жерлерге немесе кеуектерге жай механикалық енуі емес, негізінен макромолекулалардың еруі сольватациясы (өзара әрекеттесуі) нәтижесінде пайда болатын молекулааралық өзара әрекеттесу. Полимер кез-келгенінде емес, ол өзара әрекеттесетін "жақсы" еріткіште ісінеді.

Әр түрлі елдерде жүргізілген зерттеулер [27] полимердің битуммен үйлесімділігі битумның химиялық құрамына және полимердің қасиеттеріне байланысты екенін көрсетеді. Егер олардың қоспасы берік болса және коллоидтық тепе-теңдіктің бұзылуы, яғни бөлінуі болмаса полимер битуммен осы жағдайларда үйлесімді болады. Әр түрлі авторлардың көпжылдық зерттеулеріне сүйене отырып, сызықтық полимерлер күрделі тармақталған құрылымы бар полимерлерге қарағанда битуммен тиімді араласатындығы көрсетілді; араластыру процесіне битум құрамындағы ароматты және парафиндінафтенді көмірсутектерінің мөлшері көп әсер етеді; битумдағы асфальтеннің жоғарылатылған мөлшері модифицирленген битумды алуды қиындатады және полимердің битуммен араласу технологиясы, сондай-ақ полимердің тұтастырғыштағы дисперсия дәрежесі маңызды рөл атқарады. Полимердің микробөлшектерін битумға енгізгенде полимер битумда немесе оны құрайтын жеңіл фракцияларда жартылай еріген кезде қоспаның тұтқырлығын арттырады. Егер полимер битумда ісінсе, онда битумның ең жеңіл май фракциялары полимерге қосылады, ал битумның қалған компоненттері көбінесе ауыр көмірсутектер фракцияларымен, яғни асфальтендермен және шайырлармен байытылады. Нәтижесінде битумның тұтқырлығы мен серпімділік модулі жоғарылайды.

Автор [24] полимерді битуммен араластырған кезде полимер мөлшеріне байланысты битум-полимер қоспасы ішкі құрылымдарының әртүрлі түрлері пайда болуы мүмкін екенін көрсетті: балқымаған бөлшектердің дисперсиясы (А); ісінген бөлшектердің дисперсиясы (В); ерітінді (С); полимердің кеңістіктік торымен ерітіндісі (Д) (3-сурет). Битумда D типті ішкі құрылым түзілген кездегі полимердің концентрациясы ең тиімді болып табылады.



Сурет 3 - Битум-полимер қоспасының ішкі құрылымының түрлері.

Полимерлі-битумды тұтастырғыш композициялық материал ретінде қарастырылады, онда битум орта ретінде алынады, ал полимер дисперсті фаза болып табылады. Мұндай тұтастырғыштардың қасиеттері жеке битумдар мен полимерлердің қасиеттерінен жоғары болады.

А.М.Кисина мен В.И.Куценконың жұмысында каучуктер мен термопласттарды қолдана отырып, ПБТ алудың теориялық алғышарттары қарастырылған [28]. ПБТ электронды-микроскопиялық және оптикалық зерттеулері ПБТ полимердің аз мөлшері (массасы бойынша 1-2%) битумның төменмолекулалық бөлігінде – майларда ери алатындығын көрсетеді. Полимердің көп мөлшерін бірден енгізген кезде олар битумда бөлек, өзара байланыспаған бөлшектер түрінде таралады. Олардың композициядағы тиімділігі толықтырғыштың әсеріне ұқсас. 5-10% қосқан кезде бөлшектердің агрегациясы және олардың бірігуі жүреді. 10-15% жағдайында полимер борпылдақ тор құрылымын құрайды, ал полимердің құрамы 25%-дан жоғары болса, битум полимердің құрылымдық ұяшықтарына қосылады және фазалық инверсия жүреді.

Полимердің концентрациясы аз болғанда композицияны дисперсті-берік деп санауға болады. Мұндай жағдай дисперсті фазаның көлемі бойынша 2-4% мөлшерінде байқалады. Битумда полимердің концентрациясы көп болғанда беріктігі мен созылмалдылығы жоғарылатылған талшықты немесе қабатты композициялар деп қарастыруға болады. Мұндай материалдардың бұзылу процесі әдетте битум матрицасындағы микрожарықтардың өсуінен басталады. Содан кейін, жарылатын жолында жоғары молекулалы каучук немесе полимердің басқа қосылысы (термопласт) пайда болса, микрожарылулардың өсуі баяулайды, ары қарай ол жарықшақтың жоғарғы

жағындағы кернеулердің релаксациясына байланысты баяулайды және тіпті тоқтайды [29].

Битумды химиялық табиғаты әр түрлі полимерлермен араластыру процесі жоғары температурада екі сатыда жүреді: сұйық битумдағы жұмсартылған полимердің эмульгирленуі және кейіннен ішінара ісіну немесе толық еруі. Полимердің битумда таралу процесінің тереңдігі, шартты жағдайларда, полимердің химиялық табиғаты мен молекулалық массасы, битумның химиялық құрамы, сондай-ақ қоспадағы компоненттердің қатынасы арқылы анықталады [30].

Мұндай жүйелердің дисперсиялық дәрежесі компоненттердің тұтқырлығы, сондай-ақ өзара ерігіштігі қатынасымен анықталатыны белгілі. Термодинамикалық үйлеспейтін (ерімейтін немесе ішінара еритін) компоненттер жағдайында қоспадағы бөлшектердің шекті мөлшері тек тұтқырлық пен араластыру шарттарының қатынасына байланысты болады, ал жоғарылатылған температурада қоспа эмульсия түрінде болады. Полимердің тұтқырлығы төмен болғанда, оның битумда жақсы таралуына ықпал етеді. Полимердің мөлшерін көбейткен кезде битум массасындағы тамшылардың мөлшері өседі, өйткені бұл жүйеде фазалардың өзгеруіне септігін тигізетін коалесценция (бірігу) ықтималдығы артады.

Өзара еритін компоненттер үшін фазалық шекарадағы компоненттердің өзара әрекеттесуіне байланысты жүйенің дисперсия дәрежесі одан әрі артады. Мұндай полимерлерге СБС типті блоксополимерлер жатады. Стирол-бутадиен-стиролды полимерінің құрылымында ароматикалық блоктардың болуы оның құрамында ароматикалық қосылыстардың едәуір мөлшері бар мұнай битумына жақындығын анықтайды.

Нәтижесінде СБС типті полимермен модифицирленген битумдардың құрылымы алифатты полимерлері бар битум композицияларының құрылымынан түбегейлі ерекшеленеді. Араластыру температурасында (175–185°C) полимердің еруіне байланысты мальтенде біртекті гомогенді композиция түзіледі.

Компоненттердің (битум мен полимердің) өзара ерігіштігінің концентрациялық шегі полимердің молекулалық салмағының жоғарылауымен төмендейді. Осылайша, битум технологиялық температурада молекулалық массасы $M=150000$ жоғарымолекулалы дивинилстиролды термоэластопластпен оптикалық біртекті композициялар құрайды.

Технологиялық температурада құрылған, жоғарыда қарастырылған полимер түрлерімен модифицирленген битумдардың құрылымы, әдетте, салқындатқаннан кейін де сақталады. Бұл төмендетілген температурада дайындалған ПБТ тұтқырлығының күрт көбеюімен түсіндіріледі.

Бөлме температурасында және нақты жұмыс жағдайында полимерлермен модифицирленген битумдар, әдетте, микро- немесе макробіртекті емес жүйелер, яғни композициялық материалдар болып табылады. Олардың қасиеттері қоспаның фазалық құрылымымен, атап айтқанда – негізінен үздіксіз фазаның механикалық қасиеттерімен анықталады.

Сонымен, “полимерлердің битуммен үйлесімділігі” ұғымы екі компоненттен тұрады: компоненттердің термодинамикалық үйлесімділігі, сонымен қатар екі фазалы құрылымдар деңгейіндегі үйлесімділік және битум массасында дисперсті фазаны құрайтын полимердің рөлі оны бөлшектермен толықтыру арқылы беріктікке ие болады. Сондықтан композиция массасында үздіксіз фазаны құрайтын полимерлер (олефин полимерлеріне тән қасиет, мысалы, полиэтилен, полипропилен, этиленпропиленді каучук және т.б.) ғана битумға созылмалдылық қасиетін иелендіруге қабілетті. Полимердің түріне, дисперсиясына, концентрациясына байланысты физика-механикалық қасиеттердің нақты кешені бар композициялық материалдар алуға болады. Полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алуға арналған полимерлер класына қойылатын негізгі талаптар 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 - Полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алуға арналған полимерлер класына қойылатын негізгі талаптар

№	ПБТ полимерлері үшін негізгі талаптардың тізбесі
1	полимерлер ассоциацияға бейім болуы керек.
2	полимер асфальтбетон қоспаларын дайындау үшін нақты температурада кәдімгі жабдықта араластыру кезінде деструкциясыз яғни құрылымын өзгертпей битумның дисперсиялық ортасында тез және жақсы таралуы тиіс.
3	полимер битумда 60°C төмен емес жоғары пайдалану температурасында беріктігін және -60°C дейін теріс температурада созылмалдылығын сақтайтын құрылымдық тор құруы керек.
4	полимер химиялық және физикалық тұрақты болуы қажет және сақтау, өңдеу мен нақты пайдалану жағдайларында жол жабынының құрамында өзіне тән қасиеттерді сақтап тұру керек.
5	полимердің құрылымдық торы битум-минералды қоспаны төсеу аяқталғаннан кейін битумда пайда болуы қажет немесе нақты кернеулердің әсерінен қайтымды түрде бұзылуы керек.

Л. М. Гохман полимерлі-битумды тұтастырғыштағы (ПБТ) кеңістіктік құрылымдық тор полимердің нақты белгілі мөлшерінде пайда болады және битумдағы кеңістіктік құрылымдық торды құрайтын полимердің құрамы полимер молекулаларының ассоциацияға қабілеттілігімен анықталады деген гипотеза ұсынды [10]. Құрылымдық тордың беріктігі тор түйіндеріндегі байланыстардың беріктігіне және түйіндердің санына, ал созылмалдылық түйіндер арасындағы тізбектердің икемділігіне байланысты.

Макромолекулалардың ассоциациялау қабілетіне сәйкес барлық полимерлерді екі топқа бөлуге болады.

1) Макромолекулалары ассоциацияға бейімділікпен сипатталатын полимерлер. Мұндай полимерлерге келесілер жатады:

- макромолекулалары функционалды топтардан тұратын және өзара әрекеттесуіне байланысты берік кеңістіктік құрылымдық тор құра алатын немесе асфальтендердің функционалды топтарымен химиялық байланыстар түзетін "біріктірілген" құрылымдары;

- макромолекулалары бір-бірімен өзара әрекеттесу арқылы тор құруға қабілетті блоктардан тұратын немесе физикалық байланыс түзе отырып, асфальтендермен байланысқан блоксополимерлер.

ПБТ компоненттерінің химиялық өзара әрекеттесуінен тұтастырғыштың бірыңғай кеңістіктік құрылымы, мысалы, тақтатас битумдарының гидроксил топтары мен эпоксидті шайырлардың эпоксид тобы арасындағы, полиолефиндер мен тұтқыр жол битумдарының парафинді көмірсутектері және т.б. арасындағы өзара әрекеттесу нәтижесінде пайда болады.

2) Макромолекулалары ассоциацияға бейім емес полимерлер. Мұндай полимерлердің макромолекулалары тізбектердің кездейсоқ байланысы мен тігілуіне байланысты кеңістікті тор құрайды. ПБТ компоненттері химиялық өзара әрекеттесуге енбейді және полимерлі қосымшалар күшейтетін армирушы элемент ретінде әрекет етеді. Құрылымды түзетін қосымшалар тұтастырғыштың механикалық қасиеттері мен температуралық тұрақтылығын едәуір арттырады және бөлшектердің пішініне сәйкес талшықты және ұнтақ толықтырғыштар болып бөлінеді.

Полимердің минималды мөлшері бар битумда құрылымдық тор алу үшін бірінші топтың полимерлерінен бағыт алуымыз керек. Ерітіндіде кеңістікті құрылымды қалыптастыру үшін бірінші топқа қарағанда молекулалық салмағы бірдей екінші топтағы полимердің көп мөлшері қажет.

ПБТ құрылымын қалыптастыру механизмдерін талдау нәтижелері әртүрлі полимерлерді битумға модифицирлеуші қосымшалар ретінде қолдану бойынша кең зерттеулер жүргізуге мүмкіндік берді [31-43].

Битумды модификациялаудың әртүрлі әдістерінің тиімділігін салыстырмалы зерттеу битумды модификациялаудың перспективалы бағыты резина ұнтағы қосымшаларын қолдану екенін көрсетті [44-49]. Битум модификаторы ретінде резинаны қолданудың артықшылықтарына [50-56] :

- модификатордың құны төмен, өйткені резина ұнтағының құны (ҚР) СБС, "Каудест – Д" және т. б. типті каучуктер мен полимерлі қосымшалардың құнынан орташа алғанда 5-10 есе төмен;
- алынған модифицирленген битумдардың сапасы жоғары синтетикалық каучукпен модифицирленген битумдардың сапасынан төмен емес;
- тозған автомобиль шиналарын және резина-техникалық бұйымдардың (РТБ) басқа да қалдықтарын кең ауқымды кәдеге жаратуды ұйымдастырудың экологиялық мақсаттылығы жатады.

1.2 Резина шиналарын қайта пайдаланудың заманауи тенденциялары

Қолданыстағы жол құрылыс технологияларын құру мен жетілдірудің маңызды бағыты екіншілік материалды және отын-энергетикалық ресурстарды пайдалану болып табылады. Табиғи және шикізат ресурстарын кешенді пайдаланудың тиімділігі көптеген зерттеулермен дәлелденді және тәжірибемен расталды [57-65]. Басқа жағынан алғанда, өндіріс пен тұтынудың көптеген қалдықтары ҚР барлық аймақтарында және шетелде көптеген экологиялық мәселелер туғызады. Қазіргі уақытта қоқыстар мен полигондардағы қалдықтарды жерге көму көлемі айтарлықтай өсуде. Осыған байланысты қалдықтарды кәдеге жаратуды ұлғайту туралы мәселе өршіп тұр. Қалдықтың қандай да бір түрін пайдалану бірқатар факторлармен [66]:

- қалдықтың пайда болу көлемімен;
 - қалдық құрамы;
 - қайта өңдеуге арналған технологиялардың болуы;
 - қалдықтарды пайдалану арқылы өнімге деген сұраныспен анықталады.
- Бұл жағдайда жұмыс авторлары [61,66] атап өткендей оның қажетті радиусы тасымалдаудың ең жоғары экономикалық тиімді қашықтығына тең аймақта қалдықтардың пайда болу көлемін есепке алу керек. Соңғы жылдары көптеген елдерде ең көп тонналы қалдықтардың бірі болып табылатын тозған шиналарды пайдалану мәселелеріне көп көңіл бөлінді. Болжамды мәліметтер бойынша, Еуропада жыл сайын шамамен 2 миллион тонна, ал АҚШ-та 2,8 миллион тонна тозған шиналар пайда болады [67]. Бұл мәселенің экологиялық маңызы зор. Қазіргі уақытта тозған шиналарды толығымен дерлік жартастарда, қоқыс тастайтын жерлерде өртейді немесе көму арқылы жойылып, қоршаған ортаны қатты ластайды. Мысалы, Швейцарияда автошиналардың қалдықтары толығымен, ал АҚШ-та 75-80 % өртейді [68]. Ресейде пайдаланылған шиналардың 96% қоқыс тастайтын жерлерге шығарылады. Тозған шина жерде 150 жыл ыдырайды. Күн сәулесінің, судың және минералдардың шиналарға әсер етуі олардың жер асты сулары мен атмосфераны ластайтын улы заттарды шығаруына әкеліп соғады. Одан басқа, пайдаланылған шиналардың жиналу орындары көбінесе әртүрлі аурулардың тасымалдаушылары болып табылатын жәндіктер мен кеміргіштердің қолайлы тіршілік ету ортасы болуына және олардың көбеюіне септігін тигізеді. Сондай-ақ, шиналарда өрт қаупі жоғары екенін ескеру қажет. Ыдырайтын резинадан ауаға, суға және жерге енуден келетін айқын зияннан басқа, ескі шиналардың бір тоннасында шамамен 650 кг резина және 340 кг дейін тоқыма жіп болады, осылайша табиғи ресурстарды үнемдей отырып оларды қайтадан қолдануға болады. ҚР тозған шиналардың пайда болуының жыл сайынғы көлемі 100000 тоннаны құрайды. Тозған шиналарды қайта өңдеу көлемі 2016 жылы 13-15%. Тозған шиналарды қайта өңдеу бойынша ҚР нақты жұмыс істейтін кәсіпорындарының жылдық жиынтық өндірістік қуаты (шамамен) 60000 тонна. «ЭКО-Шина» ЖШС кәсіпорны бойынша

тозған шиналарды қайта өңдеу жылына 4000 тоннаны, ал резина ұнтағын өндіру жылына 3200 тоннаны құрайды [69].

Елдегі жеңіл және коммерциялық автомобильдер паркінің жыл сайынғы өсуі қайта өңдеуді қажет ететін тозған шиналар санының өсуіне ықпал етеді. Бүгінгі күні елдегі шиналарды кәдеге жарату пайызы тасымалданып алып келетін мөлшеріне қатысты шамалы ғана орын алады. Осылайша, Қазақстанда шиналардың жалпы көлемінің 10% ғана кәдеге жаратылады, қалған көлемі жерге көміп тастауға жіберіледі. Бүгінгі таңда шиналар белсенді резина ұнтағына өңделеді, ол асфальт жабынының құрамында беріктігін арттыра отырып қолданылады. Сонымен қатар, жер асты суару құбыршалары қайта өңделген шиналардан жасалады, бұл суармалы суды үнемді пайдалануға көмектеседі. Мұндай жобалардың артықшылығы-өңдеуге арналған шикізат іс жүзінде тегін болып қала береді. Бұл мәселенің экономикалық маңызы, тозған шиналарда техникалық қасиеттері түпнұсқа түріне ұқсас резина, табиғи ресурстарды үнемдеу көзі болып табылатын армиленген тоқыма және металл материалдарының көп мөлшері бар. Тозған шиналар санының жыл сайын өсуіне байланысты, Еуропалық экономикалық қоғамдастық бағдарламасы әзірленді, оның негізгі міндеттері:

- резина ұнтағын алу үшін кәдеге жаратылатын шиналардың қайта өңделген көлемін ұлғайту;

- пайдаланылған шиналарды қоқыстарға шығаруды тоқтату. Тозған шиналарға қатысты маңызды мәселе – әртүрлі ұсақтау дәрежесіндегі резина ұнтағын қолдану болып саналады. Әдеби деректерді жан-жақты талдау [70-73] резина ұнтағы бөлшектерінің саны мен мөлшерінің резина-битумды тұтастырғыштарының негізгі физика-механикалық көрсеткіштеріне әсерін көрсетті. Сондықтан, тозған шиналардың көлемдерінің болжамды ұлғаюына байланысты резина шиналарын басқа салаларда пайдалану жолдарын іздестіру өзекті, атап айтқанда: жол құрылысында битум модификаторы ретінде, резина-битумды мастикасын, жабын материалдарын, композициялық материалдарды, үйкеліске төзімділігі жоғары резина бұйымдарын, әртүрлі мақсаттағы плиталарды дайындау және т. б. (2-кесте). Резина ұнтағын әр түрлі салаларда қолданудың мүмкін болатын көлемін талдау ең перспективалы бағыттардың бірі – жол құрылысы битум модификаторы екенін тұжырымдауға мүмкіндік береді [74-75].

Битумның тапшылығы мен құнының жоғары болуы бір кездері жол жамылғыларын конструкциялау үшін кең түрде пайдаланылған жол жабындарының қалың қабаттарынан бас тарту себебі болды. Әлдеқайда ауыр жағдайларда жұмыс істейтін жабындардың қалың қабатқа қарағанда, жұқа қабаттарының жылу және ығысуға төзімділігін арттыру үшін битумдарға (гудрон) түрлі қосымшалар оның ішінде қолданылған ескі автомобиль шиналарынан резина ұнтағын енгізеді [74].

Кесте 2 - Резинаны пайдалану салалары

Пайдалану саласы	Резина бөлшектерінің өлшемі
Еденге арналған төсеніштер, төсенішбумалар	Ірі ұсақталған резина, жолақтар өлшемі бірнеше сантиметрге дейін
Спорт алаңдарына арналған пластиналар, еңістерді бекіту	Резина ұнтағы, бөлшектерінің өлшемі 3–5 мм
Суды тазарту сүзгілеріне арналған материал, уытты материалдардың адсорбенті	Резина ұнтағы, бөлшектерінің өлшемі 0,5–3 мм
Шиналарды қалпына келтіру кезіндегі протекторлық резиналар	Резина ұнтағы, бөлшектерінің өлшемі 0,5 мм
Жол негіздері және жол жабындары	Резина ұнтағы, бөлшектерінің өлшемі 3–5мм дейін

Резина гудрон тұтастырғышын әзірлеудің алғашқы әрекеттері Sahuro Petroleum Asphalt Compan және Mc. Donald фирмалары, кейінірек Arizona Refining Company (Arco) 60 жылдардың соңында және 70-шы жылдардың басында қолға алынған. 70-шы жылдардың соңында Еуропада әсіресе Бельгияда битум мен резина қосылыстарына деген қызығушылық артты. 1979ж. Бельгияда көше жабыны ретінде алғаш рет битум мен резина қоспасынан кеуекті асфальты (Arco-технология) сыналды [75]. Кейінірек резина мен битум негізіндегі қоспалар Еуропаның әртүрлі елдерінде (Австрия, Франция, Германия, Венгрия, Италия, Нидерланды, Швейцария және т.б.) пайдалана бастады. Rouse Rubber Industries (Флорида) фирмасымен одан әрі жүргізілген зерттеулер нәтижесінде өте майда резина шаңын (0,180 мм) битум өндірісі кезінде тәжірибелік жабдықтың көмегімен араластыруға мүмкіндік беретін технология жасалды. Бұл әдіс реакция уақытын қысқартуға мүмкіндік берді [76-77]. Полимерлі-битумды тұтастырғыштарға ұқсас зерттеулер Ресейде де өткізілді [78-79]. 10-20% (масса.) мөлшерінде резина ұнтағын қосып, 5–20 % (масса.) қышқыл гудронның мазутпен қоспасын алдын-ала 130°C температурада 1-3 сағат ұсталынады, ары қарай 180–200°C температурада тотықтыру арқылы тұтастырғыш алынатын әдісі белгілі [80]. Қазіргі уақытта жол жабындарының сапасы мен ұзақ мерзімділігін арттыру салалары бойынша зерттеудің негізгі бағыты асфальттың негізгі қасиеттерін біртектілік, беріктік, аязға-, жарылуға- және ылғалға төтеп беру, жоғары температураға төзімділігі және т.б. жақсарту мақсатында түрлі қосымшаларды енгізу арқылы битумды модификациялау болып табылады [81-82]. Органикалық тұтастырғыштарды модификациялаудың ең тиімді әдістерінің бірі оларға резина ұнтағы түрінде резинаны енгізу болып табылады. Резина ұнтағының мөлшері көбейген сайын резина битум қоспалары физика-механикалық қасиеттері бойынша каучукты материалдарға ұқсас келеді [83]. Сонымен, өлшемдері 0,5-тен 1 мм-ге дейінгі резина ұнтағын автомобиль жолдарының құрылысы кезінде қолданатын асфальтбетон қоспаларында мұнай битумдарын модификациялау

үшін қолдану бір жағынан, жол жабындарының деформациялық және үйкеліс қасиеттерін беріктігін, соққыға төзімділігін арттыру, температуралар өзгерген кезде аязға төзімділігі мен кенеттен жарылуына төзімділігін жақсартуға; ал екінші жағынан, пайдаланылған ескі резинаны кәдеге жарату мәселесі шешіледі. Сонымен, келтірілген зерттеу [71] деректері, минералды материал массасынан ұсақталған резинаның 2% ғана енгізілген кезде 1 км жолға 60-70 тоннаға дейін резина ұнтағын жұмсайды. Бұл ретте жол жабынын пайдалану мерзімі әр түрлі деректер бойынша 1,5-3 есе өседі [84-85]. Тозған автомобиль шиналарын өңдеудің ең көп таралған әдісі оларды механикалық ұсақтау әдісі болып табылады. Бірақ қазіргі уақытта энергияның көп шығыны мен құнына байланысты ол әртүрлі деректер бойынша 3-5% өңделеді [68]. Пайдаланылған автомобиль шиналарын ұнтақтаудың барлық белгілі технологияларын үш үлкен топтарға бөлуге болады [86-87]: оң температурада ұнтақтау; сұйық азот немесе суық ауаны салқын агент ретінде қолданып құбырлы детандерлермен немесе салқындатқыш құбыр машиналармен генерацияланады, яғни криогенді тәсілмен ұнтақтау; пиролиз. Криогенді процесс доңғалақ композитін резина, металл және тоқымаларды тиімді түрде бөлуге мүмкіндік береді. Шиналарды механикалық ұсақтау алдында энергия шығынын азайту үшін шиналарды алдын-ала (-100°C дейін және төмен) салқындатады. Бұл қымбат азотты қолдануды қажет етеді немесе суық ауа алу және тазалау жүйесі қымбат, энергиясы көлемді, шина бөліктерін мұздату үшін арнайы салқындатқыш камералардың болуы міндетті. Салқындатуға кететін сұйық азоттың шығыны шина массасынан кем дегенде 50% құрайды, ең сұйық азотты алу үшін энергия шығыны күрт артады және 1 кг сұйық азотқа 1 кВт/сағ [68] құрайды, бұл алынатын резина ұнтағы құнының айтарлықтай жоғарылауына септігін тигізеді. Қазіргі уақытта ауа құбырлы детандерлері арқылы терең салқындату технологиясы ойластырылған, ол сұйық азотты пайдалану технологиясына қарағанда энергияны көп қажет етпейді. Бірақ құбырша салқындатқыштарында тез және тиімді салқындату үшін пайдаланылған шиналарды алдын-ала ұсақтау қажет. Бұл қарама-қайшылық қазіргі уақытта пайдаланылған шиналарды өңдеудің оңтайлы технологиясының жоқтығымен шиналарды механикалық ұсақтау тәсілдерін жетілдіру қажеттілігін көрсетеді. Бұл мәселенің өзектілігі Ресейде және шетелде соңғы кезеңдегі ғылыми жарияланымдардың көбеюімен расталады. Төмен температуралы немесе криогенді ұсақтаудың басқа кемшіліктеріне, осы тәсіл бойынша ұсақталған резина бөлшектерінің беттері тым тегіс [87]. Бұл резина ұнтақтарының басқа полимерлермен ең алдымен каучукпен үйлесімділігін нашарлатады және нәтижесінде соңғы өнімнің қасиеттері айтарлықтай төмендейді. Оң температурада бүтін шиналарды өңдеу резина ұнтағын металдан және тоқымадан көп сатылы тазартуды және кесетін элементтері төзімді жабдықтың болуын қажет етеді. Бұл ұнтақтау әдісінде энергия шығыны көлемді [81]. Сонымен қатар, Еуропада қолданылатын "Хотлап", "Симс", "Регупласт" типті және т.б. үздіксіз тізбелерде шиналарды қалыпты температурада кеседі және каскадты бұзады, бұл кезде тек ірі

резина ұнтағы алынады оның бөлшектерінің беті де тегіс болып келеді. 30 жылдан астам уақыт бойы резинаны термиялық ыдырату және оны иілімді девулканизатқа айналдыру әдісі қолданылады, бірақ девулканизатты алу процесі улы газдардың көп мөлшерінің бөлінуімен қатар жүреді, яғни бұл әдіс экологиялық жағынан тиімсіз. Сонымен қатар, алынған девулканизатты резина қоспасына енгізу арқылы алынатын бұйымдардың қасиеттерін айтарлықтай нашарлатады. 1980 жылдары Ресей Ғылым Академиясының химиялық физика институтында (ИХФ РАН) жоғары температуралы ығысумен (ЖТҰ) ұсақтау әдісі әзірленді, ол пайдаланылған шиналарға қыздыру, сығу және ығыстыру арқылы кешенді әсер ету әдісіне жатады. Жоғары температуралы ығысумен (ЖТҰ) ұсақтау әдісі бұрын ашылған «реологиялық жарылыс» құбылысына негізделген оның мәні қарқынды күш өрісінде материалды ұсақтайды және майдалайды. Қатты полимерді немесе резинаны қарқынды қысу және ығысу деформациясы жағдайына енгізген кезінде материалдың бірнеше рет жарылуы, яғни оның тез ұсақталуымен және полимерлі ұнтақтың түзілуімен аяқталады. Сонымен қатар, әр полимер немесе полимерлі композит үшін минималды энергия шығынымен жоғарыдисперсті ұнтақтың түзілуімен жүретін тиімді ұсақтау 20°C аспайтын белгілі бір температуралы интервалында байқалады. Температура интервалының мәні көптеген факторларға атап айтқанда, полимер, толықтырғыштар, пластификаторлар түріне байланысты. Мысалы, [68] жұмыста көрсетілгендей, резиналарды молекулааралық байланыстар ыдырайтын термоактивті температурада: изопрен резиналарын $-150-180^{\circ}\text{C}$, этиленпропилен каучук негізіндегі резинаны $-210-230^{\circ}\text{C}$ және т.б. ұнтақтау ұсынылады. Жоғары температуралы ығысумен ұсақтау әдісі беті өңделген және құрылымы борпылдақ кеуекті, жоғары дисперсті $0,03-1,5$ мм ұнтақтарды алуға мүмкіндік береді. Айта кету керек, бұл әдіспен ұнтақтау айналмалы диспергаторда іске асырылады, $5-20$ % (масс.) резина бөлшектерінің құрылымы борпылдақ емес, бірақ құрылымы монолитті және формасы криогендік температурада ұнтақтау арқылы алынған бөлшектерге ұқсас яғни, беті тегіс бөлшектерді қайта ұнтақтау қажеттілігі пайда болады. Жоғары температуралы ығысумен (ЖТҰ) ұсақтау әдісін қолдану кезіндегі қиындығына шина резинасын сымнан алдын-ала мұқият бөлу міндетті болып табылады.

Сонымен, көптеген технологиялық шешімдерге қарамастан, резина ұнтағын қолданудың әртүрлі бағыттарының болуы, жергілікті материалдар мен өңделген шиналардың техногендік қалдықтарына негізделген полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу үшін тиімді технологияны іздеу өзекті мәселе болып табылады.

1.2.1 Жол құрылысында асфальтбетон қоспаларының компоненті ретінде резина ұнтағын қолдану перспективалары және резина ұнтағын модификациялау

Барлық дамыған елдердегі автомобиль паркінің қарқынды өсуі тозған автомобиль шиналарының қарқынды жиналуына алып келеді. Шиналарды қайта өңдеу жөніндегі Еуропалық қауымдастықтың (ЕТРА) деректері бойынша 2000 жылы тозған, бірақ өңделмеген шиналардың жалпы салмағы: Еуропада-2,5 млн.тоннаға; АҚШ-та-2,8 млн. тоннаға; Жапонияда-1,0 млн. тоннаға; Ресейде-1,0 млн. тоннаға [83-84] жетті.

Тозған шиналарды қайта өңдеу нәтижесінде алынған резина ұнтағын одан әрі практикалық қолданудың перспективті салалары көп. Әр түрлі елдер мен аймақтарда резина ұнтағы бар жолдар мен аэродромдардың тәжірибелік учаскелері салынды. Басында олар өте жоғары сипаттамаларды көрсетті, бірақ содан кейін резина ұнтақтарының біртіндеп ісінуімен жабындар босады және үгітіле бастады. Ешнәрсемен байланыстырылмаған резина ұнтақтары жабындардан үгітіліп және желмен өзгеріссіз ұшып, айналаны ластаған. Резина ұнтағын жол битумы мен битум-минералды қоспаларға енгізу бойынша зерттеулерді Н. В. Горелышев, А. И. Лысихина, Г. К. Сюньи, И. М. Руденской, Б.М. Слепой және басқалар жүргізді [71], [82-85], [88-90]. Асфальтбетондар құрамына резина ұнтағын енгізіп пайдалану кезінде жол жабындары беттерінде жарықшақтардың қайтадан пайда болу ықтималдығы азаяды. Резина түйіршіктерінің ірілігі 1 мм аспауы тиіс, асфальтбетон қоспасы құрамының жоғарылатылған тығыздығы резина бөлшектерінің ірілігі 0,63 мм-ден аспаған кезде қамтамасыз етіледі деп саналады [91]. Резина ұнтағын битумға («дымқыл» әдіс), тікелей («құрғақ» әдіс, жабынның төменгі қабаттары мен негізгі қабаттарын орнықтырған кезде ғана) асфальтбетон қоспасына да енгізуге болады деп қарастырылған. Асфальтбетон қоспаларын дайындау кезінде резина ұнтағын қолдану тәжірибесі МЕСТ–9128-2013 сәйкес шығарылған қоспалармен салыстырғанда қанағаттанарлықсыз физика-механикалық сипаттамаларды, оның ішінде тұтастырғыштың адгезиясы жеткіліксіз екенін анықтады, бұл орнықтыру кезінде қиындықтар туғызады және өздігінен босап кетуіне және төселген жабындардың жоғарғы қабаттарының бұзылуына септігін тигізеді. Асфальтбетон қоспаларында бөлшектердің мөлшері 2-8 мм болатын резина ұнтағын қолдану жүктемені қабылдауға қабілетті біртекті материалды қалыптастыру мүмкін болмауына байланысты асфальтбетон жабындарының қызмет ету мерзімінің төмендеуіне ықпал етті. Сонымен қатар, мұндай жабындарды пайдаланудың бастапқы кезеңінде (орнықтырғаннан кейін) жарылуға төзімділік пен үлкен деформация, суға төзімділік, шу мен діріл деңгейінің төмендеуі, мұз қабатының пайда болу жағдайларының төмендеуі, ілінісудің жоғарылауы және автомобильдің тежеу жолының қысқаруы байқалды [83]. Шын мәнінде, «дымқыл» әдістің бір түрі ғана алдымен АҚШ, содан кейін басқа елдерде (Канада, Испания, Португалия, Оңтүстік Африка, Бразилия және т.б.) "Asphalt Rubber" (AR) деп аталатын резиналанған битум

кеңінен таралды [92]. Материал 20% майдаланған шиналы резина мен 80% ароматикалық фракциялармен байытылған арнайы қалдық битумның механикалық қоспасынан тұрады. Резина бөлшектері ыстық битуммен араласқанда, созылу кезінде жоғары серпімді қасиеттерімен сипатталатын гель тәрізді масса түзеді. Резиналанған битумдағы (AR) резина ішінара өзін-өзі вулкандаудан өту үшін құрылымын (немесе девулканизацияланады) қажетті дәрежеде өзгертеді [93]. Кәдімгі асфальт күн сәулесінде тотығады, оның құрамына кіретін ұсақ түйіршікті материалдар, мысалы құм — «босатылып», асфальт қабыршақтана бастайды. Бірақ резина қоспасы бар асфальт бұл кемшіліктен арылған, өйткені оның құрамында ұсақ түйіршікті материал көп емес [85]. Битумды резинамен біріктірудің «дымқыл» әдісін қолданудың барлық кейінгі әрекеттері резиналанған битум (AR) әдісін дамыту болды. Алайда өзінің химиялық құрамы мен қасиеттері бойынша резиналанған битум (AR) құрамында пайдалануға жарамды битумдардың болмауы бұл технологияны ҚР мен ТМД елдерінде дамытуға мүмкіндік бермеді. Шетелде қажетті химиялық сападағы битумдар мақсатты өнімдер ретінде бастапқы мұнайдан төмен температуралы вакуумдық айдау әдістерімен алынады. Шет елдерде резиналанған асфальт салу тәжірибесі жабынды әк суымен өңдегеннен кейін жұмыс аяқталғаннан соң 15 минуттан кейін, жабынды пайдалана беруге болатындығын көрсетті. Су буланып, әк асфальттың жабысқақтығын ығыстырады [85]. Әдетте жол битумдарының иілімділік аралығы 60-65°C аспайды, бұл Ресей мен Қазақстанның көптеген аймақтарының климаттық жағдайларында жабындардың жоғарғы қабаттарын орнықтыру үшін жеткіліксіз екені анық. Одан басқа, тұтқыр жол битумдарында серпімді қасиеттер іс жүзінде жоқ, асфальтбетон сияқты композициялық материалдардың циклдік жүктеме әсерінен бұзылуға төзімділігі байланысты болады. Сондықтан, битумды тұтастырғыштар физика-механикалық қасиеттерді түбегейлі өзгертуді және жақсартуды қажет етеді, өйткені олар табиғаты бойынша көлік жүктемелерінің көбеюінен асфальт-бетон жабындарының қажетті төзімділігін қамтамасыз ете алмайды. Алдын алынған деректерді талдау көрсеткендей, параметрлер кешені бойынша жалпы мақсаттағы резинадан, оның ішінде шинадан жасалған ұнтақтар битумды тұтастырғыштардың қасиеттерін жақсартудың ең көп мүмкіндіктеріне ие. Резина ұнтағымен модифицирленген битум тотыққан жол битумының (немесе битум қоспасының) жалпы мақсаттағы резинадан жасалған ұсақ дисперсті ұнтағы бар, дайындау процесінде арнайы химиялық өңдеуден өткен біртекті қоспасы ретінде айқындалады. Бұл кезде резина бөлшектері толығымен ыдырамайды және ерімейді, ал битум компоненттерімен берік, бірақ қозғалмалы химиялық байланыстармен байланысады және жаңа материалдың құрамында өз қасиеттерін көрсетеді [91]. Құрамы мен құрылымына байланысты тұтастырғыш жоғары технологиялық температураға төзімді, сонымен қатар төмен температурада жеткілікті деформацияға ие. Яғни, резина ұнтағы бар битумды тұтастырғыш негізіндегі асфальтбетондар көлік құралдарының қозғалысы кезінде пайда болатын циклдік жүктемелерге төзімділігі жоғары екендігі анықталды [78].

Бұл кезде [5] артықшылығына – битумды тұтастырғыштың жұмсару температурасының жоғарылауы және сынғыштықтың біршама төмендеуі (иілімділік температуралық аралығының кеңеюі), битумды тұтастырғыштың физика-механикалық қасиеттерінің жақсаруы; минералды материалдың бетіне битумды тұтастырғыштың адгезиясының едәуір жақсаруы, ескіруге және қоршаған температураның өзгеруіне төзімділігінің жоғарылауы болып табылады. Битумдар мен асфальтбетондардың сапасын арттыру мәселесі барлық елдердің жол саласындағы басымдықтардың бірі болып табылады. Битумның сапасы көбінесе асфальтбетон жабындарының сапасы мен қызмет ету мерзімін анықтайды, өйткені асфальтбетонның термопластикалық материал ретіндегі қасиеттерінің барлық сипаттамалы ерекшеліктері битумның қасиеттерімен анықталады [5], [7-8], [11-12], [16], [70], [94-95]. Битумды модификациялаудың әртүрлі әдістерінің тиімділігін салыстырмалы зерттеулер кезінде оның перспективалы бағыты резина ұнтағы қосымшаларын қолдану екенін көрсетті.

Резина ұнтағы тозған автомобиль шиналарын және резина-техникалық бұйымдарының (РТБ) басқа да қалдықтарын өңдеу арқылы алынады. Тозған резинаның ең көп тонналы ресурсы ол – автомобиль шиналары. Оларды қайта өңдеу көптеген елдерде маңызды экологиялық мәселеге жатады [96-100]. Ресейде жыл сайын 1,2 миллион тоннадан астам шиналар істен шығады. Жылына шамамен 250 мың тонна қайта өңделеді, 220-230 мың тонна регенерат алуға және 30 мың тоннаға жуығы гидрооқшаулау үшін қолданылады. АҚШ-та тозған шиналардың жыл сайынғы көлемі 4 млн тоннадан асады, Бразилияда-шамамен 45 млн дана. Тозған шиналарды пайдалану территориясының көлеміне шаққанда автомобильдері көп елдердің (АҚШ, Ұлыбритания, Германия, Жапония) ғана емес, әлемдік деңгейдегі мәселе болып отыр.

Битумдар мен асфальтбетондарды модификациялау үшін РҰ (резина ұнтағы) пайдалану мүмкіндігі бұрыннан белгілі және ол екі тәсілмен дамуда [5-7], [68], [101]:

1. «Құрғақ» технология бойынша РҰ минералды материалға оның битуммен біріккенге дейін енгізуді қарастырады. РҰ мөлшері (бөлшектер 1 мм – ден аз) минералды материалдар массасынан 1,5-3% болуы тиіс. РҰ құрылымын өзгертпейді, асфальтбетонда «созылмалдылық орталықтарының» тізбектелген жүйесін жасайды, оның қасиеттерін жақсартуға ықпал етеді [1,7]. Алайда РҰ асфальтбетонның толықтырғышы түрінде пайдаланған кезде резина құрамына кіретін каучуктың өзінің құнды қасиеттері жойылмайды.

2. «Дымқыл» технологиясы тиімді болып саналады, яғни резина битум немесе гудрон ортасында еритін күйге ауысады. Мұндай технология бойынша резина битум тұтастырғыштары (РБТ), сондай-ақ химиялық модифицирленген резина ұнтақтары (ХМРҰ) бар битумдар алынады [83-86].

Гомогенді ПБТ алудың кәдімгі технологиясы РҰ (5-тен 30% - ға дейін. масс.) БАЗ немесе пластификаторлардың қатысуымен битуммен (гудронмен, деасфальтизация асфальтымен немесе олардың қоспаларымен) 150 – 250°C

температурада белгілі бір уақыт ішінде (30 минуттан 24 сағатқа дейін) механикалық араластыруды қарастырады. Пластификатор ретінде мұнай гудрондары, май фракцияларын, селективті тазартудың ауыр экстракттары, таскөмір ауыр майлары және т. б. қолданылады. ПБТ сапасын анықтайтын маңызды факторлар: ПБТ алу температурасы мен ұзақтығы; РҰ химиялық, фракциялық құрамы; маркасы, топтық химиялық құрамы және тұтастырғыштағы битумның мөлшері, пластификатордың түрі; ПБТ дайындағаннан кейін технологиялық температурада болуы; оның жазықтығының орнығуы болып табылады [7, 12, 68, 82]. Резинаны білікте, серпімді-деформациялық әдістермен және сұйық азоттың температурасында ұнтақтау әдісімен майдалайды.

ПБТ алудың технологиялық параметрлері РҰ құрамына кіретін каучук типі, пластификатор түріне байланысты. ПБТ алу кезінде резинаның ісіну және пластификациялау процестері, сондай-ақ резиналардың кеңістіктік торының бұзылуы бір уақытта жүреді, бұл кезде каучуктердің өзінде және техникалық күйе толықтырғышымен байланыс бұзылады. Әр түрлі резиналар үшін құрылымын өзгерту температуралары бірдей емес [7].

230°C жоғары температурада битумға енгізілген резина ұнтағында құрылымын өзгерту процестері басым болады, олар ұзақтығы мен температурасына байланысты резинаның құрылымын толықтай өзгертуі мүмкін. Бұл жағдайда қайнау температурасы 150–350°C төмен көмірсутектер пайда болады. Яғни, техникалық күйе мен бейорганикалық компоненттер толықтырғыш рөлін атқарады, ал резинаның құрылымын өзгертуінен түзілген төмен молекулалық өнімдері битум сұйылтқыштары болып табылады. Резиналардың құрылымын өзгертуі еркін-радикалды механизм арқылы өтетіндіктен, бұл битум компоненттерінің құрылымын өзгертуін туындатады, яғни битум сапасы оның қасиеттерінің нашарлауына ықпал етеді.

ПБТ қасиеттері резина ұнтағы бетінің күйіне де байланысты. Резина сұйық азот температурасында ұнтақталған кезде резина бөлшектері толығымен тегіс бетке ие болады, бұл оның битум компоненттеріндегі ісіну мен пластификация жылдамдығынан білінеді. Серпімді деформация әдісімен ұнтақталған резина ұнтағы бөлшектерінің беті қопсыған құрылымына ие, бұл битум компоненттерінде оның тез ісінуіне ықпал етеді. СибАДИ- де жоғары дисперсті және кеуекті құрылымды резина ұнтағын алудың механоактивті әдісі құрастырылды [61].

БХМРҰ алудың жаңа технологиясы АҚШ әзірлеген [68], ал Ресейде БИТРЭК тұтастырғыштарын алудың химиялық технологиясы патенттелген [11, 67]. Тұтастырғыш резина ұнтағының сегрегациясына және жоғары (250°C дейін) технологиялық температураға төзімді.

Көптеген отандық және шетелдік зерттеулер мен резина ұнтағын қолдану тәжірибесі модифицирленген тұтастырғыштардың кәдімгі битумдарға қарағанда пайдалану қасиеттері жоғары екенін көрсетеді. Модифицирленген резина ұнтағы бар битум тұтастырғыштарындағы асфальтбетондар тозуға және ыстыққа төзімділігінің жоғарылауымен,

ескіруге төзімділігімен, қатандығы төмен, дыбысты жақсы сіңірумен және үйкеліс қабілетімен сипатталады, суға мұздалуға-еруге төзімді.

Қазіргі уақытта резина ұнтағын модификациялаудың келесі әдістері бар [101-102]:

- ұсақталған резина бөлшектерінің бетін химиялық модификациялау немесе жұмсарту;
- полимерлі байланыстардың бұзылуы нәтижесінде ұсақталған резинаның физика-химиялық ұнтақталуы (регенерацияға ұқсас);
- күкіртті байланыстарды бұзу мақсатында физикалық өңдеу.

Химиялық модификация әр түрлі сипаттағы модификаторды қолдануды қамтиды. Модификатор полимер қалдықтарының (резина ұнтақтарының) құрамында белсенді функционалды топтарды қолданады және қоспаның басқа компоненттерімен бірге өзінің полимерлі торын құрайды [12].

Шина өндірісінде өте майда ұнтақтарды, сондай-ақ шиналарды өңдеу кезінде алынған шиналық резиналардан ұсақталған ұнтақтарды қолдану тиімдірек. Сонымен қатар, матрица мен ұсақталған өнімнің ұқсас химиялық құрамы фазалар арасындағы өзара көп әрекеттесуді қамтамасыз ететін «бөлшек-матрица» шекарасында дамыған қабаттың пайда болуына септігін тигізеді. Композиция компоненттерін таңдағанда, ұнтақта бастапқы эластомердің белсенді орталықтарының вулкандану кезінде өзгермеген едәуір саны бар екендігі, ал оны жабдықта өндеген кезде негізінен гидроксилді және карбоксилді топтармен оттек құрамды қосымша орталықтар пайда болатындығы ескерілді. Жұмыстарда [102-103] модифицирленген резина ұнтағы бар вулканизаттардың модифицирленбеген резина ұнтағы бар вулканизаттарға қарағанда тозуға төзімділігі жоғары екендігі көрсетілген. Өңделген, қалпына келтіретін қосылыстармен (MPC) модифицирленген 30 масс.б. ұнтақты енгізген кезде кешенді қасиеттері бойынша іс жүзінде базалық түрінен кем түспейтін және резинаның осы түрі үшін нормативтік көрсеткіштерге сәйкес келетін резина алуға мүмкіндік береді.

Жеке қоспа құрамында резина қалдықтарының мөлшері 80% дейін болуы мүмкін. Қоспалардағы модификатордың үлесі оларды қолдану мақсатына байланысты 2,5-3,2% шегінде болады (көптеген рецепттер үшін оптималды мөлшері-2,83%). Резина ұнтағы мен полимер матрицасы арасындағы байланысты арттыру мақсатында бірқатар елдерде құрамында фторы бар газды қоспа мен құрамында үдеткіш ретінде күкірті бар резина ұнтағы және полимерлі матрица арасындағы байланысты беріктендіру мақсатында реакцияға қабілетті газбен резина ұнтағын модифицирлеу мәселесіне ерекше назар аударылады. Модифицирленген резина ұнтағының жазықтығы адгезияны және басқа полимерлі материалдармен сәйкестігін жоғарылатады. Алынған композициялық материалдар жоғары механикалық қасиеттерге ие, олар өңделмеген резина бөлшектері бар тиісті материалдардың қасиеттерінен асып түседі. Бұл сонымен қатар полимерлі қоспалардағы резина ұнтағының құрамын едәуір арттыруға мүмкіндік береді [17]. Алайда, бұл әдіс әлдеқайда қымбат.

Материалдарға әсер етудің физикалық және физика-химиялық әдістері, мысалы, механикалық белсендіру, соққы - толқындарын өңдеу, радиациялық сәулелену, магниттік және электр өрістерін қолдану полимерлі композиттер өндірісінің әртүрлі кезеңдерінде кеңінен қолданылады және материалдардың пайдалану қасиеттерін арттыратын тиімді технологиялық әдістер болып табылады [15]. Соңғы уақытта минералды толықтырғыштарды метатұрақты күйге ауыстыру үшін дисперсиялаудың механохимиялық әдістерін қолдану үрдісі анықталды. Мұндай әдістерге әр түрлі ұнтақтау жабдықтарының: планетарлы диірмендер, ыдыратқыштар, тартқыштар және т. б. көмегімен механикалық ұсақтау және материалдарды белсендіру жатады. Ұнтақ материалдарды механикалық белсендіру технологиясының болашағы жабдықтың энергия мен металл сыйымдылығының төмендігімен, процестің экологиялық қауіпсіздігімен, шикізат базасын кеңейту мүмкіндігімен байланысты [68]. Резина қоспаларының құрамында механобелсенді резина ұнтағын қолдану арқылы пайдалану қасиеттерінің қанағаттанарлық кешені бар резиналарды алуға мүмкіндік беретіні көрсетілген.

Резина тармақталған кеңістіктік торы бар күрделі эластомер болғандықтан, мұндай материалды тиімді белсендіру минералдарға қарағанда көп энергияны қажет етеді. Авторлардың [70] жүргізген зерттеулері резина ұнтағын механобелсендіру онымен модифицирленген резиналардың пайдалану қасиеттерін тозуға төзімділігін 40% дейін, аязға төзімділігін 15% дейін жақсартуға мүмкіндік беретінін, бірақ энергия шығыны көп екенін көрсетті [20].

Сондықтан, «ЭКО-Шина» ЖШС өндірісінде алынған резина ұнтағын модификациялау әдісін іздеу диссертациялық жұмыста қозғалған мәселелердің бірі болып табылады.

2 Тәжірибелік бөлім. Зерттеу объектілері мен әдістері.

2.1 Зерттеу объектілері

Диссертациялық жұмыстың объектілері:

1. БНД 70/100 маркалы мұнай жол битумы. БНД 70/100 маркалы мұнай жол битумы ірі тонналы мұнай өңдеу өнімі болып табылады, құнды техникалық қасиеттер кешеніне ие және жол құрылысында кеңінен қолданылады [104]. Жол битумы «Газпромнефть-Битум Қазақстан» ЖШС Шымкент битум зауытында алынды [99-100]. Зауыттың өнімділігі тәулігіне 500 тонна битумды құрайды. Битум өндіруге арналған шикізат «Газпромнефть-Омбы МӨЗ» ЖШС Омбы МӨЗ жеткізілетін гудрон (вакуумды айдаудың ауыр мұнай қалдығы) болып табылады. 3-кестеде осы битумның физика-механикалық қасиеттері көрсетілген.

Кесте 3 - БНД 70/100 битумының физика-механикалық қасиеттері

№	Көрсеткіші	Мәні
1.	Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм:	
	25°С-та	75
	0°С-та	22
2.	Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °С	48
3.	Созылғыштық, 25 °С-та, см	115
4.	Сыңғыштық температурасы, °С	-20
5.	Тұтану температурасы, °С	240

2. «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағы [105-106]. Түсірілген суреті 4-суретте көрсетілген. Резина ұнтағының физика-механикалық сипаттамалары 4-кестеде келтірілген.

Кесте 4 - ПБТ алу үшін қолданылатын «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағының сипаттамалары

№	Сипаттамалары	Мәні
1	Резина ұнтағының тазалығы	99,8%
2	Металл ұнтақтарының жанама қосымшалары	0,1% кем
3	Тоқыма талшықтарының жанама қосымшалары	0,2% шегінде
4	Фракция бойынша сепарация жиілігі	Жоғары
5	Түсі	Қара
6	Термототықтыру эффектісі	Жоқ

7	Тығыздығы	0,35 -0,45
8	Вулкандау, °С	155
9	Созылу кезіндегі шартты беріктігі, МПа	14,7
10	Салыстырмалы созылымдылығы, %	500 -750
11	Жұлмалауға қарсылығы, кН/м	59 – 88



Сурет 4 - Резина ұнтағы

3. Құлантау кен орнының вермикулиті. Зерттеулер үшін Құлантау ісінген вермикулиті қолданылды. [107-109]. Құлантау ісінген вермикулитінің кескіні 5-суретте келтірілген.

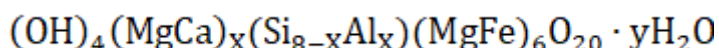


Сурет 5 - Құлантау кен орнының ісінген вермикулиті (Түркістан облысы)

Ісінген вермикулит – сарғыш, жылтыр сары немесе сары түсті қабыршақты бөлшектер түріндегі сусымалы кеуекті материал, вермикулит концентратын - элементарлы қабаттар арасында байланысқан суы бар

гидросілекейді жедел күйдіру арқылы алынады. Вермикулиттің ісінуі одан қатты буланған судың әсерінен бөлшектерінің өте жұқа қабыршақтарға айналуы нәтижесінде бір-біріне жабысуды сақтайтын жеке бөліктерде өтеді.

Ісінген вермикулит $100-3010 \text{ кг/м}^3$ көлемдік салмағын анықтайтын ерекше пластиналық кеуектілікпен сипатталады. Ісінген вермикулит гидрофильді сипатқа ие және саңылаулы кеуектері бар [108-109]. Осы процестен алынған вермикулит гидратталған қабатты кеңістікке ие және Ван дер Вальстың әлсіз байланыстарымен байланысқан. Вермикулиттің қабатты кеңістігінде әлсіз байланыс пен судың болуы оның ісінуге және қабыршақтануға қабілеттілігін анықтайды. Төменде вермикулиттің үшөктаэдрлік жалпы молекулалық формуласы келтірілген [107]:



Алайда, вермикулит жалпы формулаға сәйкес келе бермейді және әдетте құрамында қоспалар болады. Физикалық қасиеттері: минералогиялық шкала бойынша қаттылығы: 1-1,5; тығыздығы: $2,4-2,7 \text{ г/см}^3$ (ісінген түрінде – $0,065-0,130 \text{ г/см}^3$); балқу температурасы: $1350 \text{ }^\circ\text{C}$; қолдану температурасы: $-260 \text{ }^\circ\text{C}$ -тан $+1200 \text{ }^\circ\text{C}$ -қа дейін; рН мәні: шамамен 7,0; жылу өткізгіштік: $0,05 \text{ Вт/м.К}$ (жеке салмаққа байланысты); үгітілмейді және майлағыш қасиеттері графитке ұқсас.

Құлантау кен орны вермикулитінің сапалық сипаттамалары 5-кестеде көрсетілген.

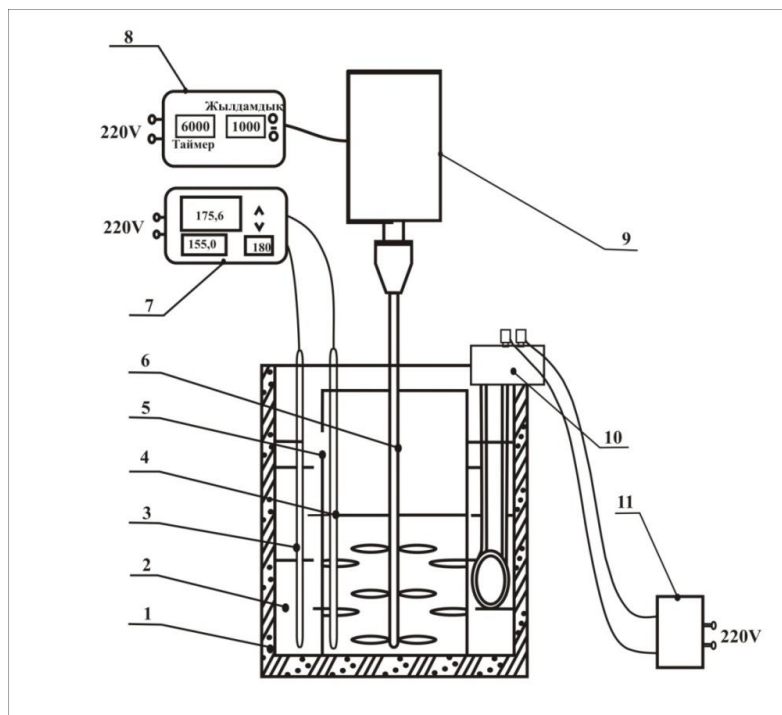
Кесте 5 - Құлантау кен орны вермикулитінің сапалық сипаттамалары

Үлгі №	Ылғалдылық, %	гидратация дәрежесі, %	Көлемдік салмағы, кг/м^3	Вермикулиттің құрамы, %
1	6,2	65	178	30
2	9,0	70	200	35
3	3,7	60	130	28
4	3,1	75	140	26

Құлантау кен орнының вермикулит сынамаларын микроскопиялық зерттеу және рентгенқұрылымдық талдау нәтижелері кочубейт – $(\text{Mg, Fe, Al})_6(\text{Si, Cr})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, негізгі құрамдас бөлігі, биотиттің өзгертілген өнімі K_2O мөлшері аз және H_2O мөлшері көп қоңыр сілекей қабыршақ түрінде ұсынылған.

2.2 Полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу әдістемесі

Полимерлі-битумды тұтастырғыштарды дайындау үшін зертханада тәжірибе жүргізуге арналған араластырғыш қондырғы жинақталды (6-сурет).



Сурет 6 – Полимерлі--битумды тұтастырғыштарды алуға арналған зертханалық тәжірибелік қондырғының сызбасы

1 – изоляцияланған монша; 2 – ПМС силиконды майы; 3 – терморпараға арналған қалташа, майдағы температураны өлшейді; 4 – терморпараға арналған қалташа, битумдағы температураны өлшейді; 5 – битум құйылған ыдыс, 6 – қалқанды араластырғыш; 7 – температураны өлшегіш; 8 – қозғалтқышпен реттеу блогы ; 9 – электрлі қозғалтқыш; 10 – ТЭН электрлі қыздырғышы; 11 – лабораториялық автотрансформатор.

Бастапқы битум қыздырылады, 100-120°C температурада балқиды және алдын - ала осындай температураға дейін қыздырылған металл ыдысқа 500 гр мөлшерінде тиеледі. Бұдан әрі «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағы және Құлантау ісінген вермикулиті енгізіледі. Әрі қарай температура 5-10°C/мин жылдамдықпен 150-180°C дейін көтеріледі. Араластыру 2-2,5 сағат бойы жүргізілді. Содан кейін алынған подимерлі-битумды тұтастырғышының физика-механикалық қасиеттері зерттелетін факторларға байланысты анықталды.

2.3 Битумның, резина ұнтағының және полимерлі-битумды (резина-битумды, ПБТ) тұтастырғыштардың физика-механикалық қасиеттерін зерттеу әдістері.

Битум мен алынған ПБТ физика-механикалық қасиеттерін зерттеу «Мұнай өңдеу және мұнайхимиясы» кафедрасының зертханасында, М.Әуезов атындағы ОҚУ «Конструкциялық және биохимиялық материалдар» инженерлік бейінді өңірлік сынақ зертханасында және Өзбекстан Республикасы, Ташкент қаласы, Өзбекстан Республикасы Ғылым Академиясының Жалпы және бейорганикалық химия институтының «Мұнайхимия» зертханасында жүргізілді. Битум мен ПБТ физика-механикалық қасиеттерін анықтау үшін келесі сынақтар жүргізілді:

- ПБТ қоспасының біркелкілігін анықтау;
- 0 және 25°C-та иненің ену тереңдігін анықтау;
- созылғыштығын 25°C-та анықтау;
- сақина мен шар бойынша жұмсару температурасын анықтау;
- қоспаның созылмалдылығын анықтау;
- құммен ілінісуін анықтау;
- битумның сыну температурасын анықтау.

2.3.1 Полимерлі-битумды тұтастырғыштардың біркелкілігін анықтау әдісі.

ПБТ біртектілігі «МЕСТ 52056-2003 – СБС блоксополимерлері негізінде полимерлі-битумды жол тұтастырғышы» [110] сәйкес анықталды. Әдістің мәні шыны таяқшаның көмегімен ПБТ біртектілігін көзбен анықтау болып табылады. Шыны таяқшаны дайындалған ПБТ сынамасына 3-4с батырылады, содан кейін тұтастырғыштың ағу сипаты мен тұтастырғыш қабыршағының таяқша бетіндегі күйін көзбен бағаланды. ПБТ таяқшадан біркелкі ағып кетуі керек, оның бетінде қоймалжың, кесек және майда түйіршіктер болмауы қажет. ПБТ біртектілігін үш анықтаманың нәтижелерін салыстыру арқылы анықталды. Егер үш анықтаманың екеуі оң нәтиже берсе, онда ПБТ біртектілік сынағынан өтті деп саналады. Егер үш анықтаманың екеуі оң нәтиже берсе, онда ПБТ сынақтарға дайын.

2.3.2 Иненің битумға және полимерлі-битумды тұтастырғышқа ену тереңдігін анықтау әдісі.

Битум мен ПБТ пенетрациясын (иненің ену тереңдігі) «МЕСТ 11501-78 – Мұнай битумдары. Иненің ену тереңдігін анықтау әдісі» бойынша ПНБ-02 пенетрометрінде анықталды [111]. Битум мен ПБТ шартты тұтқырлығының сипаттамасы бола отырып, иненің ену тереңдігі пенетрометр инесінің ПБТ үлгісіне батырылу тереңдігін 25°C температурада 5с ішінде 100 г жүктемемен және 0°C температурада 60с ішінде 200г жүктемемен өлшеу

арқылы анықталды. 25°C температурадағы пенетрация тұтастырғыштың иілімділігі мен тұтқырлығын,оның технологиялық қасиеттерін сипаттайды, битум мен ПБТ ерекше сипаттамасы болып табылады. 0°C температурадағы пенетрация тұтастырғыштың төмен температурадағы иілімділігін, яғни ПБТ деформативтілігін куәландыра отырып пайдалану қасиеттерін сипаттайды.

2.3.3 Битум мен полимерлі-битумды тұтастырғыштардың созылғыштығын анықтау әдісі.

Битум мен ПБТ дуктильділігі (созылғыштығы) «МЕСТ 11505-75 – Мұнай битумдары. ДБ-150 дуктилометрінде созылғыштығын анықтау әдісі» [112] бойынша анықталды.

Әдістің мәні – белгілі бір температурада тұрақты жылдамдықпен қозғалатын арнайы пішінге құйылған битум немесе ПБТ үзілмей созыла алатын максималды ұзындығын анықтау. Сынақ 25°C температурада 5 см/мин деформация жылдамдығымен жүзеге асырылды. Созылғыштық битум мен ПБТ иілімділігін сипаттайды.

2.3.4 Полимерлі-битумды тұтастырғыштардың созылмалдылығын анықтау әдісі.

ПБТ созылмалдылығы 25°C-та «МЕСТ 52056-2003» [113] сәйкес анықталды.

Әдістің мәні - ПБТ үлгісінің шекті деформациясындағы серпімді (толығымен қайтымды) деформацияның үлесін анықтау. ПБТ созылмалдылығы үлгілердің созылғыштық сынағынан кейін тікелей анықталды. 25°C кезіндегі созылмалдылық ПБТ полимердің кеңістіктік серпімді құрылымдық торының болуын көрсетеді және бірнеше динамикалық әсерлерге төзімділікті сипаттайды.

Созылмалдылық көрсеткіші келесі формула бойынша есептеледі:

$$\varepsilon = \frac{(D+l)-L}{D \cdot 100\%} \quad (1)$$

мұндағы D-созылғыштығы, см;

l - үлгінің созылғанға дейінгі ұзындығы, 3 см;

L - қалпына келтірілгеннен кейін үлгінің екі бөлігінің ұзындығының қосындысы (соңғы өлшем бойынша), см.

2.3.5 Битум және полимерлі-битумды тұтастырғыштарының жұмсару температурасын сақина мен шар бойынша анықтау әдісі.

Битум мен ПБТ жұмсару температурасы «МЕСТ 11506-73-Мұнай битумдары. Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасын анықтау әдісіне» сәйкес анықталды [114].

Әдістің мәні белгілі бір өлшемдегі сақинада орналасқан битум немесе ПБТ сынақ кезінде жұмсарады және болат шардың әсерінен ығысып төменгі пластинаға жанасатын жұмсару температурасын ($T_{ж}$) анықтау болып табылады. Битум мен полимерлі-битумды тұтастырғыштардың жұмсару температурасы оларды қолдану арқылы жабынның жұмыс қабілеттілігі мен ығысуға төзімділігінің температуралық аралығының жоғарғы шегін сипаттайды. Жұмсару температурасы полимерлі-битумды тұтастырғыштарының маңызды көрсеткішіне жатады.

2.3.6 Полимерлі-битумды тұтастырғыштың құммен ілінісу әдісі.

ПБТ құммен ілінісу «МЕСТ 11508-74 – битумның мәрмәрмен және құммен ілінісуін анықтау әдістері» Б – «белсенді» ілінісу әдісі бойынша жүргізілді [115]. Әдістің мәні – ПБТ құм немесе мәрмәр бетіне судың қатысуымен ілінісу қабілетін анықтау. Шыны түтікке 8 г құм өлшенді, 10 мл дистилденген су мен 0,32 г ПБТ құйылды. Пробирка шыны тығынмен жабылады, тұғыр үстіне қайнаған суы бар су моншасына салынды және 10 минут ұсталды, 10 минуттан кейін пробирка ваннадан шығарылды, 2 минут бойы шайқалды. Осыдан кейін ПБТ шыны пластинаға салынды. ПБТ құммен ілінісуін бағалау үшін қоспаны эталондық бақылау үлгілерінің сынамаларының сызбаларымен салыстырылды.

2.3.7 Битумның сынғыштық температурасын анықтау әдісі.

Битумның сынғыштық температурасын «МЕСТ 22245-90-Тұтқыр мұнай жол битумдары. Сынғыштық температурасын анықтау. Техникалық шарттар» [116]. Сынғыштық температурасы – бұл битум сынғыш болатын температура, яғни өзінің тұтқыр-иілімділік қасиеттерін жоғалтады. Бұл теріс температурада жол құрылысы битумдарының тұтқырлық сипаттамасы. Ол Фраас құрылысында анықталды. Анықтау металл пластинаға жағылған битумның жұқа қабатында жүргізілді. Пластинаны біркелкі төмендейтін температурада бүгеді. Сыналатын битум қабатындағы сынық пайда болған сәтте өлшенген температура сынғыштық температурасы ретінде қабылданды.

2.4 JSM-6490LV электронды микроскопта материалдардың микроқұрылымын зерттеу.

Көп мақсатты растрлы электронды микроскоп (пайдалы өсуі 300 000) зерттеу жұмыстарының кең ауқымын шешу үшін стандартты сонымен қатар төмен вакуумдық реттерде жұмыс істеуге мүмкіндік берді [117-118].

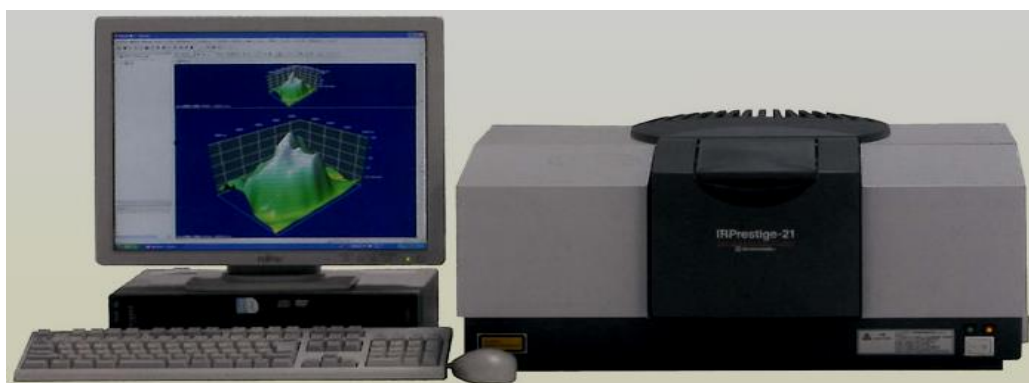
Үлгілерді токөткізгіш қабатпен бүрку арқылы зерттелді. Қосымша INCA Energy 350 энергетикалық дисперсиялық микроанализ жүйесімен және HKL Basic поликристалды үлгілерінің текстурасы мен құрылымын зерттеуге арналған қосымшасымен жабдықталған (7-сурет).



Сурет 7 - INCAEnergy энергиядисперсиялық микроанализ жәнеHKL-Basic құрылымдық жүйесімен растрлы электронды JSM-6490LV микроскоп

2.5 ИҚ-Фурье спектроскопиясы әдісімен полимерлі-битумды тұтастырғыштардың құрылымын зерттеу.

ПБТ құрылымын зерттеу үшін PikeTechnologies Miracle қолданбалы есептердің көрінісі бұзылған префиксі бар Shimadzu IR Prestige-21 ИҚ-Фурье спектрометрі (сурет 8) қолданылды [119-123]. Үлгілерді токөткізгіш қабатпен бүрку арқылы зерттеуге мүмкіндік берді. INCA Energy 350 энергетикалық дисперсиялық микроанализ жүйесі мен HKL поликристалды үлгілерінің текстурасы және құрылымын зерттеуге арналған Basic қосымшасымен жабдықталған.



Сурет 8 - IRPrestige-21 (Shimadzu) ИҚ-фурье спектрометрі.

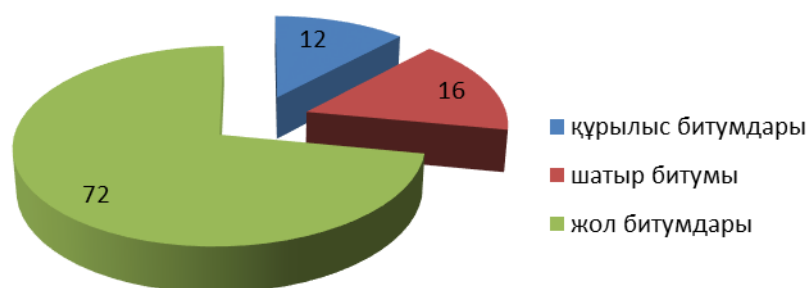
Осы ИҚ-спектрометрдің ерекшелігіне алтыннан жасалған айналардың оптикалық жүйесі және жоғары сезімталдылығы (дыбыс-шу қатынасы 40000:1, спектрлік диапазон $7800 \sim 350 \text{ см}^{-1}$) жатады.

3 Нәтижелерді талқылау. Резина ұнтағымен модифицирленген БНД 70/100 битумы негізінде полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу ерекшеліктері

3.1 Битумдар мен асфальтбетондардың сапасын арттыру үшін қолданылатын «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағының физика-химиялық қасиеттерін зерттеу

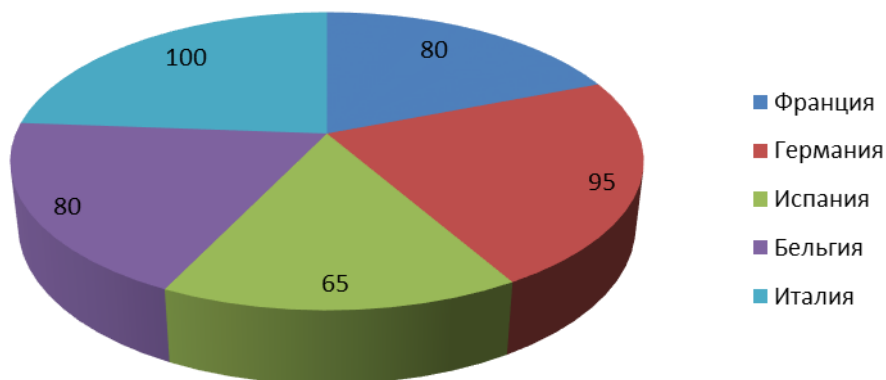
Қозғалыс қарқындылығы мен автомобиль осіне түсетін жүктемелердің артуы жағдайында жол жамылғысы мен тұтастай алғанда автомобиль жолының құрылымдық қабаттарының пайдалану қасиеттерін ұзартатын заманауи технологиялар мен материалдарды қолдану міндеті бірінші орынға шығады. Шамадан тыс жүктемелерге төтеп беру үшін жол жабындарының беткі қабаттары беріктік, тозуға төзімділік, температураның өзгеруіне қарсы тұру, қыста минуслық ауа температурасына төтеп беру, сондай-ақ жаз мезгілінде жоғары температура кезінде ығысу кернеулеріне қарсы тұру сияқты сипаттамаларға ие болуы керек.

Битумдар мен асфальтбетондардың сапасын арттыру мәселесі барлық елдердің жол саласындағы басымдықтардың бірі болып табылады. Битумның сапасы көбінесе асфальтбетон жабындарының сапасы мен қызмет ету мерзімін анықтайды, өйткені асфальтбетонның термопластикалық материал ретіндегі қасиеттерінің барлық сипаттамалары битумның қасиеттерімен анықталады [124]. Модифицирленген және полимерлі-битумды тұтастырғыштардың (ПБТ) пайда болуымен мұнай битумдарын өндіру саласында жаңа дәуір басталды. Кәсіпқойлардың бағалауы бойынша битумды жабын материалдарының жалпы шығарылымының 80% ПБТ құрайды. Ресейде жол құрылысында пайдаланылған модифицирленген битумдардың орташа саны 72% құрады (9-сурет). Әр түрлі елдердің мамандары жол жабындарын орнықтыруда мұнай битумы тұтастырғыш ретінде қолдануға арналған ең арзан және көп қолданылатын материал екендігімен келіседі.



Сурет 9 - Ресейдегі битум өндірісінің құрылымы.

Модификаторлардың түрлері бойынша модифицирленген битумдарды тұтыну көлемінің таралу сипаты полимерлердің: полиолефиндер, полибутадиен, СБС типті термоэластопласттардың ең көп қолданылатындығын көрсетеді (10-сурет). СБС типті полимерлермен модифицирленген битумдар өндірісі Еуропа мемлекеттерінде орта есеппен 50% дейін өсті, мысалы, Францияда – 80%, Германияда – 95%, Испанияда – 65%, Бельгияда – 80%, Италияда – дайындалатын модифицирленген битумдардың барлық көлемінің 100% құрады [125-127].



Сурет 10 - Еуропа мемлекеттерінде әртүрлі модификаторлары бар битумдарды тұтыну үлесі.

Соңғы уақытта мұнай битумдарын әртүрлі полимерлермен оның ішінде резина ұнтақтарымен модификациялау технологиялары кеңінен таралуда. Егер битумдарды модификациялау үшін қолданылатын полимерлердің көпшілігі химия өнеркәсібі өнімі болып, байланыстырғыштар құнының өсуіне әсер етсе, онда резина ұнтақтары мұнай битумының құнымен салыстырылатын құны бар резина-техникалық қалдықтарды механикалық өңдеу өнімі болып табылады.

Битумдарды модификациялаудың әр түрлі тәілдерін салыстырған кезде, битумды модификациялаудың ең тиімді бағыты резина ұнтақтары қосымшаларын қолдану болып саналады. Резина ұнтағы жол құрылысы үшін жарықшақтың үстіне құятын қоспаның құрамдас бөлігі ретінде, құрылыс шатырлары және түрлі коррозияға қарсы мастикалар үшін кеңінен қолданылады [105,106]. Полимерлі-битумды композицияларының (ПБК) қасиеттері битум матрицасындағы дисперсті фаза – полимер бөлшектерінің көлемдік құрамымен және мөлшерімен анықталады. Бөлшектердің мөлшері аз болған жағдайда дисперсті фаза материалындағы қайтымсыз деформациялардың дамуына әлсіз әсер етеді, ал дисперсті фазаның бөлшектері шекті деңгейден асып кетсе, композиция қабыршақтануға бейім. Оның әлсіз ерігіштігіне байланысты резинаны ұсақ дисперсті түрде енгізеді, бұл оны ұнтақтау үшін қосымша энергия шығындарын талап етеді. РБК

дайындау араластырғыштарға, сондай-ақ су буымен немесе сораппен қоспаны айналдыратын ауамен жүзеге асырылады. РБК дайындау әдісі композицияның реологиялық қасиеттеріне әсер ететіні атап өтілді.

Резина ұнтағы бұл әр түрлі пішінді бөлшектердің және ұсақталған резинаның дисперсия жиынтығы. Материал негізінде бастапқы резинаның молекулалық құрылымы мен қасиеттерін сақтайтындығымен сипатталады. Бұл жағдайда бөлшектердің бетін резина ұнтағына арнайы, алдын-ала анықталған қасиеттер беру үшін өзгертуге болады. Бұл өзгерістерді бөлшектердің үстіңгі қабатын ішінара девулканизациялау немесе химиялық, физикалық немесе физика-химиялық өңдеу арқылы алуға болады. Резина ұнтақтарын қолдану аясы өте кең. Ұнтақтау дәрежесіне байланысты ол келесі бағыттарда:

- бөлшектердің өлшемі 0,2-ден 0,45 мм-ге дейінгі резина ұнтақтарын жаңа автомобиль доңғалақтарын, массивті шиналарды және басқа резина бұйымдарын дайындау үшін резина қоспаларына қосымша (масс.б. бойынша 5-тен 25% ға дейін) ретінде;

- сапалы регенерат пен резина қоспаларын алу үшін резинаны 0,5 мм аспайтын бөлшектерге дейін ұсақтайды; нығыздағыш сақиналарға, манжеттер мен төсеніштерге және т.б. арналған резина қоспаларына;

- өлшемі 0,63 мм-ден аз бөлшектер битумды модификациялау үшін (масс.үлес бойынша 7%-дан 12%-ға дейін), қосымшалар ретінде әртүрлі мақсаттағы гидрооқшаулағыш мастикаларды алу, тежегіш қалыптарды, резина полимерлі композициялар (масс.үлес бойынша 40% - ға дейін) өндіру үшін;

- көлемі 0,63 мм-ден 1 мм-ге дейінгі резина ұнтағының көмегімен битумға арнайы химиялық реагенттермен бірге резина ұнтағы қосымшаларын енгізумен алынған резина-битумды композициялық тұтастырғыш материалдарды қолдану арқылы жол битумының сапасын арттырады. Мұндай ұнтақтар сорбент ретінде, мұнай ұңғымаларын бекіту үшін қолданылады;

- спорттық алаңдардың, жүгіру жолдарының, стадиондардың және т.б. жабындарының пішінді екіқабатты элементтері үшін. Гальваникалық шеберханалардың, агрессивті ортада жұмыс істейтін шеберханалардың және т. б. едендерінің пішінді элементтері үшін;

- 2 мм-ден 5 мм-ге дейінгі бөлшектері – футбол, теннис және басқа да спорт алаңдарын жасанды шөппен толтыру, балалар алаңдарындағы жабындарға салу, спорт құралдарын толтыру, спорт жабындарын өндіру үшін қолданылады.

Қазіргі уақытта заманауи резина өнеркәсібінде технологиялық, техникалық және экологиялық сипаттағы көптеген мәселелер бар. Бұл мәселелерді шешу өнімнің сапасын, адамдардың еңбек шарттарын едәуір жақсартады, қоршаған ортаның ластануын азайтады. «ЭКО-Шина» ЖШС тозған шиналарды жыл сайын қайта өңдеу жылына 4000 тоннаны, ал резина ұнтағын шығару жылына 3200 тоннаны құрайды. Тозған шиналарды қайта

өңдеу көлемі мен резина ұнтағын өндіру жыл сайын 12-18% - ға артатындығын атап өткен жөн.

Резина-техникалық өнеркәсібіндегі резина ұнтағын, негізінен, резина-техникалық бұйымдардың қайта өңдеу қалдықтарын механикалық ұсақтау арқылы алынады [105]. «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағын алу үшін 11-суретте көрсетілген үгітетін кешен қолданылды.

Автомобиль доңғалақтарын резина ұнтағына өңдеуге арналған жабдықта металл және тоқыма сымдарынан бөліп резина ұнтағын алу және оны механикалық ұсақтау жүргізіледі. Ұнтақтар металл және тоқыма сымдары бар доңғалақтарды ұсақтау арқылы автомобиль доңғалақтарын өңдеуге арналған механикалық жабдықта алынды.



Сурет 11 – «ЭКО-Шина» ЖШС-де шиналарды ұнтаққа қайта өңдеу жабдығының негізгі үгіткіш кешені.

Шымкент қаласындағы «ЭКО-Шина» ЖШС жүк автомобильдері шиналарының протекторларынан алынған резина ұнтағы бастапқы үлгі ретінде пайдаланылды, өйткені тозған резинаның көп тонналы ресурсы автомобиль шиналары болып табылады. Бұл резина құрамына келесі каучуктер кіреді: полиизопрен (СКИ) - 43 масс.б. және полибутадиен (СКД) - 57 масс. б. Бастапқы ұнтақ бөлшектердің мөлшері 0,1-4 мм аралығында өзгерді. Бұл ұнтақтарды үгіткіш кешенінен бірнеше рет өткізу арқылы ұсақталып алынды [105]. Әр өткізу кезінде материал 140-150°C температурада шамамен 5 минут бойы үгіткіш кешенінде болды. Резина ұнтағы үгітетін кешен арқылы әр өткізгеннен кейін екі бөлікке бөлінді,

олардың біреуін 5-30 минут бойы 150°C температурада термиялық өңдеуден өткізілді, ал екіншісі одан әрі ұсақталды. Салыстыру үшін, осы жағдайларда бастапқы резина ұнтақтары да қыздырылды.

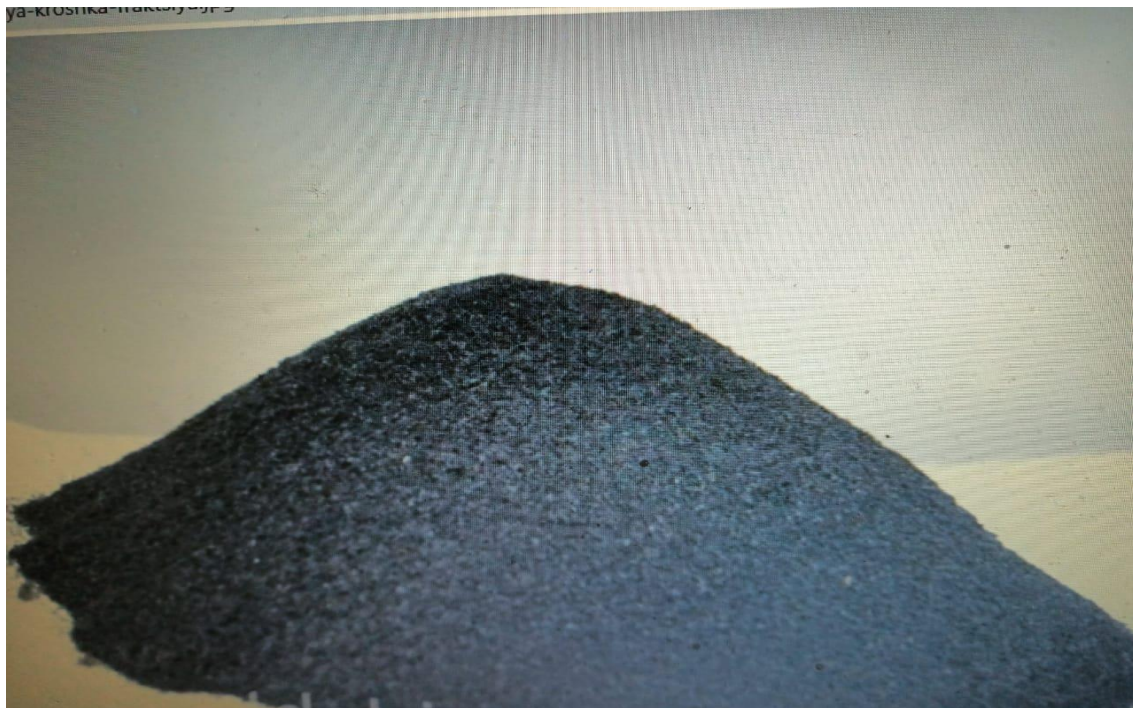
Әр түрлі дисперсті резина ұнтақтарының жалпы көрінісі 12-14 – суреттерде келтірілген. 6-кестеде «ЭКО-Шина» ЖШС өндірілетін резина ұнтағының физика-механикалық сипаттамалары келтірілген.



Сурет 12 – «ЭКО-Шина» ЖШС өндірілетін өлшемі 2-4 мм резина ұнтағының жалпы түрі



Сурет 13 – «ЭКО Шина» ЖШС өндірілетін өлшемі 1-2 мм резина ұнтағы



Сурет 14 – «ЭКО- Шина» ЖШС өндіретін дисперстілігі 0-1 мм резина ұнтағының жалпы түрі

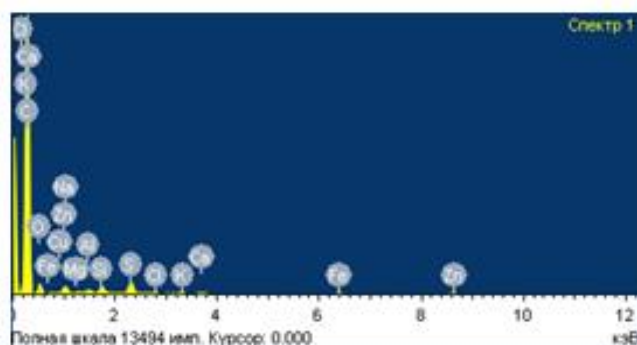
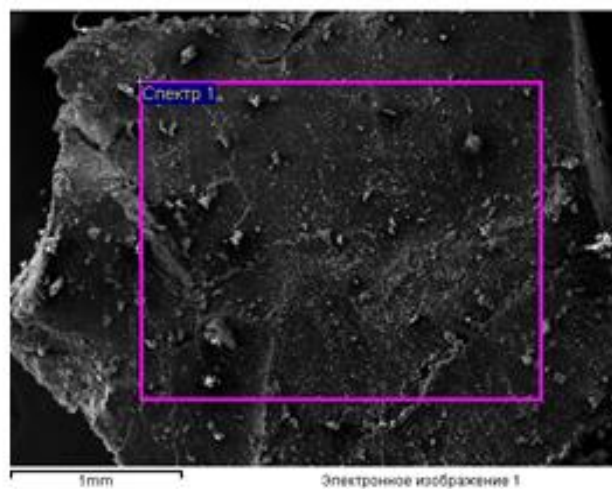
Кесте 6 - Ұнтақтың сипаттамалары

№	Көрсеткіштері	Мәні
1	Резина ұнтағының тазалығы	99,8%
2	Металл қосымшалары	0,1% кем
3	Тоқыма сымның қосымшалары	0,2% шегінде
4	Фракция бойынша сепарация тазалығы	Жоғары
5	Түсі	Қара
6	Термототықтыру эффектісі	Жоқ

15-16 суреттерде «ЭКО-Шина» ЖШС алынған дисперстілігі әр түрлі үлгілердің спектрлері келтірілген (1-үлгі 2-4 мм, 2-үлгі 1-2мм, үшінші үлгі 0-1 мм). [105,117-118,124].

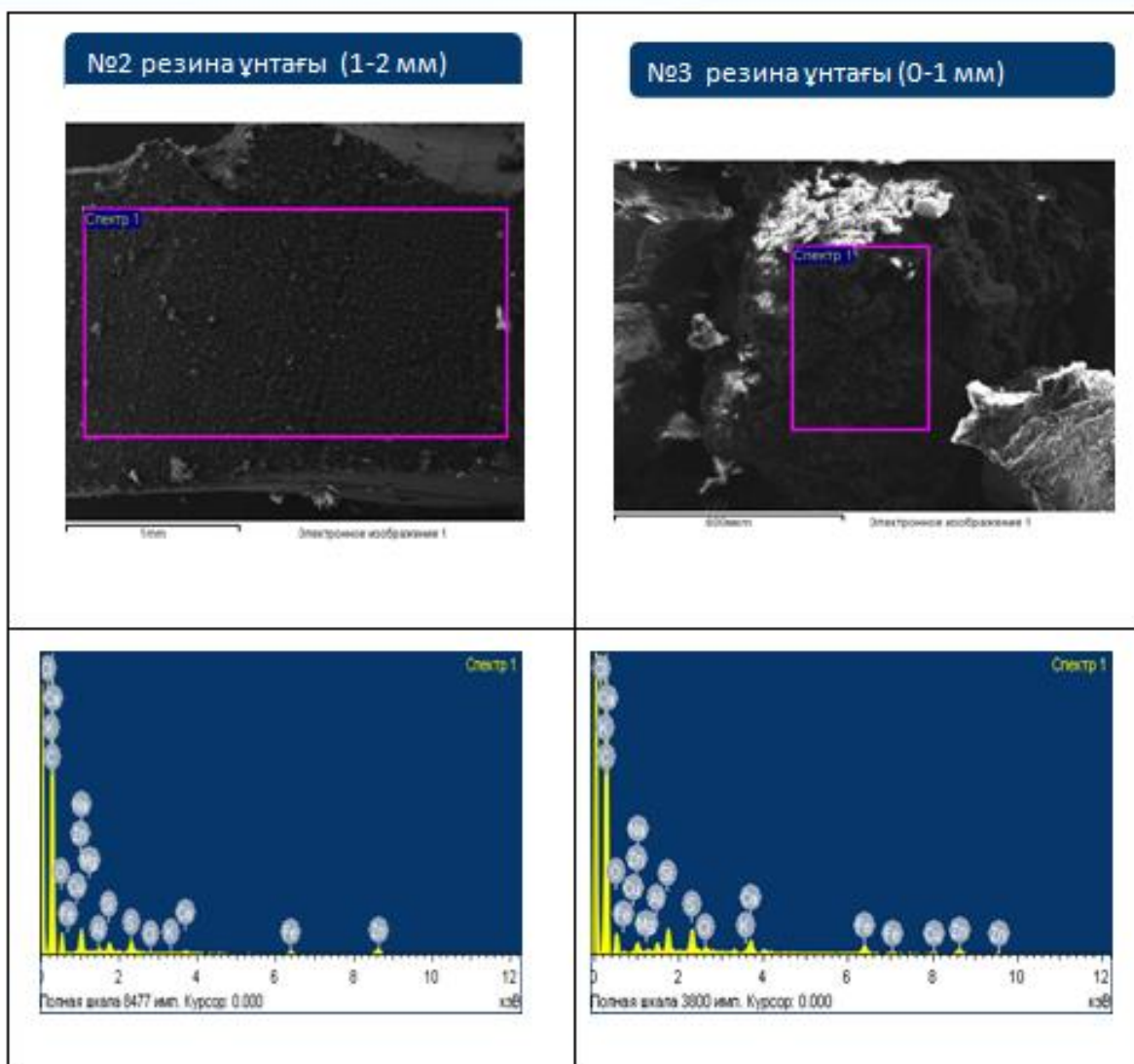
резина ұнтағы №1 (2-4 мм)

Элемент	Массалық үлес %
C	88.30
O	7.50
Na	0.12
Mg	0.06
Al	0
Si	0.45
S	1.00
Cl	0.02
K	0.08
Ca	0.22
Fe	0.49
Cu	0.19
Zn	1.38



Сурет 15 - № 1 резина ұнтағының үлгісі (2-4 мм)

Полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу мәселелерінің бірі резина ұнтағының мөлшерін таңдау болды. «ЭКО-Шина» ЖШС шығарылатын резина ұнтағы өлшемдерінің номенклатурасын талдау кезінде өлшемі 1 мм, 1-2 мм және 2-4 мм дейін резина ұнтағын өндірушілердің сатылымға шығаратынын көрсетті. Ұсынылған фракциялардың қай түрі резина-битумды тұтастырғыштарды алу үшін ең қолайлы екенін анықтау қажет болды. Бұл кезде, резина ұнтағын 0,1 мм-ден аспайтын біртекті емес мөлшерге дейін еріту үшін қажетті температура мен дайындау уақыты сияқты технологиялық параметрлер, сондай-ақ полимерлі-битумды тұтастырғышының физика-химиялық көрсеткіштері, сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы бағаланды.



Сурет 16 – № 2 (1-2 мм), № 3 (0-1 мм) резина ұнтақтарының үлгілері

Егер ресейлік және әлемдік тәжірибені талдайтын болсақ, онда «БИТРЭК» өлшемі 3 мм дейін біркелкі болмауы мүмкін [128], "УНИРЕМ" құрамында өлшемі 0,9 мм кем [125] резина ұнтақтары бар, «БРК–ИГУ» дайындау үшін өлшемі 5-7 мм резина ұнтағы пайдаланылады [32], ал Еуропада негізінен өлшемі 1,25-2 мм кем резина ұнтағы қолданылады [5]. Сонымен қатар, мамандардың бір бөлігі майда (1 мм-ден аз) және өте майда (0,1 мм-ден аз) резина ұнтағы соңғы композиттің сапасына оң әсер етпейді, ал екіншісі, керісінше, жеке бөлшектердің өлшемін азайтуға тырысу керек деп келіседі. Резина ұнтағының дисперстілігіне байланысты полимерлі-битумды тұтастырғыштың физика-химиялық көрсеткіштері 7-кестеде көрсетілген.

Кесте 7 – Резина ұнтағының дисперсиясына байланысты полимерлі-битумды тұтастырғыштың физика-химиялық көрсеткіштері

№	Резина ұнтағының дисперстілігі, мм	Температурасы, 0С	Уақыты, сағ	Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °С
1	0,1 аз	185-195	1-1,5	50
2	0,1-1	185-195	1-2,0	50
3	1-2	185-195 200-210	3-3,5	44\17
4	2-4	210-220 235–245	3-3,5	45\25

Суспензияны алу кезінде өлшемі 1 мм аз резина ұнтағын қолдану теріс нәтиже берді. Себебі, мұндай резина ұнтағы бөлшектерінің жеке жазықтығы айтарлықтай кең және битум мөлшерін толығымен ылғалдандыру үшін жеткіліксіз, яғни битумды қосымша енгізуді қажет етті, бұл бастапқы битумның қасиеттерін максималды сақтау міндетіне қарама-қайшы келді. Дегенмен, жұқа дисперсті резина ұнтағын қолданудың оңды жақтары болды. Оларға резина-битумды тұтастырғышын алу кезінде өте жоғары емес температурасы (185-195°С) және салыстырмалы түрде аз араластыру уақыты (1,0–1,5 сағат) жатады. Нәтижелерді салыстыру үшін өлшемі 1 мм аз бастапқы резина ұнтағы №0,5 електен өткізілді және ұқсас технологиялық параметрлерде 0,5-1 мм фракциясының резина ұнтағынан резина-битумды тұтастырғышы алынды. Алынған тұтастырғыш материалдың сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы +50°С құрады. Осылайша, 0,5-1 мм өлшемді резина ұнтақтары бастапқы битумға (сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы +44°С, Фраас бойынша сынғыштық температурасы минус 17°С) қарағанда әлдеқайда жақсы физика-химиялық сипаттамаларға ие резина-битумды тұтастырғышты алу үшін қолдануға ыңғайлы болды. 1-2 мм резина ұнтақтарын қолдану тиімді болды. Резина-битумды тұтастырғышты алудың бірінші кезеңінде барлық резина бөлшектерінің жазықтығы олардың ісінуі және кейіннен еруі үшін жеткілікті түрде ылғалданған. 185–195°С температурада резинаны еріту процесі өте баяу жүрді, 6 сағаттан кейін бөлшектер өлшемінің айтарлықтай азаюы байқалмады. Алдымен температураны 200–210°С-қа дейін көтеруге тура келді, онда бөлшектердің еру жылдамдығы баяу болды (4 сағаттан кейін 0,5 мм–ден асатын бөлшектер байқалды), содан кейін 210-220°С дейін жоғарылатқан кезде біртектілігі 0,1 мм аспайтын резина ұнтағын 2,0-2,5 сағатта ерітуге мүмкіндік берді. Алынған резина-битумды тұтастырғышының сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы +55°С, икемділік көрсеткіші арқылы сынғыштық температурасы минус 25°С-тан аспайды.

Өлшемі 2-ден 4 мм–ге дейінгі резина ұнтағымен жұмыс істеу 210-220°С температурада резина бөлшектері іс жүзінде ерімейтіндігімен қиындады, бұл температураны 235-245°С-қа дейін арттыруды қажет етті, бірақ осы температурада пластификатор күйе бастады, резина бөлшектері толық

ылғалданбады және төмен молекулалы қосылыстар түзе отырып ыдырады. Толық ыдырау 3–3,5 сағаттан кейін байқалды. Бұл кезде резина битумды тұтастырғыштың сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы $+45^{\circ}\text{C}$, ал икемділік көрсеткіші арқылы сынғыштық температурасы минус 25°C -тан жоғары болды.

Резина ұнтағының 2-4 мм фракциясын қолданған кезде төмен молекулалы көмірсутекті қосылыстар түзе отырып, ірі бөлшектердің құрылымын өзгертуі орын алды және бұл кезде $+40^{\circ}\text{C}$ құрайтын резина битумды тұтастырғыштың сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы төмендеді, ал бастапқы битумда бұл көрсеткіш $+45^{\circ}\text{C}$ -қа тең болған. Бұл тәжірибе көрсеткендей, резина ұнтағының максималды мөлшерінің минимумға қатынасы мүмкіндігінше аз болуы керек, өйткені бұл жағдайда резина құрылымының өзгеруі біркелкі жүреді, JSM-6490LV электронды микроскопында алынған резина ұнтақтары микроқұрылымдарының спектрлерімен расталады (15,16-сурет), яғни полимерлі-битумды тұтастырғышының физика-химиялық қасиеттерін жақсартады.

Сонымен, полимерлі-битумды тұтастырғыштарда «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағын қолдану бойынша одан әрі зерттеулер жүргізу үшін 0,5-1 мм фракциялы резина ұнтағы қолданылды.

3.2 Модифицирленген резина ұнтағы бар битумды тұтастырғыштарды алу процесінде болатын құрылымдық өзгерістерді зерттеу

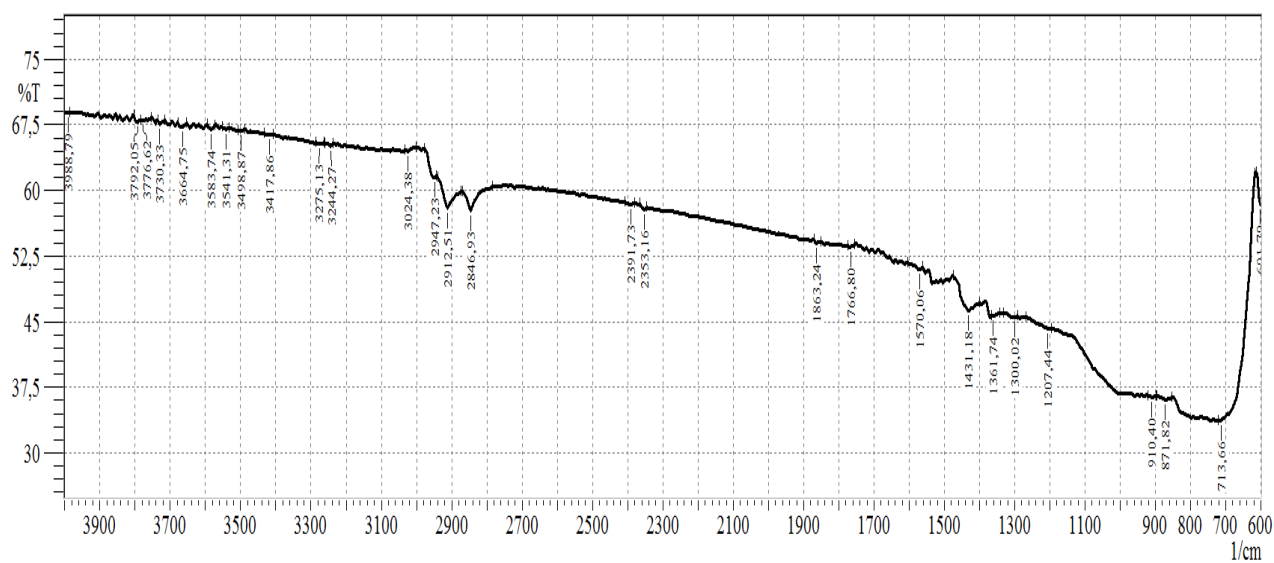
Полимерлі-битумды тұтастырғыштың сапасын анықтайтын маңызды факторлар: ПБТ алу температурасы мен уақыты; РҰ химиялық, фракциялық құрамы; тұтастырғыштағы битумның маркасы, топтық химиялық құрамы және мөлшері; дайындалғаннан кейін технологиялық температурада ПБТ болуы; резина ұнтағы жазықтығының күйі болып табылады [129].

Зерттелетін материалдардың құрылымын зерттеу үшін ИҚ-Фурье аппараты PikeTechnologies фирмасының Miracle толық ішкі шағылысуының (НПВО) қосымшасы бар Shimadzu ir Prestige-21 спектрометрі қолданылды. БНД 70/100, дисперсиясы 0,5-1 мм резина ұнтағы үлгілері іріктеліп алынды. 17-21-суреттерде резина ұнтағы құрылымдарының ИҚ-спектрлері, резина ұнтағын қоспай бастапқы БНД 70/100 битумы, (17-сурет), әртүрлі мөлшерде (5%, 10%) резина ұнтағын қосып (18-21 сурет) және әртүрлі мөлшердегі резина ұнтағы бар битум композицияларының біріктірілген ИҚ-спектрлері (5% - дан 25% - ға дейін) келтірілген.

Спектрлік талдау олардың физика-механикалық қасиеттеріне әсер ететін негізгі қосылыстар мен байланыстарға тән битумдарға сипатты сіңіру жолақтарының құрылымындағы шамалы өзгерістерді анықтауға мүмкіндік береді. Молекулалардағы атомдардың тербелісі олардың спектрлерінде көрінеді және молекулалардан құралған құрылымдық топтар, сұйық және қатты күйдегі молекулалардың өзара әрекеттесу процесі туралы ақпарат

алынды. Молекулалардың тербелмелі және электронды спектрлері көрінетін, инфрақызыл аймақтарға, атомдардың спектрлері сияқты, қоспалардың құрамы мен молекулалардың құрылымын анықтау үшін қолданылады.

Көрінетін, инфрақызыл аймақтарға енетін молекулалардың тербелмелі және электронды спектрлері, атомдардың спектрлері сияқты, қоспалардың құрамы мен молекулалардың құрылымын анықтау үшін қолданылады [121-122]. Битумдар мен полимерлі-битумды қоспаларының ИҚ спектрлері кейбір шыңдардың жойылуын және полимерлі-битумды тұтастырғыштарында кейбір жаңа шыңдардың пайда болуы, ПБТ алу процесінде болатын құрылымдық өзгерістер екенін көрсетеді [129].



Сурет 17 - PikeTechnologies фирмасының Miracle толық ішкі шағылысуының (НПВО) қосымшасы бар Shimadzu ir Prestige-21 ИҚ-Фурье спектрометрі приборында алынған «ЭКО- Шина» ЖШС резина ұнтағы үлгілерінің спектрі

Шыңдар кестесі

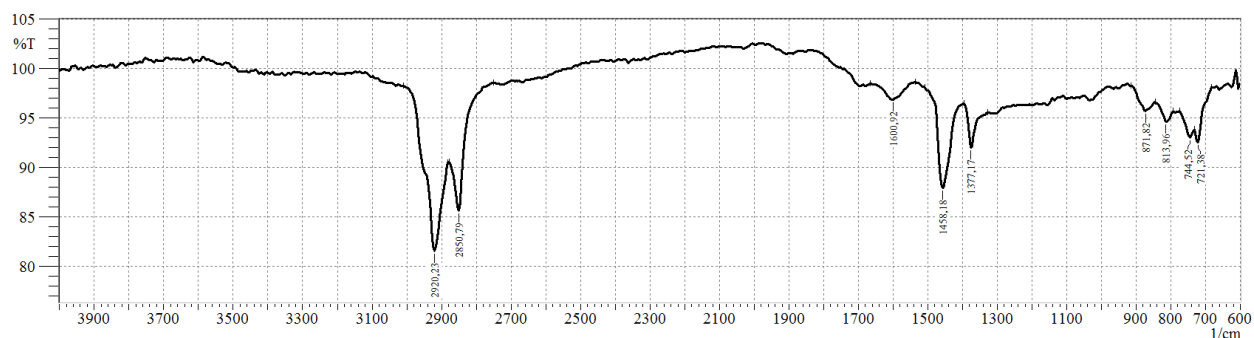
No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	601,79	58,342	1,107	613,36	597,93	3,492	0,056
2	713,66	33,641	2,162	721,38	617,22	41,116	6,225
3	871,82	36,078	0,323	894,97	852,54	18,705	0,081
4	910,40	36,335	0,191	921,97	898,83	10,152	0,027
5	1207,44	44,209	0,256	1269,16	1195,87	25,599	0,089
6	1300,02	45,492	0,185	1330,88	1292,31	13,131	0,039
7	1361,74	45,599	0,086	1365,60	1342,46	7,854	0,011
8	1431,18	46,216	2,217	1473,62	1400,32	23,743	0,758
9	1570,06	50,985	0,416	1604,77	1562,34	12,293	0,061
10	1766,80	53,503	0,272	1774,51	1755,22	5,216	0,023
11	1863,24	54,028	0,268	1870,95	1851,66	5,147	0,022
12	2353,16	57,785	0,525	2364,73	2345,44	4,560	0,041
13	2391,73	58,406	0,232	2407,16	2380,16	6,288	0,028
14	2846,93	57,657	2,341	2870,08	2785,21	19,188	0,452
15	2912,51	58,019	2,833	2939,52	2873,94	14,851	0,606
16	2947,23	61,531	0,469	2978,09	2943,37	7,067	0,113
17	3024,38	64,498	0,175	3032,10	3001,24	5,830	0,012
18	3244,27	65,065	0,287	3259,70	3236,55	4,291	0,017

1660 cm^{-1} кезіндегі сіңіру жолағының оптикалық тығыздығының өзгеруін сипаттайтын қисықтардың бірдей сипаты және сіңірілген дозадан каучуктың полимерлі тізбектерінің өзара әрекеттесу жылдамдығы, каучуктың полимерлі тізбектерінің молекулаішілік, молекулааралық циклизациясымен бірге каучуктың циклизациялау және тігу процестері арасында өзара байланыстың бар екенін көрсетеді. Резина бөлшектерінің өлшемі кішірейгенде және бөлшектердің жазықтығы кеңейгенде, битумдағы резинаның еру дәрежесі жоғарылайтыны анықталды.

Әр түрлі дисперсті резина ұнтағын қолдана отырып, тұтастырғыштардың қасиеттерін салыстырмалы талдау дисперстілігі 0,5-1 мм тұтастырғыштардың сипаттамалары ең жақсы екенін көрсетеді.

Құрылғы: Pike Technologies фирмасының Miracle толық ішкі шағылысуының (НПВО) қосымшасы бар Shimadzu ir Prestige-21 ИҚ-Фурье спектрометрі.

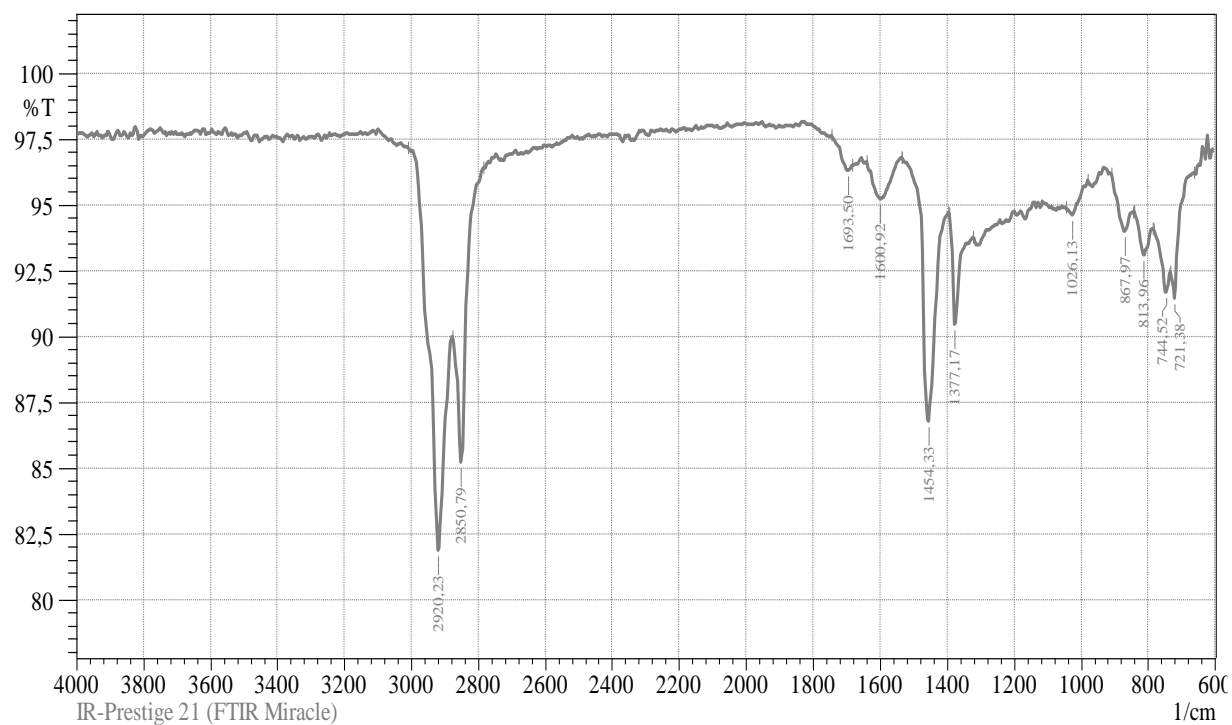
Үлгі-1. Құрылғы: Pike Technologies фирмасының Miracle толық ішкі шағылысуының (НПВО) қосымшасы бар Shimadzu ir Prestige-21 ИҚ-Фурье спектрометрі



Сурет 18 - БНД 70/100 битумы құрылымының ИҚ-спектрі

Шыңдар кестесі

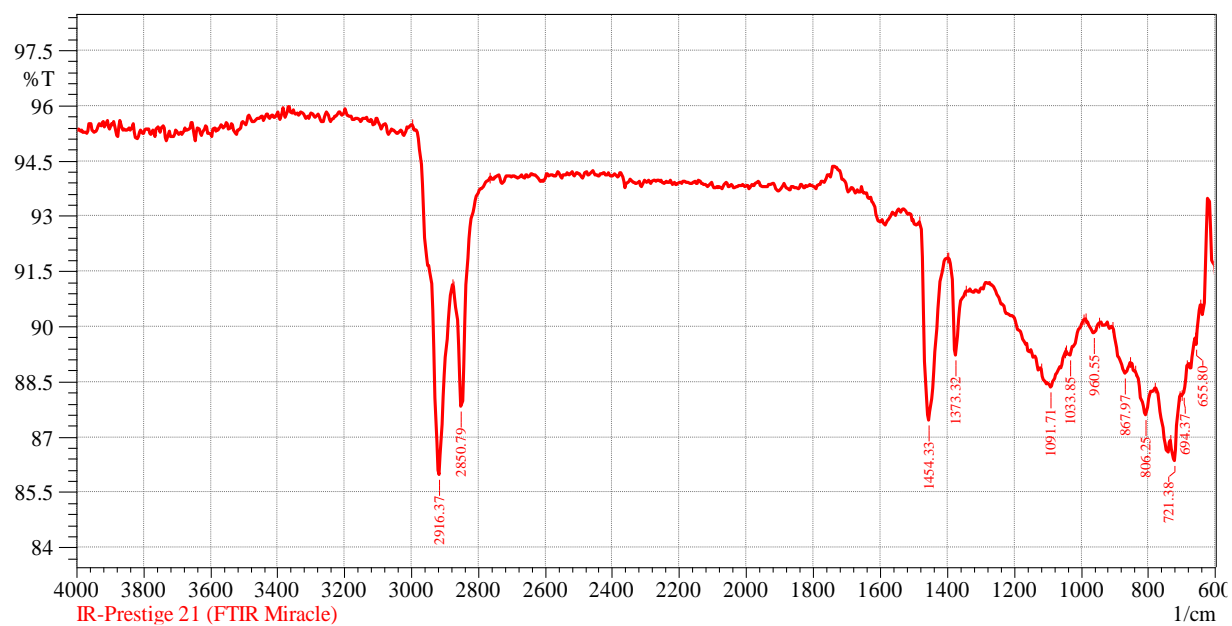
No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	721,38	92,553	2,245	732,95	682,80	1,042	0,135
2	744,52	93,014	1,321	775,38	732,95	1,109	0,118
3	813,96	94,611	1,415	844,82	794,67	1,008	0,149
4	871,82	95,725	1,520	914,26	844,82	1,032	0,245
5	1377,17	91,982	4,206	1396,46	1327,03	1,673	0,437
6	1458,18	87,896	9,448	1508,33	1396,46	3,045	1,679
7	1600,92	96,854	1,681	1666,50	1535,34	1,263	0,422
8	2850,79	85,577	6,685	2877,79	2750,49	3,301	0,711
9	2920,23	81,545	11,252	3008,95	2881,65	5,750	2,478



Сурет 19 - БНД 70/100 битумының 5 % резина ұнтағымен ИҚ-спектрі

Шыңдар кестесі

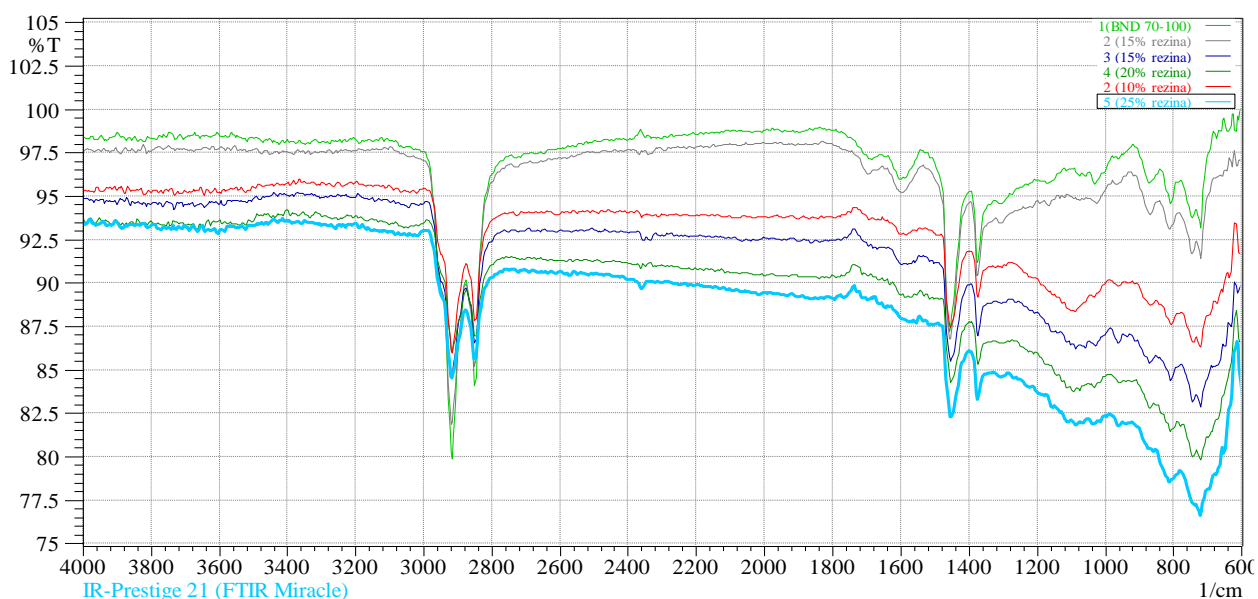
No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	721,38	91,440	1,631	732,95	663,51	1,679	0,089
2	744,52	91,696	0,943	783,10	736,81	1,509	0,081
3	813,96	93,099	1,312	840,96	786,96	1,516	0,161
4	867,97	93,970	1,260	910,40	844,82	1,546	0,204
5	1026,13	94,602	0,582	1045,42	979,84	1,414	0,081
6	1377,17	90,437	3,995	1392,61	1323,17	2,244	0,429
7	1454,33	86,782	8,797	1535,34	1396,46	4,261	1,622
8	1600,92	95,205	1,482	1639,49	1535,34	1,885	0,372
9	1693,50	96,304	0,416	1743,65	1681,93	0,858	0,059
10	2850,79	85,230	6,627	2877,79	2785,21	3,441	0,737
11	2920,23	81,841	10,195	3008,95	2881,65	5,885	2,134



Сурет 20 - БНД - 70/100 битумының 10 % резина ұнтағымен ИҚ-спектрі

Шыңдар кестесі

No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	655.80	89.504	0.396	659.66	644.22	0.698	0.011
2	694.37	88.130	0.203	698.23	682.80	0.817	0.009
3	721.38	86.351	1.058	732.95	705.95	1.628	0.073
4	806.25	87.609	0.930	837.11	779.24	3.180	0.120
5	867.97	88.741	0.557	906.54	852.54	2.706	0.095
6	960.55	89.814	0.311	987.55	945.12	1.946	0.032
7	1033.85	89.216	0.297	1045.42	991.41	2.560	0.031
8	1091.71	88.356	0.665	1118.71	1049.28	3.624	0.137
9	1373.32	89.213	2.250	1396.46	1342.46	2.317	0.200
10	1454.33	87.464	5.042	1481.33	1400.32	3.709	0.898
11	2850.79	87.836	3.872	2873.94	2765.92	3.902	0.393
12	2916.37	85.962	6.564	2997.38	2877.79	4.914	1.284



1- 2%; 2-10%; 3-15%; 4-20%; 5-25%, 6-резина ұнтағы жоқ

Сурет 21 - әртүрлі мөлшерде (2% - дан 25% - ға дейін) резина ұнтағы бар битум композицияларының біріктірілген ИҚ спектрлері

БНД 70/100 маркалы битумдарды зерттеуден алынған нәтижелерін талдау битумдарға $3000-2800\text{ см}^{-1}$ Н(СН) және СН_2 топтардың валенттік тербелістері, 1460 см^{-1} (деформациялық тербелістер $5(\text{СН}_2)$) және 1377 см^{-1} (деформациялық тербелістер $5(\text{СН}_3)$) аумағындағы қарқынды жолақтардың болуын көрсетті. Бұл жолақтар қаныққан көмірсутектер, парафиндер, майлар спектрінде үнемі болады [119]. Компоненттер спектрінде бос парафин тізбектеріндегі $5(\text{СН}_2)$ топтардың деформациялық тербелістеріне сәйкес келетін 720 см^{-1} кезінде өткізу жолағы бар. $747, 812$ және 870 см^{-1} тән триплет - ароматикалық құрылымдардың болуының белгісі айқын көрінеді [130].

$1600-1700\text{ см}^{-1}$ аймағында өткізу қабілеті едәуір жоғары қарқындылықпен сипатталады, бұл оттегі бар қосылыстардың болуын көрсетеді. 1602 см^{-1} жолағы қанықпаған $\text{C}=\text{C}$ байланыстарының валенттік тербелістерін, негізінен циклдік құрылымды және ең алдымен бензол сақиналарын сипаттайды. Үлкен жарты шардың және осы жолақтың күрделі құрылымы ароматикалық қосылыстардың – асфальтендердің құрамы бойынша битумдарда кең таралғанын көрсетеді. 1688 см^{-1} аймағында органикалық қосылыстардың тотығуынан пайда болатын карбонилді және карбоксилді $\text{C}=\text{O}$ топтары бар.

Салыстырмалы талдау үшін ең көп ақпарат алынатын:

1) жоғары жиілікті шыңы 3344 см^{-1} (бастапқы битумда). Бұл шыңның жиілігі мен кіші жарты шары оны сутегі байланысының кез-келген түрімен байланысты емес гидроксил топтарының ОН валенттік тербелістеріне жатқызуға мүмкіндік береді [120]. Битумды резина ұнтақтарымен

модификациялау жоғары жиілікті бөліктегі валенттік Н(ОН) жиілігінің өзгеруіне алып келеді: қарқындылығы артып, ал максимум 3344 см^{-1} -ден (битум спектрі) 3440 см^{-1} -ге (модифицирленген битум) ауысады. Бұл өзгеріс битумның сутегі байланысының құрылымында оған резина ұнтағы енгізілген кезде кейбір қайта құрылыммен байланысты.

2) модифицирленген битум спектрінде бастапқы спектрге қарағанда жоғары қарқындылыққа ие және 1689 -дан 1695 см^{-1} -ге дейін өзгертін карбонил тобына тән сіңіру жолағы (сурет 21). Асфальтенді заттарда еркін радикалдар шоғырланатыны белгілі [4]. Бұл асфальтендердің ассоциациялануға бейімділігін анықтайтын факторлардың бірі. Бос радикалдардың болуы парамагнетизм құбылысын тудыратын конденсацияланған ароматикалық құрылымдардың көп бөлігі асфальтендерде шоғырланғанына байланысты. Бұл молекулааралық құрылымдардың пайда болуына ықпал ететін молекулааралық өзара әрекеттесуге ықпал етеді.

Валенттік Н(ОН) тербелістер саласындағы және ішінара Н(С=О) жолақтарының (карбоксил топтарының сутекті байланыстарын сипаттайды) өзгеруі бойынша молекулааралық сутекті байланыстардың түзілуін болжауға болатыны анық [119-120].

Жоғарыда келтірілген спектрлерді талдау құрылымдық шайырлардың модифицирленген битумда біршама ұлғаюымен жоғары молекулалық асфальтендердің құрамының жоғарылағанын көрсетеді, өйткені 1689 см^{-1} (модифицирленген битумдағы ығысу 1695 см^{-1} дейін) карбонил тобының сіңіру жолақтарының және 1602 см^{-1} ароматикалық сақиналардың күшеюі байқалады. Одан басқа, битумда модификатормен әрекеттескенде май фракциясының, атап айтқанда, 720 см^{-1} кезінде спектр жолағы бар парафин тізбектерімен сипатталатын парафинді-нафтенді көмірсутектерінің мөлшері азаяды.

Битумдағы парафинді-нафтенді көмірсутектер концентрациясының төмендеуі ароматикалық көмірсутектерде еритін және ісінетін және парафин-нафтенде ерімейтін асфальтендердің лиофильділігінің жоғарылауына септігін тигізеді. Мұндай битумның ерекшелігі сол, асфальтендер өзінің полярлы (лиофобты) бөліктерімен әрекеттесіп, коагуляция құрылымының агрегаттары мен түзілімдерін құрады, ал асфальтендердің лиофильді сыртқы жағына шайырлар шоғырланған.

ИҚ спектрлерін зерттеу кезінде модификациялау процесінде алынған қоспалардың 700 - 750 см^{-1} , 1380 - 1490 см^{-1} және 2440 - 2920 см^{-1} аймағында шыңдардың айтарлықтай өзгеруі байқалады. Бұл резина ұнтақтарымен модифицирленген композициялардың дисперсиялық ортасында құрылымдық қосылыстардың пайда болуын көрсетеді. Алайда, резина ұнтағын сақтау кезінде нығыздалатынын атап өткен жөн, яғни резина ұнтағының технологиялық қасиеттері нашарлайды, бұл кейіннен резина ұнтағын дайын резина бұйымдарына өңдеуді қиындатады. Сондықтан сапалы полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу үшін резина ұнтағының технологиялық қасиеттерін жақсарту мәселесі бүгінгі күні өзекті болып табылады.

Құрамында резина ұнтақтары және пайдаланылған автомобиль майларын тазарту өнімдері бар тұтастырғыш бар екені белгілі. Бұл жағдайда резина ұнтағын автомобиль майларын тазарту кезінде қолданылатын түйіршікті сүзгі материалдардың орнына пайдаланады, содан кейін оны жол жабынына битум қосқан кезде қолданады [131]. Негізгі кемшілігіне резинаны девулкандаусыз қолданылады, бұл күйінде ол битумда толықтырғыш рөлін атқарады. Асфальтбетон өндірісіндегі мұндай құрамы серпімді қасиеттермен байланысқан ішкі кернеулерді тудырып жабынның бұзылуына дейін әкеп соқтыруы мүмкін.

РТБ (резина-техникалық бұйымдар) бетін озонмен жазықтықты модификациялау тәсілі белгілі [132]. Алайда, РТБ алынған резина ұнтақтарының нығыздалуы туралы мәліметтер жоқ.

Сондай-ақ, резина ұнтақтарын 1-6 сағат бойы озондау арқылы беттік модификациялау әдісі белгілі [133]. Техникалық мәні және қол жеткізілген нәтижесі бойынша ұсынылған құрылымдалған битумды резиналы тұтастырғышқа жол құрылысына арналған тұтастырғыш жатады, онда битум РТЭП 3,0-5,0 масс. % резина термопластымен және үшэтанолламин 0,7-2,4% түріндегі БАЗ полимерлі құрылымдық қосымшамен модифицирленеді. Осы тұтастырғыштың басты кемшілігіне -кондициялық материалдарды пайдалану болып табылады, яғни материалдың өзіндік құны жоғарылайды [134].

Озондау арқылы резина ұнтағын беттік модификациялаудың белгілі әдісі бар, ол 0,5-0,7 мм өлшемдегі ұнтақтарын озондау 1-ден 5% - ға дейінгі озонның көлемдік концентрациясы бар озонды-оттегі қоспасымен 10-40 минут бойы тұрақты араластырумен жүзеге асырылады, ал озонды бар қоспаны алып тастау озондауға жататын резина ұнтақтары қабаты арқылы жүргізіледі [135]. Негізгі кемшілігіне тотыққан мұнай битумын өндірудегі энергия шығындарымен өлшенетін ұзақ уақыт бойы жоғары температураны пайдалану жатады.

Біз әзірлеген пайдалы модельдің мәні асфальт жабындарының беріктігін арттыру және өзіндік құнын төмендету, оларды жөндеу және пайдалану шығындарын азайту, технологиялық қасиеттері мен сапа көрсеткіштерін жақсарту мақсатында аз мөлшерде нығыздалған модифицирленген резина ұнтағын құрастыру міндеті шешілді, сондай-ақ шина және резина техникалық бұйымдарының көп тонналы қалдықтарын кәдеге жаратуға мүмкіндік береді.

Полимерлі-битумды тұтастырғышының құрамында резина ұнтағы және органикалық тұтастырғыш - жол мұнай битумы, сонымен қатар қосымша түрінде отандық өндірістің Құлантау вермикулиті - минералды толықтырғышы бар [136]:

мұнай битумы масс. %70-76

резина ұнтағы масс. %18-22

құлантау вермикулиті масс. % 6-8

Өнертапқыштықтың техникалық нәтижесі жақсартылған реологиялық сипаттамалары бар полимерлі-битумды тұтастырғышының беріктігін

арттыру, жол асфальт жабынының пайдалану мерзімін ұлғайту есебінен өзіндік құнын едәуір төмендету болды. 8 кестеде модифицирленген ұнтағы бар битумды тұтастырғыштардың құрамы көрсетілген.

Кесте 8 - Модифицирленген ұнтағы бар битумды тұтастырғыштардың құрамы

№	Битум мөлшері, масс %	Резина ұнтағының мөлшері, масс %	Құлантау ісінген вермикулитінің мөлшері, масс %
1	100	-	-
2	88	10	2
3	82	14	4
4	76	18	6
5	70	22	8
6	64	26	10
7	58	30	12

Модифицирленген ұнтағы бар битумды тұтастырғыштардың физика-механикалық сипаттамалары 9-кестеде келтірілген.

Кесте 9 - Құрамында модифицирленген ұнтақтары бар битум тұтастырғыштарының салыстырмалы физика-механикалық сипаттамалары.

№	Көрсеткіштері	Ұсынылатын құрамы							ПБТ 40
		1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	
1	Иненің өну тереңдігі, 0,1 мм: 25°C-та 0°C-тан кем емес	75	54	52	53	50	52	54	40
		22	18	16	14	19	15	16	25
2	Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °C	48	50	54	55	56	54	55	56
3	Сыңғыштық температурасы, °C	-20	-13	-9	-12	-10	-13	-11	-20
4	Созылғыштық, см: 25°C-та 0°C-та	65	65	70	80	78	58	60	15
		32	35	28	44	48	56	54	11
5	Созылмалдылық, %	55	59	63	67	66	63	64	80

*Резина ұнтағы мен вермикулиттің әр түрлі қатынастарында

Құрамында модифицирленген резина ұнтағы бар тұтастырғыштарды белгілі ұқсас битум тұтастырғыштарымен салыстырғанда, көлікті тасымалдау шығындарын азайту кезінде экологиялық таза және энергияны үнемдеу бойынша жоғарылатылған параметрлермен ерекшеленеді.

Резина ұнтағын модификациялау Құлантау вермикулитін енгізу арқылы қол жеткізілді. Вермикулитті таңдау – оның бағасының төмендігімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, вермикулит жоғары адсорбциялық қабілетімен сипатталады және көмірсутектердің тотығынан пайда болатын өнімдерді

мысалы, шайырлар, оттегі бар қосылыстар және басқа да органикалық емес өнімдерді тиімді сіңіреді. Вермикулит белсендіру фазасындағы жоғары тиімділікпен, қуыстарының көлемі үлкен және селективтілігімен сипатталады [137-138]. Асфальтбетон құрылымының сапасы көптеген факторларға байланысты, бірақ ол минералды компоненттердің түйіршіктері бетінің әсерінен пайда болған жұқа қабыршақтардағы тұтастырғыштың сапасымен көбірек анықталады. Материал құрылымының жұмыс әсеріне төзімділік потенциалы [139] «битум – резина ұнтағы» фазаларының шекарасындағы өзара әрекеттесу белсенділігіне байланысты екендігі белгілі, өйткені битум құрылымы ұнтақтардың бетінде жүреді, оның қарқындылығы байланыс бетінің көлемі мен минералды компоненттің адсорбциялық қабілетімен анықталады. Минералды ұнтақтың беттік көлемі асфальтбетонның минералды компоненттері бөлшектерінің беттік көлемінің 90%-дан астамын құрайды, сондықтан осы жазықтықтың битуммен өзара әрекеттесу сипаты ерекше мәнге ие. Вермикулит мөлшерінің көбеюімен бөлшектердің бетіндегі битум қабыршақтарының қалыңдығы жұқарады, бұл белгілі бір концентрацияда түйіршіктер арасындағы байланыстардың берік болуына алып келеді. Битумның құрылымын өзгерту қоспаның тығыздығының жоғарылауын, ішкі үйкеліс коэффициентінің көбеюін, ығысуға, соққыларға, сығу беріктігіне және сынғыштықтың төмендеуіне төзімділікті арттырады. Сондай-ақ, «битум – резина ұнтақтары» бөлу шекарасында өзара әрекеттесудің қарқындылығы мен сипатына әсер ететін резина ұнтақтарының сипаттамалары бөлшектердің өлшемі мен пішіні, беткі құрылымы және кеуектілігінің мәні зор. Битум, мицеллярлық теорияға сәйкес, асфальттендер шайыр қабығымен қоршалған майлы ортадағы коллоидтық жүйе екені белгілі. Сонымен, шайырлы-асфальтты кешендердің құрамына кіретін химиялық белсенді функционалды топтар химиялық инертті май қабатымен жабылған. Меншікті жазықтығы жоғары және жұқа дисперсті құрылымымен сипатталатын материалмен битум өзара әрекеттесу нәтижесінде битумның топтық құрамы майлардың және шайырлардың материал ішіндегі селективті диффузиясына байланысты өзгереді, бұл бөлшектердің бетіндегі битум қабаттарының қасиеттерінің өзгеруіне және түйіршіктер бетінде берік битум қабыршақтарының пайда болуына септігін тигізеді [140]. Сонымен, битумды тұтастырғыштың құрамына ұсынылған модифицирленген резина ұнтағы тұтастырғыштың пайдалану қасиеттерін резина ұнтағының технологиялық қасиеттерін жоғарылату арқылы арттырады. Модифицирленген резина ұнтағы битумды тұтастырғыштың сапалық көрсеткіштерін жоғарылатуға, жабындардың ұзақ мерзімділігін арттыруға және асфальт жабындарының өзіндік құнын төмендетуге, сондай-ақ резина техникалық бұйымдардың және шиналардың көп тонналық қалдықтарын кәдеге жаратуға мүмкіндік береді.

3.3 Полимерлі-битумды тұтастырғыштарының пайдалану қасиеттеріне әсер ететін факторларды талдау

Асфальтбетон құрылымының сапасы көптеген факторларға байланысты, бірақ ол минералды компоненттер түйіршік бетінің әсерінен пайда болған жұқа қабыршақтардағы тұтастырғыштың сапасымен көбірек анықталатыны анық. Материал құрылымының жұмыс әсеріне төзімділік потенциалы [7] «битум – резина ұнтағы» фазаларының шекарасындағы өзара әрекеттесу белсенділігіне байланысты екендігі белгілі, өйткені битум құрылымы ұнтақтардың бетінде жүреді, оның қарқындылығы байланыс бетінің көлемі мен минералды компоненттің адсорбциялық қабілетімен анықталады. Минералды ұнтақтың жазықтық көлемі асфальтбетонның минералды компоненттері бөлшектерінің жалпы жазықтығының 90% астамын құрайды, сондықтан бұл жазықтықтың битуммен өзара әрекеттесу сипаты ерекше мәнге ие. Вермикулит мөлшерін көбейткен кезде бөлшектердің бетіндегі битум қабыршақтарының қалыңдығының жұқаруы байқалады, бұл белгілі бір концентрацияда түйіршіктер арасындағы байланыстардың күрт қатаюына септігін тигізеді. Битумды құрылымдау қоспаның тығыздығын, ішкі үйкеліс коэффициентінің жоғарылауын, ығысуға, соққыларға, беріктігіне және сынғыштықтың төмендеуіне төзімділікті арттырады. Битумның кең жеке жазықтығы мен жұқа кеуекті құрылымы бар материалмен өзара әрекеттесуі нәтижесінде битумның топтық құрамы майлардың және шайырлардың материал ішіндегі селективті диффузиясына байланысты өзгереді, бұл бөлшектердің бетіндегі битум қабаттарының қасиеттерінің өзгеруіне және түйіршік бетінде берік битум қабыршақтарының пайда болуына септігін тигізеді.

Вермикулиттің негізгі және ең құнды қасиеті – аса қатты қыздырған кезде оның көлемін күрт және ерекше түрде 10-20 есе арттыруға болады. Бұл құбылыс аса қыздырған кезде вермикулиттің қабыршақтарындағы молекулалық су буға айналады, оның қысымымен сілекей қабықтары әрқашан сілекейдің жабысуына перпендикуляр бір бағытта қозғалады. Осылайша, ісінген вермикулит салқындаған кезде ол алған көлемді сақтайды. Сілекей жапырақтары арасындағы су буының орнына ауа жасықшаларын сақтайды, бұл минералға көптеген құнды қасиеттер береді.

Модифицирленген резина ұнтағы битумды тұтастырғыштың сапалық көрсеткіштерін жоғарылатуға, жабындардың ұзақ мерзімділігін арттыруға және асфальт жабындарының өзіндік құнын төмендетуге, сондай-ақ резина бұйымдары мен шиналардың көп тонналық қалдықтарын кәдеге жарату мәселесін шешеді.

Егер резина ұнтағы құрылымын өзгертудің ең төмен деңгейінде пластификацияланатын болса, онда ПБТ сапасын жақсартуға қол жеткізіледі [145]. Әр түрлі резиналардың құрылымын өзгерту температурасы бірдей емес. Мысалы, камералық резиналарда құрылымын өзгерту температурасы 93°C, протекторларда –208°C, диафрагмаларда –230°C құрайды [102]. Егер РҰ пластификациясы шайырлар мен битумның жоғары молекулалы

ароматикалық көмірсутектері есебінен жүзеге асырылса, ПБТ төмен температуралы қасиеттерінің айтарлықтай жақсаруы байқалмайды, өйткені бұл көмірсутектер жоғары температурада шындалады. РҰ парафинді-нафтенді көмірсутектермен пластификациялау кезінде ПБТ төмен температуралық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік болады. Алайда, протекторлы және диафрагмалық резиналар ароматикалық көмірсутектерге химиялық жақындығы бар. Сондықтан, мұндай резиналардың ісінуі, пластификациялау және құрылымын өзгерту процесі ароматикалық компоненттердің көп мөлшері бар битумдарда және мұнай қалдықтарында тезірек жүреді. Композициялық органикалық тұтастырғыштардың қасиеттері мұнай битумының құрылымы мен қасиеттеріне байланысты. А. С. Колбановскаяның жіктеуіне сәйкес [2] коллоидтық гель, күл және күл-гель жүйелермен анықтауға болатын I, II және III құрылымдық типтегі битумдар болып бөлінеді [7,141-142], ал I және II құрылымдық типтегі битумдар бірқатар кемшіліктерге байланысты жол құрылысында қолдануға ұсынылмайды.

Алайда, осы битумдарды модифицирлеу кезінде I құрылымдық типтегі битум негізінде тұрақты модифицирленген тұтастырғыш алу мүмкіндігін болжауға болады. Девулканизацияланған резина бөлшектері мальтенді бөлігінде еріген кезде дисперсиялық орта созылмалдылығының жоғарылауын күту керек. Бұл тұтастырғыш МЕСТ талаптарына сәйкес келуі үшін резина модификатордың сандық құрамы басқа құрылымдық типтегі битумдарға қарағанда осы құрылымдық типтегі битум үшін аз болуы керек. II типті битумдардың негізгі кемшілігі – жылуға төзімділігі төмен бір-бірімен байланысты емес және өзара әрекеттеспейтін асфальтендер кеңістіктік каркасты құрамайды, шайырларды адсорбциялайды, оларды жоғары тұтқырлық және беріктікпен сипатталатын қабыршақ күйіне айналдырады, бұл осы кемшілікті тудырады. Бұл құрылымның битумдарын резина ұнтақтарымен модифицирлеу кезінде, ішінара девулкандалған резина ұнтағы, оның өлшемі асфальтенді кешенінің өлшеміне сәйкес келеді, ол битумның асфальт каркасына салынған, осылайша оның құрылымын нығайтады, сонымен қатар мальтен бөлігінің тұтқырлығын арттырады. Жалпы тұжырым бойынша бұл тұтастырғыштың жылу кедергісінің жоғарылауына әкелуі керек. Сонымен қатар, басқа құрылымдық типтегі битумдарға қарағанда модификатордың дозасы үлкен сенімділікпен көп болуы керек деп болжауға болады. III құрылымдық типтегі битумдар үшін, тұтастырғыштың ұзақ уақыт қызмет етуінің температуралық аралығын кеңейту мақсатында модификаторды нақты мөлшермен резина ұнтақтары түрінде енгізген жөн. Сонымен, әртүрлі құрылымдық типтегі органикалық тұтастырғыштар негізінде тұтастырғышты алу үшін резина ұнтағын барлығына модификатор ретінде пайдалану мүмкіндігі туралы болжам жасалды. Бұл жағдайда битумның дисперсті құрылымының түрі модификатордың оңтайлы құрамына, сондай-ақ полимерлі-битумды тұтастырғышты дайындаудың технологиялық параметрлеріне айтарлықтай әсер етеді.

Полимерлі-битумды тұтастырғышты (ПБТ) дайындау битумды резина ұнтағымен механикалық араластыру арқылы жүзеге асырылды, ПБТ концентрациясы мен температурасы, асфальтбетон зауыттарында асфальтбетон қоспасын дайындау температурасына сәйкес келеді [10,13,15,17].

ПБТ физика-механикалық қасиеттері стандартты әдістемелер бойынша анықталды [143]. Бір технологиямен дайындалған бұл тұтастырғыштардың қасиеттері кесте 10-да келтірілген.

Кесте 10 - Резина ұнтағының мөлшеріне байланысты ПБТ физика-механикалық қасиеттері

Көрсеткіштер	Нормативті талаптар	Резина ұнтағының мөлшері,%		
	ПБТ 40	5 %	15%	20%
Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм: 25°С-та	40	52	48	44
0°С-та, кем емес	25	35	31	29
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы °С	56	58	64	67
Созылғыштық, см, 25°С-та	15	22	18	15

Кесте деректерін талдау көрсеткендей, резина ұнтақтары концентрациясын 10%-дан 20%-ға дейін жоғарылатқанда, пенетрация тереңдігінде шамалы өзгеріс болады, ал тұтастырғыштың жұмсару температурасы жоғарылайды, бұл дисперсиялық ортаның құрылымын жоғарылату және асфальтендердің коагуляциялық жақтауының қатаюымен түсіндіріледі [144]. Бұл сонымен қатар ДСТ-30-01 полимерімен модифицирленген битум мен модифицирленбеген битумға қарағанда битумдардың когезиялық беріктігін анықтау нәтижелерімен дәлелденді. Сонымен қатар, резина ұнтағын тұтастырғыштың құрамына енгізу кезінде оның құрылымының біртекті еместігіне байланысты созылғыштық көрсеткіштері айтарлықтай төмендейді. ПБТ көрсеткіштерін модифицирленген тұтастырғышқа арналған нормативтік құжаттардың талаптарымен салыстыру кезінде, салмағы бойынша 20% резина ұнтағының концентрациясы оңтайлы болып табылады. Резина ұнтақтарының концентрациясын одан әрі арттыру іс жүзінде мүмкін емес, өйткені пенетрация мәні МЕСТ сәйкес шектен тыс болады. Созылғыштық температурасының көрсеткішіне келетін болсақ, полимерлі - битумды

тұтастырғышының макрожүйесінің біртекті еместігіне байланысты ол қажет емес және қарастырылмайды.

Берілген концентрациядағы полимерлі-битумды тұтастырғышты өндіру технологиясы температуралық реті мен механикалық араластыру уақытын өзгерту арқылы таңдалды. Нәтижелер 11,14-кестелерде келтірілген.

0°C және 25°C кезінде иненің ену тереңдігінің, ПБТ араластыру уақытына, сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, созылмалдылығы мен созылғыштығының полимерлі-битумды тұтастырғыштарды араластыру уақытына графикалық тәуелділігі суреттерде келтірілген.

Кесте 11 - T=160°C температурада араластыру уақытына байланысты ПБТ физика-механикалық сипаттамасы.

Көрсеткіштері	ПБТ араластыру уақыты, сағ					ПБТ40
	1	3	5	7	9	
Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм: 25°C-та	40	43	42	38	41	40
0°C-та, кем емес	26	30	27	25	28	25
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °C	66	68	67	65	64	56
Созылмалдылығы, %	50	55	60	58	60	80
Созылғыштық, см, 25°C-та	16	15	14	15	14	15

Кесте 12 - T=180°C температурада араластыру уақытына байланысты ПБТ физика-механикалық сипаттамасы

Көрсеткіштері	ПБТ араластыру уақыты, сағ					ПБТ 40
	1	3	5	7	9	
Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм: 25°C-та	40	33	42	38	36	40
0°C-та, кем емес	28	30	30	28	26	25
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °C	66	68	67	68	65	56
Созылмалдылығы, %	61	60	55	64	63	80
Созылғыштық, см, 25°C-та	14	15	13	15	14	15

Кесте 13 - T=200°C температурада араластыру уақытына байланысты ПБТ физика-механикалық сипаттамасы.

Көрсекіштері	ПБТ араластыру уақыты, сағат					ПБТ40
	1	3	5	7	9	
Инениң ену тереңдігі, 0,1 мм: 25°C-та	36	38	40	37	35	40
0°C-та, кем емес	20	24	26	25	22	25
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °C	57	55	56	60	65	56
Созылмалдылығы, %	50	50	48	46	47	80
Созылғыштық, см, 25°C-та	15	17	16	12	12	15

Кесте 14 - T=220°C температурада араластыру уақытына байланысты ПБТ физика-механикалық сипаттамасы

Көрсеткіштері	ПБТ араластыру уақыты, сағат					ПБТ
	1	3	5	7	9	
Инениң ену тереңдігі, 0,1 мм: 25°C-та	40	41	42	44	42	40
0°C-та, кем емес	20	18	22	21	23	25
Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °C	56	57	58	62	65	56
Созылмалдылығы, %	50	51	49	48	47	80
Созылғыштық, см, 25°C-та	16	17	18	15	11	15

Сонымен, тұтастырғыштарды әр түрлі температура және араластыру уақытында алынған деректерді салыстыру кезінде жоғары температурада резина ұнтағында құрылымын өзгертетін процестер басым болатындығын көрсетті, олар битуммен араластырудың температурасы мен ұзақтығына байланысты резина құрылымының толықтай өзгеруіне әкелуі мүмкін. Одан басқа, бөлшектердің ірі дисперстілігі және резина ұнтағының бетінде күйе пайда болуына байланысты резинаның белсенді толықтырғышының пиролиз процесі жүруі мүмкін, бұл тұтастырғыштың адгезиялық және когезиялық қасиеттерінің айтарлықтай нашарлауына септігін тигізеді.

3.4 «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағы қолданылған отандық полимерлі-битумды тұтастырғыштар негізінде асфальтбетондарды алу және сынақ ерекшеліктері

Қазіргі таңда асфальтбетонды жабындарға қойлатын талаптар өте жоғары. Себебі жыл сайын автокөліктер, ауыр жүк көліктері саны артып келеді. Сондықтан қазіргі таңда жол битумдарының сапасын арттыру маңызды мәселелердің бірі болып саналады.

Іс жүзінде асфальтбетондар үшін тұтастырғыш ретінде мұнай битумдарының мүмкіндіктерінің жойылуы байқалады. Осы себептен жол асфальтбетон жабындарының қызмет ету мерзімі қысқарады, пластикалық деформациялар, қабыршақтану, жарықшалар, кеуектер және т.б. түріндегі зақымданулардың қарқынды дамуы салдарынан асфальтбетон жабындарының мерзімінен бұрын істен шығуы орын алады. Қоршаған ортаның агрессивті әсер етуі, техногенді және климаттық факторлар да айтарлықтай әсер етеді. Сондықтан, жолдардың қызмет ету мерзімін және олардың сапасын арттыруға қабілетті жол асфальтбетондары үшін жаңа кешенді тұтастырғыштарды құрастыруға және енгізуге үлкен мән беріледі [149].

Жол асфальтбетон жабындарының қызмет ету мерзімін ұзартуды қамтамасыз ететін жоғары сапалы тұтастырғыш материалдарды қолдану оларды жөндеу мен сақтау шығындарын қысқартуға ықпал етеді. Осыған байланысты кешенді битум тұтастырғыштарын өндіруді ұйымдастыру және қолдану міндеті өзекті болып табылады, онда битум үлкен көлемде өндірілетін жалпы өнім ретінде негіз болады және асфальтбетондардың пайдалану сипаттамаларына байланысты сапаның қажетті деңгейі әртүрлі модифицирлеуші компоненттерді енгізу арқылы қол жеткізіледі. Бұл компоненттер адгезиялық қасиеттердің қажетті өсуін, иілімділік аралығын кеңейтуді және тұтастырғыш қасиеттерінің тұрақтылығын арттыруды қамтамасыз етуі керек. Әрине, модифицирлеуші қосымшалардың түрін таңдау автомобиль жолдарын пайдаланудың нақты жағдайларына сәйкес келуі керек. Мысалы, климаты ылғал аудандарда тұтастырғыштардың адгезиялық қасиеттерін арттыру, континенталды климаты бар аудандарда иілімділік аралығын кеңейту және серпімді қасиеттерін арттыру бірінші кезектегі міндет болып табылады, барлық жерде тұтастырғыштың ескіруге тұрақтылығы жоғары болу қажет.

М.Әуезов атындағы ОҚУ базасында битум негізінде тұтастырғыш материалдардың сапасы мен қызмет ету мерзімін арттыру мақсатында битумды модифицирлеудің белгілі тәсілдерінің салыстырмалы тиімділігін талдау бойынша жұмыстар және битумды модифицирлеудің неғұрлым тиімді тәсілдерін құрастыру бағытында зерттеулер жүргізілді. Бұл жұмыстар мұнай битумдарын модифицирлеу технологиясына қойылатын негізгі ғылыми-техникалық және экономикалық талаптарды тұжырымдауға мүмкіндік берді, олардың өнімдері жол, көпір және аэродром құрылысына арналған тұтастырғыш және герметикалық материалдар болып табылады. Осы

бағытта отандық және шетелдік тәжірибені талдау бойынша жасалған жұмыс жоғары сапалы күрделі битумды тұтастырғыштарды алудың ең перспективті әдістерінің бірі резина ұнтағын модифицирлеуші компонент ретінде пайдалану болып табылады деген қорытынды жасауға мүмкіндік берді.

Жұмыста «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағы қолданылды. Ол жалпы мақсаттағы резинадан, оның ішінде тозған автомобиль шиналарын немесе басқа РТБ ұсақтау арқылы алынған майда дисперсті резина ұнтағы болып саналады. Ұнтақ бөлшектерінің өлшемі 0,5-1 мм аралығында болуы керек.

М.Әуезов атындағы ОҚУ «Мұнай өңдеу және мұнайхимиясы» кафедрасында 2018-2021 жылдар аралығындағы кезеңде жүргізілген зерттеулер нәтижесінде отандық БНД 70/100 мұнай битумдарын майда дисперсті резина ұнтағымен химиялық біріктірудің жаңа технологиясы әзірленді, ол негізінен қасиеттері қазіргі заманғы пайдалану талаптарына сай келмейтін отандық битумдардың сапасын жақсартуға бағытталған. Технологияны құрастыру кезінде бастапқы битумдарда және олардың резинамен қоспаларында, сондай-ақ соңғы өнімдерде - асфальтбетондар мен жол жабындарында болатын физика-механикалық және химиялық процестерді ескеретін кешенді тәсіл қолданылды. Тұтастырғыштың құрамындағы резина ұнтақтары асфальтбетонның дисперсті-созылмалды армиленуін жүзеге асыратын полимер компонентінің бөлшектері ретінде әрекет етеді.

Технология резинаның каучукты тізбектері мен битумның жоғары молекулалы компоненттерінің құрылымын өзгертуі және тігілуін белгілі бір жолмен реттейтін резина ұнтағы бар битум қоспасына Құлантау ісінген вермикулитін қосумен негізделген. Процесс нәтижесінде резина бөлшектері химиялық байланыстардың көмегімен өзара, сонымен қатар гетерогенді, армирлеуші, полимерлі кеңістіктік құрылымға битумның жоғары молекулалы компоненттерімен де біріктіріледі. Бүкіл дисперсті гетерогенді жүйенің тұрақтылығын, тұтастырғыштың жоғары және ұзақ мерзімді адгезиясын вермикулиттің полярлы молекулалық топтары қамтамасыз етеді. Осы құрылымның есебінен тұтастырғышта операциялық мақсаттар үшін жеткілікті созылмалдылық пайда болады. Тұтастырғыш резина ұнтағын сегрегациялауға және жоғары (қысқа мерзімді 250⁰С дейін) технологиялық температураға төзімді болады. Әр түрлі битум маркаларындағы полимерлі-битумды тұтастырғыштардың физика-механикалық сипаттамалары 15-кестеде келтірілген. Полимерлі-битумды тұтастырғыштар экологиялық таза материалдар болып табылады, себебі битумда, сонымен қатар резинада да улы қосылыстар химиялық жолмен байланысады, сондықтан олар шамалы ғана мөлшерде бөлінеді. Жүргізілген сынақтар олардың санитарлық-гигиеналық қасиеттері бойынша бұл тұтастырғыш материалдар битумға қарағанда таза және ең қатаң экологиялық талаптарға сай келетіндігін көрсетті. Өндірістік объектілерде («ЭКО Шина» ЖШС, «Нефтехимстрой-Юг» ЖШС) жүргізілген тәжірибелік-өндірістік жұмыстар кәдімгі ыстық асфальтбетон қоспаларымен салыстырғанда жабындардың жоғарғы қабаттарын төсеу кезінде осындай полимерлі-битумды тұтастырғыштардың

негізіндегі асфальтбетондардың айтарлықтай артықшылығын көрсетті. Тәжірибелік текшелерді тексеру, басқа полимерлермен модифицирленген битумдарды қолдану арқылы жасалған көршілес текшелермен салыстырғанда олардың әлдеқайда жақсы күйі тіркелді.

Кесте 15 - Әртүрлі битум маркаларындағы полимерлі-битумды тұтастырғыштардың салыстырмалы деректері.

Көрсеткіштер атауы	Битумның әртүрлі маркаларындағы полимерлі-битумды тұтастырғыштар				
	200/300	130/200	90/130	60/90	70/100
1	2	3	4	5	6
Иненің ену тереңдігі, 0,1мм: 25°C-та 0°C-та кем емес	201-300 30	131-200 25	91-130 20	61-90 15	40-60 10
Жұмсару температурасы, °C, төмен емес	40	44	48	52	56
Сынғыштық температурасы, °C, жоғары емес	-32	-28	-24	-20	-16
Созылғыштық 0°C-та, см, кем емес	15	10	8	6	4
Созылғыштық 25°C-та, см, кем емес	22	18	14	12	10
Қыздырғаннан кейін жұмсару температурасының өзгеруі, °C, көп емес	6	6	5	5	5
0°C-та созылмалдылығы,%, кем емес	30	30	30	30	30
Құммен ілінісуі	№ 2 үлгі бойынша сыналады				
Біртектілік емес өлшемі, мм, жоғары емес	2				

Асфальтбетон қоспаларын полимерлі-битумды тұтастырғыштары негізінде дайындау кезінде араластырудың ұзақтығын асфальтбетон қондырғысының техникалық деректеріне сәйкес орнату және сынаманы алдын-ала араластыру кезінде нақтылау қажет. Тұтастырғыштағы қоспаның температурасы араластырғыштан шығарған кезде 16-кестеде келтірілген мәндерге сай келуі керек.

Кесте 16 - Тұтастырғыштағы қоспаның температурасы

Иненің ену тереңдігі бойынша тұтастырғыштың маркасы	40-60	60-90	90-130	130-200	200-300
Қоспаның температурасы, °C	170-180	170-180	165-175	165-175	150-170

Жинақтаушы бункерде тұтастырғыштың асфальтбетон қоспаларын сақтау ұзақтығы бір жұмыс ауысымынан аспайды. Дайын асфальтбетон қоспасының сапасы біртектілік көрсеткіштері бойынша, сондай-ақ МЕСТ

9128-97 және МЕСТ 12801-98 (17-кесте) бойынша стандартты үлгілерге сынақ жүргізу нәтижелері бойынша бағаланады.

Кесте 17 - «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштағы асфальтбетонның физика-механикалық қасиеттері.

Көрсеткіш	БНД 70/100 битумы	ПБТ құрамы		
		№1	№2	№3
Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм, келесі температурада:				
25 °С-та	100	111	106	117
0 °С-та	30	41	59	46
Созылғыштық, см, келесі температурада				
25 °С-та	70	> 70	> 70	> 70
0 °С-та	5,5	> 70	> 70	> 70
Жұмсау температурасы, °С	45	45,5	45	45,5
Сынғыштық температурасы, °С	-18	-25	-27	-27
Созылмалдылығы, %, келесі температурада				
25 °С-та	-	59	67	72
0 °С-та	-	31	38	34
Қыздырғаннан кейін жұмсару температурасының өзгеруі, °С	3,0	4,0	4,5	6,0
Қыздырғаннан кейін массасының өзгеруі, %	0,30	0,23	0,45	0,61
Ілімділік интервалы, °С	63	70,5	72	72,5
50°С-тағы нақты тұтқырлығы, Па·с	85	-	250	-
Битум қабыршағы өзгергенге дейінгі жүктердің нақты өзгеруі бойынша циклдер саны	800	-	2500	-

Тәжірибелік-өндірістік жұмыстар «Нефтехимстрой-Юг» ЖШС аумағында жүргізілді. Өнімділігі сағатына 2 тоннаға дейінгі УИС-2У соққылы әсер ететін ұсақтау қондырғысында 1000 кг мөлшерінде модифицирленген ұнтақтар мен құм қоспасының тәжірибелік партиясын (салмағы бойынша 1:2 қатынасында) шығару жүргізілді. Содан кейін алынған қоспа минералды бөлік массасының 3% мөлшерінде асфальтбетон қоспасына енгізілді. 2021 жылдың наурыз айында асфальтбетон жабынының кесілген сынамаларына сынақтары жүргізілді. Тәжірибелік-өндірістік зерттеулердің нәтижелері 18-кестеде келтірілген.

Кесте 18 - «ЭКО Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштарының тәжірибелік-өндірістік сынақтарының нәтижелері

Көрсеткіштер тізімі	Сынақ нәтижелері		Асфальтбетон жабындары үшін МЕСТ бойынша 9128-97 мәндері
	асфальтбетон жабынынан кесілген кескіндер (қолданатын)	асфальтбетон жабынынан кесілген кескіндер (ұсынылатын)	
Сығылған кездегі беріктік шегі, МПа келесі температураларда, °С:			
20	4,4	10,6	2,2 кем емес
50	1,41	1,95	1 кем емес
0	10,8	11,7	12 кем емес
Сумен сіңірілуі, % көлем бойынша	1,29	1,27	1,5-4,0
Ұзақ уақыт бойы сумен сіңірілген кездегі суға төзімділік коэффициенті	0,92	0,98	0,75

Жүргізілген сынақтар осы тұтастырғыш материалдар битумға қарағанда таза және ең қатаң экологиялық талаптарға сай келеді. Тұтастырғыштың құрамындағы резина ұнтақтары асфальтбетонның дисперсті-созылмалды армиленуін жүзеге асыратын полимер компонентінің бөлшектері ретінде әрекет етеді. «ЭКО-Шина» ЖШС және «Нефтехимстрой-Юг» ЖШС жүргізілген тәжірибелік-өндірістік жұмыстар кәдімгі ыстық асфальтбетон қоспаларымен салыстырғанда жабындардың жоғарғы қабаттарын төсеу кезінде резина ұнтағымен модифицирленген отандық өндірістік резина-битумды тұтастырғышта асфальтбетондардың айтарлықтай артықшылығын көрсетті. Тәжірибелік текшелерді модифицирленбеген битумдарды қолдана отырып жасалған, көрші текшелермен салыстырып тексергенде едәуір жақсы жағдай тіркелді. Асфальтбетон жабындарының күйі жақсы, жабынның зақымдануы, жарықшақтар, тұтастырғыштың ісінуі анықталған жоқ. Қатар орналасқан бақылау текшелерінде ұсақ жарықшақтар, бетінің қабыршықтануы, дақтар, тор түріндегі зақымданулар жабынның жалпы ауданынан 10% - дан аса көлемін құрайды.

Тұтастырғыштың сипаттамаларын жақсартудың нәтижесінде резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғышты қолдана отырып «Нефтехимстрой-Юг» ЖШС дайындалған асфальтбетон жабындарының қызмет ету мерзімі, асфальтбетонның жарылуға, суға төзімділігі және беріктігі есебінен жол битумдарын қолданумен

дайындалған жабындардың қызмет ету мерзімінен 2-3 есе жоғары болды. Мұндай жабындар шу мен вибрация деңгейін төмендетеді, мұз қыртысының пайда болу мүмкіндігін азайтады, адгезияны арттырады және тежеу жолын азайтады. Тұтастырғыштың қасиеттері ұзақ мерзімді жұқа қабатты тозуға төзімді жабындарды және бетін өңдеудің кейбір түрлерін сәтті ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Негізінен, мұндай асфальтбетон барлық жол-климаттық аймақтардағы I-III санаттағы жолдарда жабындардың беткі қабаттарын орнатуға арналған.

Осылайша, әзірленген технология автомобиль жолдарын салу және жөндеу кезінде пайдалануға болатын қасиеттердің кең ауқымы бар полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алуға мүмкіндік береді.

3.5 «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу өндірісінің принципіалды технологиялық сызбасын әзірлеу және параметрлерді таңдау

ПБТ соңғы қасиеттері көптеген факторларға байланысты, олардың негізгілері: бастапқы компоненттердің сандық қатынасы мен сапасы, оларды араластыру реті, аппаратуралы рәсімделуі, сонымен қатар процестің температуралы-уақыттық реті. Көптеген зерттеулердің [2,3,4] нәтижесінде полимерлі-битумды тұтастырғыштарды полимерлермен модификациялағанда оңтайлы температура (бастапқы компоненттердің қасиеттеріне байланысты) 160–200°C аралығында болады. Температуралы тәртіп жалпы процестің ұзақтығына, сондай-ақ алынатын өнімнің соңғы қасиеттеріне әсер етеді, сондықтан компоненттерді араластырудың оңтайлы температурасын таңдау қондырғының технологиялық регламентін қалыптастырудағы басым міндеттердің бірі болып табылады. Жоғары температурада резина ұнтағын еріту процесі жоғары жылдамдықпен жүреді және осыған сәйкес модифицирлеу қондырғысының өнімділігі артады. Бірақ бұл жағдайда битумның тотығуымен және полимер молекулаларының термоқұрылымының өзгеруімен байланысты жағымсыз процестер орын алуы мүмкін [2]. Сонымен қатар, шекті жоғары температура қоспаның ең жеңіл компоненттерінің тұтану температурасын назарға алу арқылы өрт қауіпсіздігі нормаларына сәйкес шектеледі. Битумға енгізу үшін полимердің дисперсия температурасының төменгі шегі процестің ұзақтығына байланысты анықталады. Ұзақ уақыт бойы араластыру уақыттың, энергия ресурстарының ұтымсыз шығындарына және нәтижесінде өндіріс рентабельділігінің төмендеуіне алып келеді. Осылайша, оңтайлы араластыру температурасын таңдау полимерлі битум материалдарын өндіру процесін жобалау кезінде өзекті мәселе болып табылады.

Тәжірибелік мәліметтер негізінде араластыру уақытының араластырғыштағы температураға тәуелділік қисығын талдау негізінде битумға модифицирленген резина ұнтағын енгізудің оңтайлы температурасын анықтау жүргізілді. Компоненттерді араластыру температурасының жоғарылауымен резина ұнтағын ерітуге кететін уақыт

біркелкі төмендемейтіні белгілі, ал тәуелділік технологиялық процестің ең қолайлы жағдайларын орнатуға болатын қисық түрінде болады [2]. Бұл тәуелділікті құру үшін әр түрлі температурада ПБТ үлгілерінің сериясын дайындау және әр жағдайда процестің ұзақтығын анықтау қажет болды. Алынған үлгілердің сипаттамаларының өзгеруі таңдалған температура мен араластыру ұзақтығының соңғы өнім сапасына әсерін бағалауға мүмкіндік береді. Ол үшін әрбір дайындалған ПБТ үлгісі үшін жұмсару температурасы, пенетрация және созылғыштығы 25°C анықталды.

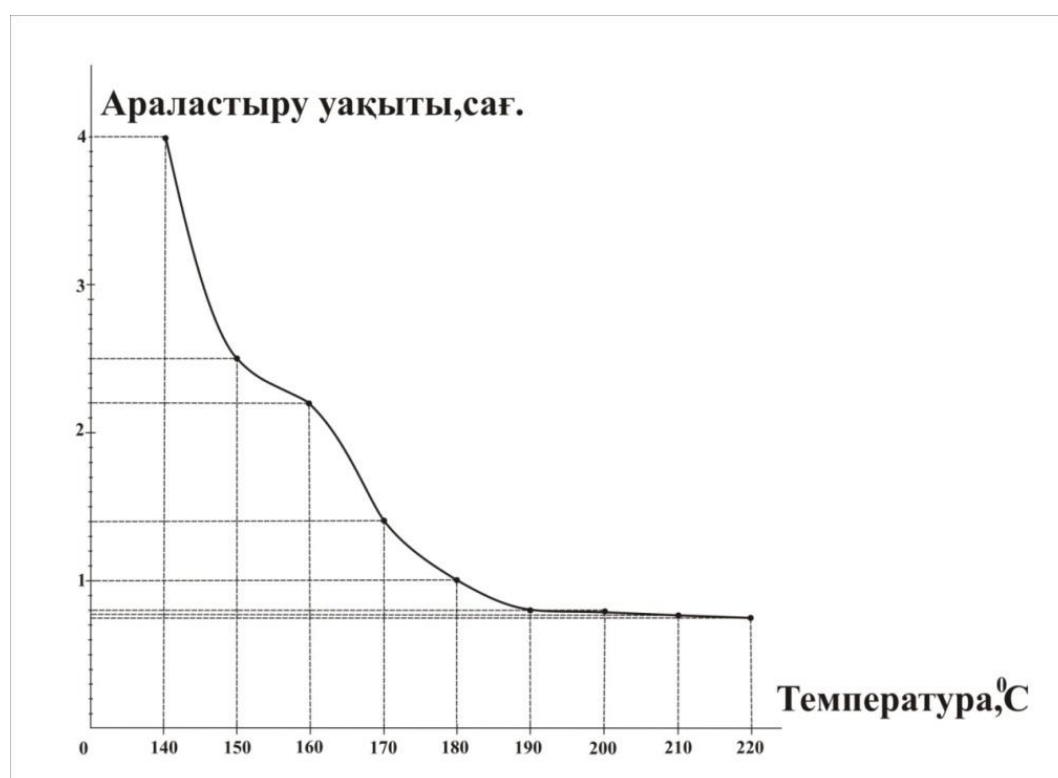
Сынақтар үшін: БНД 70/100 мұнай жол битумы және үш өлшемді кеңістіктік құрылымды қалыптастырумен битумда таралған резина ұнтақтарымен модифицирленген композициясы қолданылды. ПБТ үлгілерін дайындау битумның белгілі бір массасын нақты температураға дейін – 140–220°C шегінде қыздырудан және тұрақты араластыра отырып, ұнтақ тәрізді модифицирленген резина ұнтағының, полимердің есептік мөлшерін біртіндеп енгізуден тұрды. Резина ұнтағының бүкіл массасын енгізгеннен кейін әрбір 45 минут сайын МЕСТ 52056-2003 келтірілген әдіс бойынша өнімнің біркелкілігін тексердік [141]. 19-кестеде араластыру уақыты мен температура мәндері келтірілген. Жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде 140°C-тан төмен температурада резина ұнтағының дисперсиялану уақыты 4 сағаттан асады. Бұл мән максималды зерттеулер аясында ұсынылған, өйткені резина ұнтағының таралу сатысының уақыты ұзақ болған кезде ПБТ дайындаудың бүкіл процесінің өнімділігі тиімді болып саналмайды. 5-7 сағат араластыру оңтайлы болып табылады. Тәжірибе температурасының жоғарғы мәні 220°C, бұл кезде резина ұнтақтары құрылымының өзгеруі белсенді термиялық түрде басталады. 23-суретте резина ұнтақтарының дисперсиялану жылдамдығы температураның жоғарылауымен өсетінін көруге болады, бірақ тәуелділік біртекті сипатта емес. Тәжірибелердің нәтижелері процестің ұзақтығы мен битумның жоғары тұтқырлығына байланысты 140°C-тан төмен температурада процесті жүргізу тиімсіз екенін көрсетті.

Кесте 19 - Араластыру уақыты мен температураның мәндері

Араластыру уақыты, сағ.	Температура, °C
4-240мин	140
2,5-150мин	150
2,2-132 мин	160
1,4-84 минут	170
1,0-60 минут	180

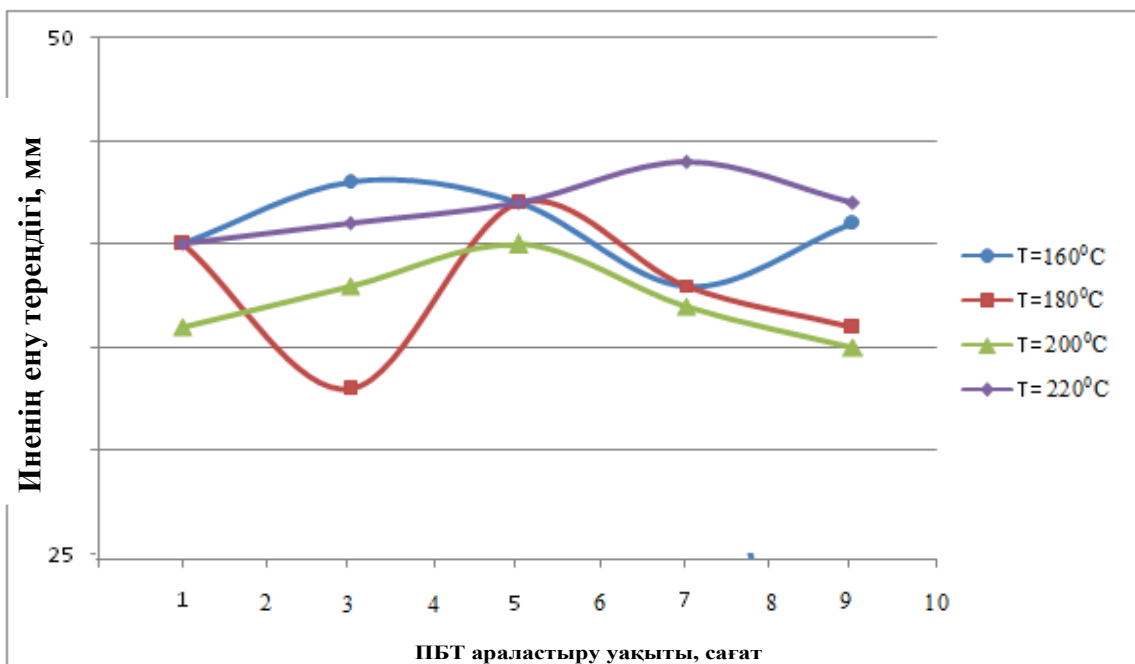
0,8-48 минут	190
0,8-48 минут	200
0,77-46,2 мин	210
0,75- 45 мин	220

Температураны 140-тан 160^oС-қа дейін жоғарылатқан кезде процесс уақыты сызықтық заңға сәйкес азаяды. 165-220^oС аралығындағы температурада қыздыру деңгейінің жоғарылауы полимердің дисперсия жылдамдығына айтарлықтай әсер етпейді және процесс салыстырмалы түрде тұрақты жылдамдықпен жүреді.

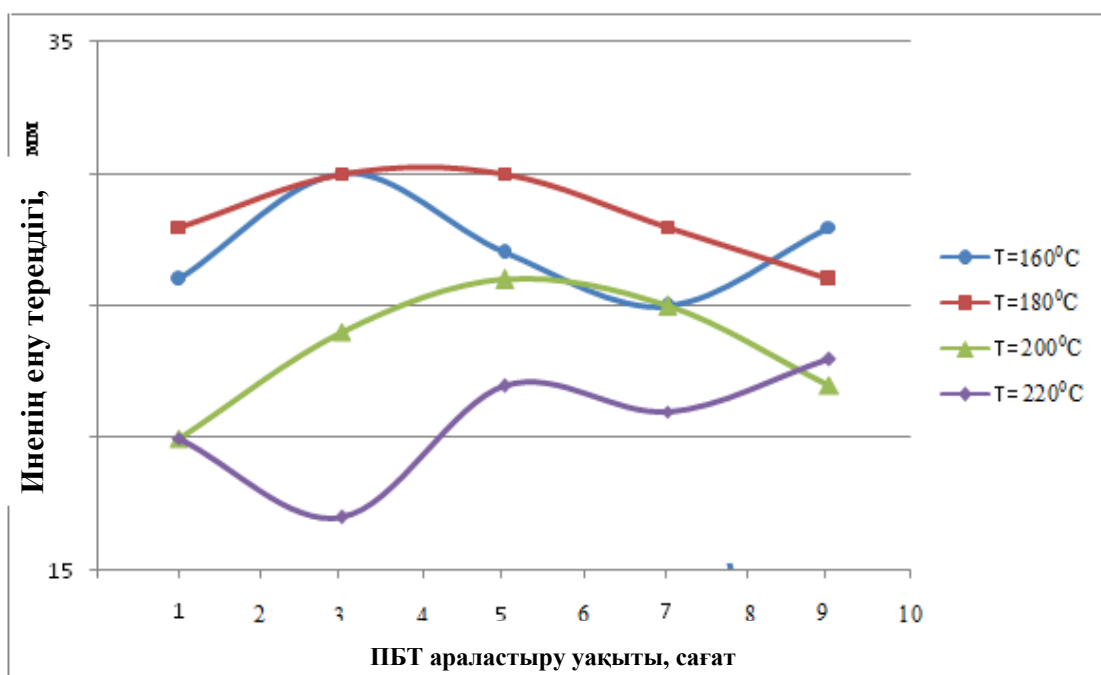


Сурет 23 – Полимерлі -битумды тұтастырғышты араластыру уақытының процестің температурасына тәуелділігі

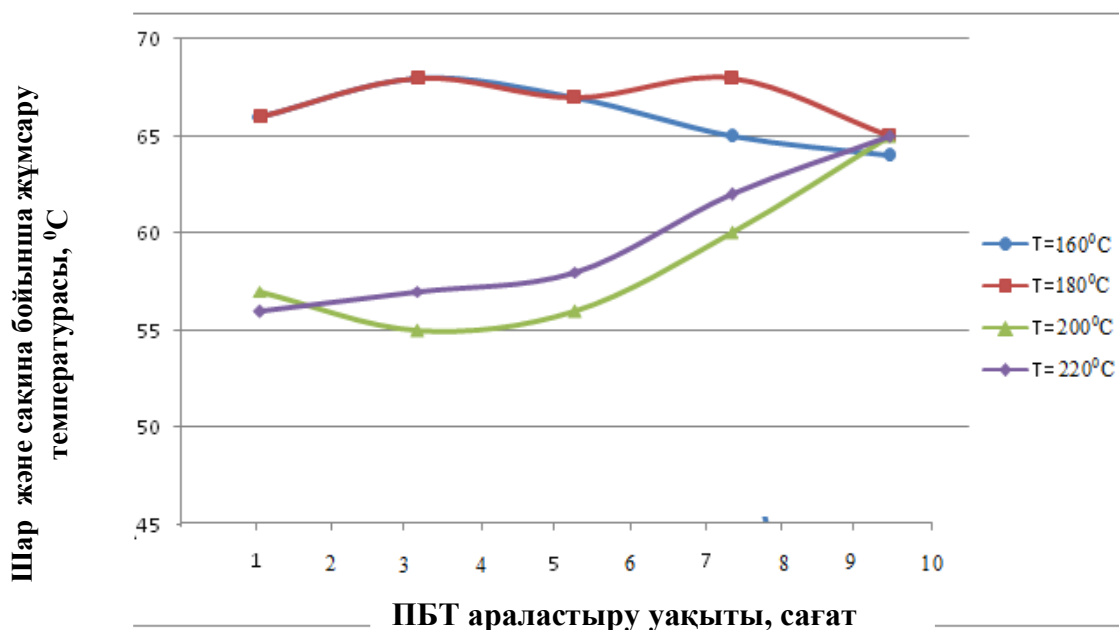
Сурет 24-28-де араластырғыштағы 150-220^oС температуралық диапазонда араластыру уақытына байланысты дайындалған ПБТ негізгі пайдалану сипатындағы өзгерістер (0^oС және 25^oС иненің ену тереңдігі, сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, созылғыштығы мен созылмалдылығы) көрсетілген.



Сурет 24 -Иненің ену тереңдігінің 25°C-та ПБТ араластыру уақытына тәуелділігі



Сурет 25 - Иненің ену тереңдігінің 0°C-та ПБТ араластыру уақытына тәуелділігі.

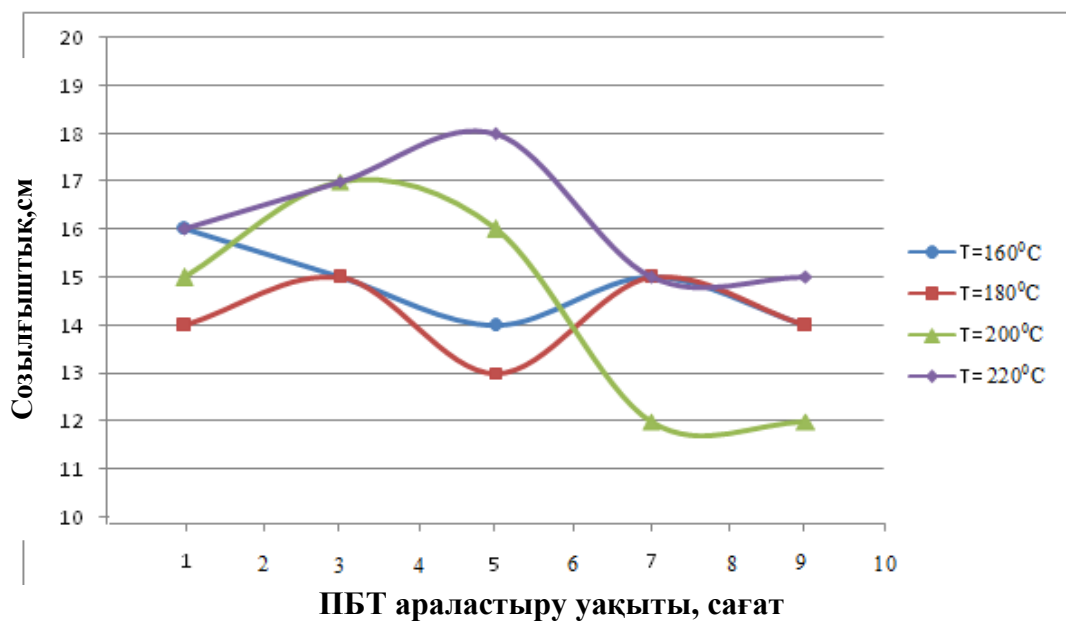


Сурет 26 - Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасының ПБТ араластыру уақытына тәуелділігі.

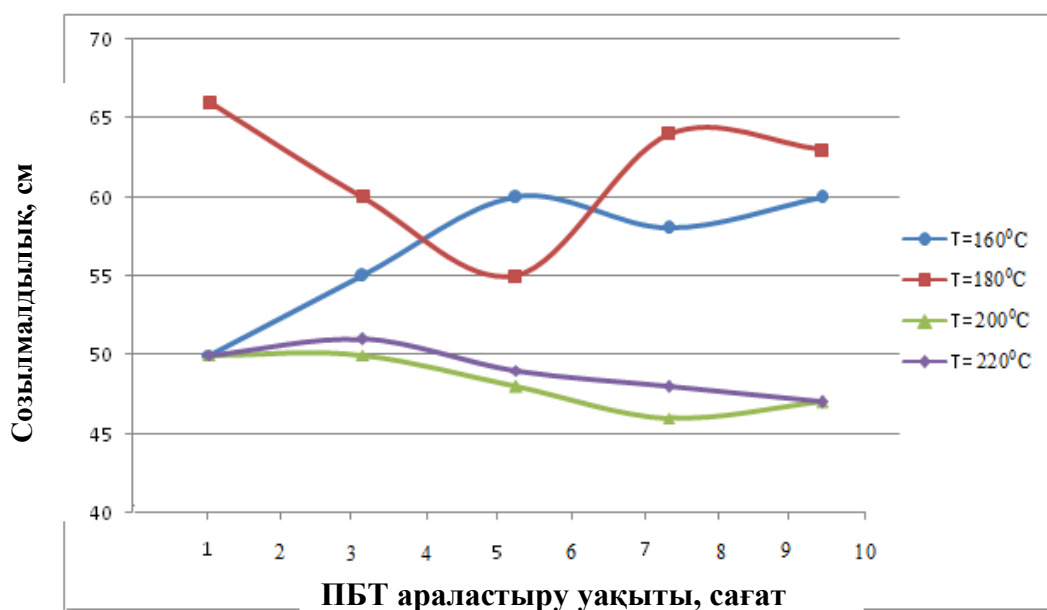
Бұл өзгерістердің негізгі себептеріне битумның тотығуы және жоғары температураның резина ұнтағына әсері жатады. Шайырлар мен майлар сияқты битумның жеңіл компоненттерінің тотығуы үлгілердің жұмсару температурасының жоғарылауына және пенетрацияның төмендеуіне әкеп соғады, модифицирленген резина ұнтақтарының бастапқы құрылымы өзгереді, сонымен қатар оның тізбектері бірнеше байланыстар арқылы тігіледі. Бұл алынған өнімнің иілімділігіне теріс әсер етеді.

Созылғыштықтың бастапқыда өсуі ПБТ массасындағы резина ұнтағы бөлшектерінің дисперсия дәрежесінің жоғарылауымен және оның молекулаларынан тармақталған тордың пайда болуымен байланысты. Бірақ 181-185°C кейін бұл көрсеткіш төмендей бастайды, ол ПБТ созылмалдылығы үшін теріс әсер етеді.

Сонымен, ПБТ дайындаудың оңтайлы температурасы 150-170°C аралықтағы температура болып табылады. Бұл кезде, полимерлі-битумды тұтастырғышта компоненттерді араластыру ұзақтығын қысқартып, процесс температурасын бір уақытта жоғарылатқанда тұтастырғыштың пайдалану көрсеткіштері өзгертін қарқынды процестер жүретінін атап өткен жөн. Температуралық тәртіпті дұрыс анықтау жұмыс уақыты мен энергия ресурстарын үнемдеуге, қондырғының өнімділігін арттыруға және битумның тиімділігі жоғары модификаторы ретінде резина ұнтағының потенциалын толық іске асыруға мүмкіндік беретінін атап өтуге болады.



Сурет 27 - Полимерлі - битумды тұтастырғыш созылғыштығының 25°C-та араластыру уақытына тәуелділігі.



Сурет 28 – Полимерлі - битумды тұтастырғыш созылмалдылығының араластыру уақытына тәуелділігі.

Технологияны құрастыру кезінде бастапқы битумдарда, резинамен қоспаларында, соңғы өнімдерде – жол жабындарының асфальтбетондарында болатын физика-механикалық және химиялық процестерді ескеретін кешенді тәсіл қолданылды.

Технология Құлантау ісінген вермикулитін резина ұнтағы бар битум қоспасына енгізумен негізделген. Нәтижесінде резина бөлшектері өзара,

сонымен қатар химиялық байланыстардың көмегімен гетерогенді, армирлейтін полимерлі кеңістіктік құрылымға битумның жоғары молекулалық компоненттерімен де біріктіріледі. Бүкіл дисперсті гетерогенді жүйенің тұрақтылығы, тұтастырғыштың жоғары және ұзақ мерзімді адгезиясы оны дайындау кезінде материалдың құрылымына көп мөлшерде енгізілген полярлы молекулалық топтармен қамтамасыз етіледі. Осы құрылымның есебінен тұтастырғышта пайдалану мақсаттары үшін жеткілікті созылмалдылық пайда болады. Тұтастырғыш резина ұнтағын сегрегациялауға және жоғары (қысқа мерзімде 250°С дейін) технологиялық температураға төзімді болады.

Қайта өңдеу технологиясының негізіне шиналарды ұсақ кесектерге дейін механикалық ұсақтау, кейіннен металл және тоқыма сымдарын механикалық бөлу, соққылау жылдамдығы жоғары болғанда резинаның «сынғыштығын арттыру» қағидатына негізделген және алынған резина ұнтағын экструзиялық ұсақтау арқылы өлшемі 0,5-1 мм дейін жұқа дисперсті резина ұнтақтарын алу жатады.

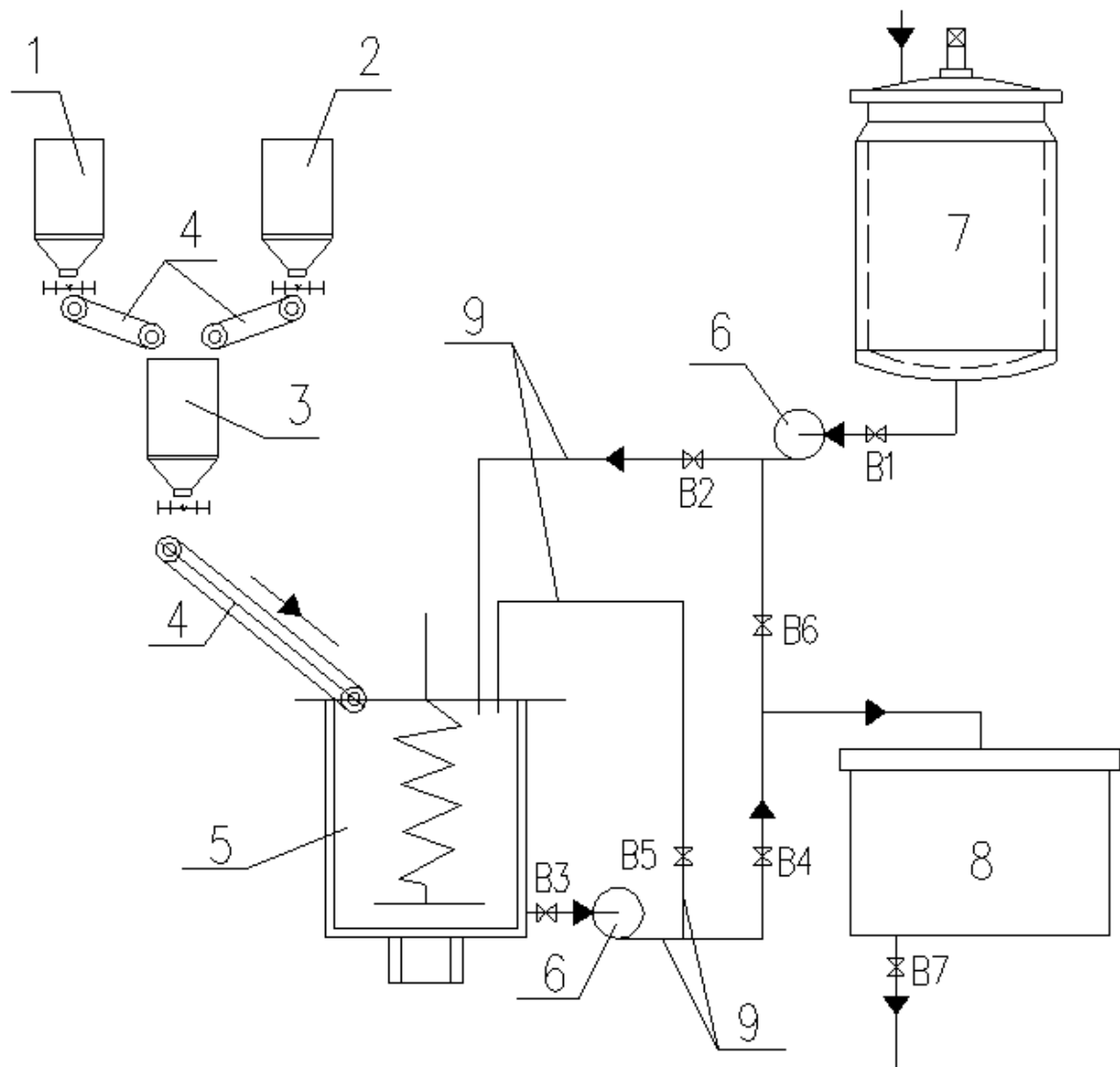
Технологиялық процесс үш кезеңнен тұрады:

1. шиналарды кесектерге алдын-ала кесу;
2. резина бөліктерін ұсақтау және металл мен тоқыма сымдарын бөлу;
3. майда дисперсті резина ұнтағын алу.

Технологиялық процестің бірінші кезеңінде қоймадан келіп түсетін шиналар дайындау учаскесіне беріледі, онда олар жуылады және бөгде қоспалардан тазартылады. Жуғаннан кейін шиналар алдын-ала ұсақтау блогына - үш каскадты ұсатқыштың пышақ агрегаттарына түседі, онда шиналар резина кесектеріне дейін біртіндеп ұсақталады, олардың өлшемдері 30x50 мм-ден аспайды.

Екінші кезеңде шиналардың алдын-ала ұсақталған бөліктері ұнтақтағышқа жіберіледі, онда олар 10x20мм мөлшерге дейін ұсақталады. Бөлшектерді ұсақтау кезінде балғамен ұнтақтағышта өңделген масса резина, металл сым, бортты сым және тоқыма талшықтарына бөлінеді. Бөлінген металы бар резина ұнтақтары конвейерге түседі, одан бос металл магниттік сепараторлардың көмегімен алынып, арнайы бункерлерге түседі. Соңында металл қалдықтары брикеттеледі. Үшінші кезеңде резина бөліктері экструдер-ұсақтағышқа беріледі. Өндеудің осы кезеңінде тоқыма талшығының қалдықтары параллель бөлініп, оны гравитациялық сепаратор арқылы резина ұнтағынан бөледі.

Тоқымадан тазартылған резина ұнтағы экструдердің екінші камерасына ұсақтағышқа беріледі, онда түпкілікті майдалау жүреді. Экструдерден шыққан кезде ұнтақ виброторға түседі, онда ол фракцияларға бөлінеді [9]. «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғышын дайындаудың технологиялық сызбасы 29-суретте көрсетілген.



Сурет 29 - «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғышын дайындаудың технологиялық сызбасы.

1-резина ұнтағының бункер-мөлшерлегіші, 2 - вермикулитің бункер-мөлшерлегіші, 3- модифицирленген резина ұнтағының бункер-мөлшерлегіші, 4- таспалы конвейер, 5- бункер-мөлшерлегіш, 6- битумды сораптар, 7- битум қазандығы, 8- жинақтаушы блок , 9- құбырөткізгіш
 В1,В2,В3,В4,В5,В6,В7 – битум немесе қоспаның ағу бағытын өзгертуге арналған құбыршаларды бұрайтын вентильдер.

Битум қазандығында 7 жұмыс температурасына дейін қыздырылған битум (70-76%) 6 сорғымен 5 бұрандалы араластырғышқа беріледі. «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағы (18-22 масс.%) 1 бункер-мөлшерлегіштен 3 бункерге түседі. Сондай-ақ, 6-8 масс% көлемінде Құлантау ісінген вермикулиті 2 диспенсер-бункерден беріледі. Ісінген вермикулитпен модифицирленген резина ұнтағы 3 бункерден таспалы конвейер арқылы 4

бункер-мөлшерлегішке 5 түседі. Араластырудың температурасы мен ұзақтығы резина ұнтағы және битумның түрі мен қасиеттеріне байланысты. «ЭКО-Шина» ЖШС модифицирленген резина ұнтағы БНД 70/100 битумымен 150-170°C температурада 5-7 сағат бойы араластырылады. Содан кейін полимерлі-битумды тұтастырғыш 9 құбырөткізгіш арқылы 8 жинақтаушы блокқа түседі.

3.6 «ЭКО Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштар өндірісінің экономикалық тиімділігін бағалау

Диссертациялық жұмыстың экономикалық бөлігінің негізгі міндеті «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі битумды тұтастырғыш [147-148] өндірісін құрастыру мен іске асырудың экономикалық орындылығы және техникалық мүмкіндігі бойынша есептеулер жүргізу болып табылады.

Қондырғының қуаттылығы сағатына 8-12 тоннаны құрайды. Қондырғы құрамына: битум қазандығы, резина ұнтағының бункер-мөлшерлегіші, вермикулиттің бункер-мөлшерлегіші, модифицирленген резина ұнтағының бункер-мөлшерлегіші, қалқанша араластырғышы бар араластырғыш, жинақтайтын блок кіреді.

Диссертациялық жұмыста «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағы пайдаланылды, онда тозған шиналарды жыл сайын қайта өңдеу жылына 4000 тонна, ал резина ұнтағын шығару жылына 3200 тоннаны құрайды. Тозған шиналарды қайта өңдеу көлемі мен резина ұнтағын шығару жыл сайын 12-18% артатынын атап өткен жөн.

Резина ұнтағын модифицирлеу үшін Құлантау вермикулиті қолданылды. Вермикулит Түркістан облысы Түлкібас ауданындағы «Құлантау» вермикулит кен орнында өндіріледі. Қайта өңдеумен «AVENUE» ЖШС айналысады, ол 2003 жылдан бастап жұмыс істейді. Қазіргі уақытта кәсіпорын айына 1500 м³ дейін дайын өнім (ісінген вермикулит) шығарады. Ісінген вермикулиттің құны 1 текше метрі 20000 теңге, ал 1 кг үшін 133,33 теңгені құрайды.

Полимерлі-битумды тұтастырғыш құрамында Құлантау вермикулитін пайдаланғанда температураның кең диапазонында тұрақты адгезияны қамтамасыз етеді. ПБТ сипатты ерекшелігіне ісіндірілген вермикулитті енгізгенде зерттелетін температураның барлық интервалында беріктігінің жоғары болуы жатады. Мұнай битумымен араластыру процесінде ісінген вермикулит қайта майдаланады, оның меншікті жазықтығы ұлғайып қосымша энергия сыйымдылығын алады, бұл битуммен ілінісу деңгейінің жоғарылауына септігін тигізеді. Құлантау ісінген вермикулитін таңдау Түркістан облысындағы кен орындарының болуымен және оның салыстырмалы арзандығымен, қолжетімділігімен де айқындалады.

3.6.1 Өндірістік бағдарламаны анықтау

ПБТ өндірісінің өндірістік бағдарламасы шикізатты өңдеу және өнім өндіру көлемін анықтайды. Өндірістік бағдарламаны құрастырудың бастапқы деректері:

- қондырғының жұмыс уақыты;
- тәуліктік өнімділік;
- өнімнің шығымы.

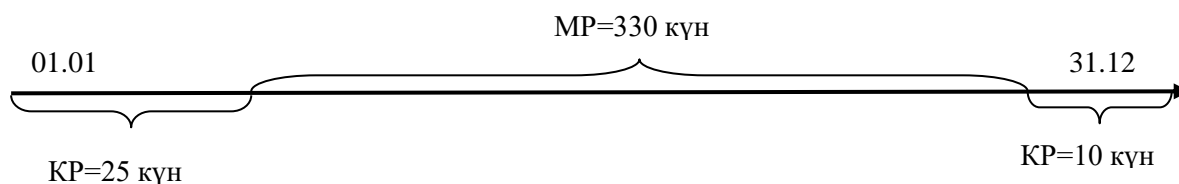
Қондырғының жұмыс уақыты ($T_{жұм.}$) күнтізбелік уақыттан ($T_{күнт. уақ.}$) ағымдағы және күрделі жөндеуге ($T_{тұру}$) кететін күндерді шегеру жолымен анықталады

$$T_{жұм.} = T_{күнт. уақ.} - T_{тұру} = 365 - 35 = 330 \text{ күн}; \quad (1)$$

Жылдық күнтізбелік уақытты тиімді пайдалану коэффициенті ($K_{эф.}$) қондырғының жыл ішіндегі жұмыс күндері ($T_{жұм.}$) санының күнтізбелік күн санына ($T_{кал.}$) қатынасымен есептеледі:

$$K_{эф.} = \frac{T_{жұм.}}{T_{күнт. күн}} = \frac{330}{365} = 0,904; \quad (2)$$

Біз қондырғының өндірістік бағдарламасын кварталға бөле отырып, бір жылға есептейміз. Есептеу үшін бастапқы деректері – бұл қондырғының жұмыс күндерінің саны, күнделікті өнімділік, өнімнің шығымы. Қондырғының әрбір кварталдағы жұмыс күндерінің санын анықтау үшін қондырғының жөндеу циклі, жөндеуаралық жүрісі және жөндеудің ұзақтығы (330 күн) туралы деректерді пайдалана отырып, жұмыстың тізбелік кестесі жасалды. 30-суретте ПБТ алу қондырғысының тізбелік кестесі көрсетілген.



Сурет 30 -Қондырғының тізбелік кесте бойынша жұмыс істеу реті.

Қондырғы жұмысының тізбелік кестесіне сәйкес 20-кестеде қондырғының кварталдар бойынша жұмыс кестесі келтірілген.

Кесте 20 - Қондырғының кварталдар бойынша жұмыс кестесі

№	Квартал	Календарлы уақыт, күндер	Қондырғының жұмыс істеу уақыты, күндер
1.	I	90	65
2.	II	91	91
3.	III	92	92
4.	IV	92	82

Қондырғының тәуліктік өнімділігі ($T\theta$) қондырғы өндірістік қуатының (θK) қондырғының жылдағы жалпы жұмыс уақытына ($T_{жұм.}$) қатынасымен есептеледі

$$T\theta = \frac{\theta K}{T_{жұм.}} = \frac{52800}{330} = 160; \quad (3)$$

Қондырғының кварталдар бойынша өндірістік қуаты (θK) қондырғының кварталдағы ($ЖК$) жұмыс күндерін тәуліктік өнімділікке ($T\theta$) көбейтумен анықталады:

$$\theta K = ЖК \cdot T\theta; \quad (4)$$

Жүргізілген есептеулерге сәйкес кесте 21 кварталдар бойынша қолданыстағы қондырғының өндірістік қуаты көрсетілген.

Кесте 21 - Қондырғының кварталдар бойынша өндірістік қуаты

№	Квартал	Жұмыс күндері	Өндірістік қуаты
1.	I	65	10 400
2.	II	91	14 560
3.	III	92	14 720
4.	IV	82	13 120

Қондырғының кварталдар бойынша өндірістік бағдарламасы 22 - кестеде келтірілген.

Кесте 22 - ПБТ өндірісі қондырғысының кварталдар бойынша өндірістік бағдарламасы

№	Аталуы	Шикізатқа % мас.	Мөлшері				
			Жыл бойына	Квартал бойынша			
				I	II	III	IV
1.	Тәуліктік өнімділігі т/тәул			160			
2.	Жұмыс күндері, тәул.	–	330	65	91	92	82
3.	Өнімділігі, т/жыл	–	52800	10400	14560	14720	13120
Бастапқы шикізат:							
1.	Битум	73	38544	7592	10628,8	10745,6	9577,6
2.	Резина ұнтағы	20	10560	2080	2912	2944	2624
3.	Вермикулит	7	3696	928	1019,2	1030,4	918,4
	Барлығы:	100	52800	10400	14560	14720	13120
Алынғаны:							
1.	ПБТ	100	52800	10400	14560	14720	13120
	Барлығы:	100	52800	10400	14560	14720	13120

3.6.2 Негізгі қорлар құнын анықтау

Негізгі қорлар ұзақ уақыт (12 айдан астам) жұмыс істейтін, бұл ретте өзінің табиғи-заттық формасын сақтайтын және өзінің құнын бүкіл қызмет ету мерзімі ішінде бөлшектеп дайындалатын өнімге ауысатын өндірістік-шаруашылық қызмет қаражаты болып табылады.

Негізгі қорларға келесілер жатады:

- өндірістік ғимараттар мен құрылымдар;
- өткізу құрылғылары;
- машиналар мен жабдықтар;
- көлік құралдары;
- өндірістік жабдықтар мен керек-жарақтар және т. б.

Өндірістің негізгі қорларын ПБТ алу бойынша қондырғының құны - 156 152 мың теңгені құрайды.

3.6.3 Негізгі қорларды пайдалану көрсеткіштерін есептеу

Қор қайтарымы – негізгі қорлар құнының бірлігіне келетін дайын тауар өнімінің санын сипаттайтын салыстырмалы көрсеткіш.

Қор қайтарымы коэффициенті ($K_{қ.ш.}$) негізгі қорларды пайдалану тиімділігінің деңгейін сипаттайды. Ол неғұрлым көп болса, кәсіпорын соғұрлым тиімді жұмыс істейді. ПБТ өндірісін орнату үшін қор қайтару коэффициентінің есебі жүргізілді:

$$K_{қ.ш.} = \frac{Q}{HK} = \frac{52800}{156152} = 0,338 \text{ т / мың теңге}; \quad (5)$$

мұндағы $K_{қ.ш.}$ – қор шығару коэффициенті;

Q – мақсатты тауарлы өнімнің көлемі, т/жылына;

HK – негізгі қорлар құны, мың теңге

Қор көлемі дайын өнімнің бірлігін (1т) өндіруге келетін негізгі қорлардың құнын сипаттайтын қор шығынының кері мөлшері болып табылады. ПБТ өндірісін орнату үшін қор көлемі коэффициентінің есебі жүргізілді:

$$K_{қ.к} = \frac{KH}{KШ} = \frac{1}{K_{қ.б.}} = \frac{1}{0,338} \cdot 100\% = 295,85 \text{ теңге / т}. \quad (6)$$

3.6.4 Еңбекті және жалақыны жоспарлау

Еңбек және жалақы көрсеткіштерін анықтау келесі көрсеткіштерді есептеуді қамтиды.

- тиімді жұмыс уақыты қоры;
- қондырғыда жұмыс істейтін бригадалар саны;
- қызметкерлер саны (келу және орта тізімдік);
- жалақы қоры;
- еңбек өнімділігі.

Жұмыс уақытының тиімді қоры өндіріс процесінде тікелей жұмыс істейтін бір жұмысшының жұмыс уақытының балансын есептеу арқылы анықталады. Жұмыс уақытының балансын есептеу жұмыс уақытының номиналды және тиімді қорын анықтауды қамтиды.

3.6.5 Жұмыс уақытын есептеу

ПБТ алынатын қондырғыда 12 сағаттық жұмыс күні бекітілді. 23-кестеде бір жұмысшының жұмыс уақытының балансы көрсетілген.

Кесте 23 - Бір жұмысшының жұмыс уақытының балансы

№	Көрсеткіштер	12-сағаттық жұмыс күні	
		күндер	сағат
1.	Календарлы уақыт	365	4380
2.	Жұмыс емес күндері, оның ішінде:	117	1404
	демалыс күндері	103	1236
	мереке күндері	14	168
3.	Жұмыс уақытысының номиналды қоры	248	2964
4.	Жұмысқа шықпайтын күндер:		
	–негізгі еңбек демалысы	30	360
	–қосымша еңбек демалысы	12	144
	–мемлекеттік міндеттердің орындалуы	2	24
	–ауру	4	48
5.	Жұмыс уақытысының тиімді қоры	200	2400

Күнтізбелік уақыт ($T_{кал}$) = 365 күн

Номиналды жұмыс уақыты ($T_{ном}$) күнтізбелік күндер ($T_{күнт күн}$) санынан жұмыс істемейтін күндер ($T_{жұм істем}$) санын алып тастаумен есептеледі:

$$T_{ном} = T_{күнт күн} - T_{жұм істем} = 365 - 117 = 248 \text{ күн}; \quad (7)$$

Жұмысқа шықпаған ($T_{шықп}$) уақыты негізгі ($T_{нег.дем}$) демалыс, қосымша ($T_{қос}$) демалыс мемлекеттік міндеттерді орындау күндері ($T_{м.о.}$) және ауру күндерін (T_a) қосу арқылы есептеледі

$$T_{шықп.} = T_{нег.дем.} + T_{қос} + T_{м.о.} + T_a = 30 + 12 + 2 + 4 = 48 \text{ күн}; \quad (8)$$

Жұмыс уақытының тиімділігі ($T_{эфф}$) номиналды қордың ($T_{ном}$) санынан жұмысқа шықпау уақытының ($T_{шықп}$) санын шегеру арқылы есептеледі

$$T_{эфф} = T_{ном} - T_{шықп} = 248 - 48 = 200 \text{ күн}; \quad (9)$$

Ауыстыру коэффициенті ($K_{ауыст}$) номиналды жұмыс уақытының ($T_{ном}$) тиімді жұмыс уақытына ($T_{эфф}$) қатынасымен есептеледі:

$$K_{ауыст.} = \frac{T_{ном.}}{T_{эфф.}} = \frac{248}{200} = 1,24 \quad (10)$$

3.6.6 Жұмысшылар санын есептеу

Орташатізімді саны, жұмыс орнына қызмет көрсету үшін қажетті жұмысшылар саны $A_{орт.тіз.саны}$ бригададағы жұмысшылар санын (A) ауыстыратын жұмысшылар коэффициентіне ($K_{ауыст.жұм}$) және бригадалар санына ($N_{бригад}$) көбейтумен есептеледі

$$A_{орт.тіз.саны} = A \cdot K_{ауыст.жұм} \cdot N_{бригад} = 5 \cdot 1,2 \cdot 4 = 22 \text{ адам}; \quad (11)$$

Ауыстыратын жұмысшылар саны ($A_{ауыст}$) орташа тізімді санынан ($A_{орт.тіз.саны}$) бригададағы (A) жұмысшылар санын, өндірілген бригадалар ($N_{бригад}$) санына көбейтіп (бригадалар саны 4-ке тең, өйткені ауыстыруда бір бригада болуы тиіс) оны шегеру арқылы есептеледі

$$A_{ауыст.} = A_{орт.тіз.саны} - A \cdot N_{бригад} = 22 - 4 \cdot 4 = 6 \text{ адам}; \quad (12)$$

Тәулігіне жұмыс орнына қызмет көрсету үшін қажетті және жеткілікті болып табылатын ауыстыратындар саны ($A_{тәул}$), ауысымдағы (A) жұмысшылар санын тәулігіне ауысымдық коэффициентіне ($N_{ауысымн}$) көбейтумен есептеледі.:

$$A_{тәул} = A \cdot N_{ауысым} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ адам}; \quad (13)$$

Жалпы саны ($A_{жалпы}$) орташа тізімдік ($A_{орт.тіз}$) санын қондырғыдағы инженерлік-техникалық қызметкерлердің ($A_{итқ}$) санына қосу арқылы есептеледі:

$$A_{жалпы} = A_{орт.тіз} + A_{итқ} = 22 + 3 = 25 \text{ адам}. \quad (14)$$

ПБТ өндірісінде қондырғыдағы өндірістік процесті басқаратын инженер-техникалық қызметкерлер (ИТҚ)— қондырғы бастығы, механик және технолог, сондай-ақ жұмысты ұйымдастыратын операторлар мен машинистер талап етіледі. 24-кестеде қондырғыны іске қосатын қызметкерлердің саны көрсетілген.

Кесте 24 - ПБТ өндірісінің қондырғысына қажетті қызметкерлер

№	Мамандық	Разряд	Қатысу тізімі		Штат тізімі
			ауысымда	тәулігіне	
ИТҚ:					
1.	Қондырғы бастығы	–	–	1	1
2.	Механик	–	–	1	1
3.	Технолог	–	–	1	1
	Барлық ИТҚ:		–	3	3
Жұмысшылар:					
4.	Аға оператор	VI	1	2	4
5.	Оператор	V	2	4	10
6.	Машинист	V	2	4	8
	Барлық жұмысшылар:		5	11	22
	Қызметкерлер саны:		5	14	25

3.6.7 Еңбекақы төлеу қорының есебі

Еңбекақы қорын есептеу кезінде қызметкерлердің барлық санаттары ескеріледі.

1. Жұмысшылардың бір жылға еңбекақы төлеу қорының есебі:

Еңбекақы төлеу қорына негізгі және қосымша еңбекақы төлеу қорлары, түскен пайдадан сыйақылар, материалдық көтермелеу қорынан төлемдер және әлеуметтік төлемдер түрінде жүзеге асырылатын төлемдердің барлық түрлері кіреді.

Жалақы қорына ($\Sigma_{жсқ}$) негізгі жалақы және қосымша жалақы ($\Sigma_{қжсқ}$) қоры кіреді. Мысал ретінде VI разрядты оператордың еңбекақысын төлеу қорының сомасы есептелді:

Тарифтік мөлшерлеме (C_m) 250 теңге/сағ. құрайды.

Негізгі еңбекақы қорының сомасы ($\Sigma_{неқ}$) тариф бойынша жұмыс істеген уақыты үшін төлем ($O_{тариф}$), зиянды еңбек жағдайлары үшін қосымша төлем ($D_{зеж}$), сыйақы ($D_{сыйақы}$), түнгі ауысымдағы жұмысы үшін қосымша төлем ($D_{түнгі}$), мереке күндеріндегі жұмысы үшін ($D_{мереке}$) қосымша төлемнен тұрады.

$$\Sigma_{неқ} = O_{тариф} + D_{зеж} + D_{сыйақы} + D_{түнгі} + D_{мереке} \quad (15)$$

Тариф бойынша жұмыс істеген уақыт үшін ақы төлеу ($O_{тариф}$):

$$O_{тариф} = T_{эфф} \cdot C_m = 2400 \cdot 250 = 600000 \text{ теңге}; \quad (16)$$

Зиянды еңбек жағдайлары үшін қосымша ақы ($D_{зеж}$) лауазымдық жалақының 12% - ын құрайды:

$$D_{зеж} = T_{эфф} \cdot 0,12 = 600\,000 \cdot 0,12 = 72000 \text{ теңге}; \quad (17)$$

Жоспардың 100% орындалғаны үшін сыйақы ($D_{сыйақы}$) тариф бойынша төлемнің 35% мөлшерінде төленеді:

$$D_{сыйақы} = O_{тариф} \cdot 0,35 = 600\,000 \cdot 0,35 = 210000 \text{ теңге}; \quad (18)$$

Түнгі жұмыс уақытын есептеу ($T_{түнгі}$):

$$T_{түнгі} = \frac{T_{жсжм} \cdot T_{ауысым}}{K_{под} \cdot N_{бригад}} = \frac{330 \cdot 12}{1,24 \cdot 4} = \frac{3960}{4,96} = 798,4 \text{ сағ / жыл}. \quad (19)$$

мұндағы $T_{ауысым}$ —бір ауысымның ұзақтығы.

Түнгі сағаттардағы ($D_{түнгі}$) жұмыс үшін қосымша ақы тарифтік мөлшерлемеге 40% мөлшерінде төленеді:

$$D_{түнгі} = C_m \cdot 0,4 \cdot T_{түнгі} = 250 \cdot 0,4 \cdot 798 = 79800 \text{ теңге}; \quad (20)$$

Мерекелік жұмыс уақытын есептеу

$$T_{\text{мереке}} = \frac{N_{\text{мер}} \cdot N_{\text{ауысым}} \cdot T_{\text{ауысым}}}{N_{\text{бригад}} \cdot K_{\text{подм}}} = \frac{14 \cdot 2 \cdot 12}{4 \cdot 1,24} = 67,7 \text{ сағ} \quad (21)$$

мұндағы $N_{\text{мер}}$ — мерекелер саны, жылына 14 мерекелік күндерді құрайды.
 $N_{\text{ауысым}}$ — бір тәуліктегі ауысымдар саны.

Мереке күндеріндегі жұмыс үшін қосымша ақы ($D_{\text{мереке}}$) (тарифтік жүктеме мөлшерінде):

$$D_{\text{мереке}} = C_m \cdot T_{\text{мереке}} = 250 \cdot 67,7 = 16\,925 \text{ теңге}; \quad (22)$$

VI разрядты аға технологтың еңбегіне ақы төлеу қорының сомасы:

$$\begin{aligned} \Sigma_{\text{ОФОП}} &= O_{\text{тариф}} + D_{\text{зеж}} + D_{\text{сыйақы}} + D_{\text{түнгі}} + D_{\text{мереке}} = \\ &= 600\,000 + 72\,000 + 210\,000 + 79\,800 + 16\,925 = 978\,725 \text{ теңге}; \end{aligned} \quad (23)$$

Демалысқа ақы төлеу ($O_{\text{демалыс}}$) (негізгі 30 күнде және қосымша 12 күнде):

$$O_{\text{демалыс}} = \frac{\Sigma_{\text{ФООП}}}{T_{\text{эфф}}} \cdot T_{\text{демалыс}} = \frac{978725}{200} \cdot 42 = 205532 \text{ теңге}; \quad (24)$$

Мемлекеттік міндеттерге ($O_{\text{мем}}$) төлеу

$$O_{\text{мем}} = \frac{\Sigma_{\text{еак}}}{T_{\text{эфф}}} \cdot T_{\text{мемс}} = \frac{978725}{200} \cdot 2 = 9787 \text{ теңге}; \quad (25)$$

Қосымша еңбек ақы төлеу қоры ($\Sigma_{\text{кет}}$) мемлекеттік міндеттерді орындауға арналған демалысқа ақы төлеу санына ($O_{\text{мм}}$) демалысқа ақы төлеу санын ($O_{\text{демалыс}}$) қосу арқылы есептеледі:

$$\Sigma_{\text{кет}} = O_{\text{демалыс}} + O_{\text{м.м.}} = 205532 + 9787 = 215320 \text{ теңге}; \quad (26)$$

V разрядты оператордың еңбекақы төлеу қорының жиынтығы ($\Sigma_{\text{етк}}$):

$$\Sigma_{\text{етк}} = \Sigma_{\text{нетк}} + \Sigma_{\text{кет}} = 978725 + 215320 = 1194045 \text{ теңге} \quad (27)$$

Осыған ұқсас V разрядты оператор мен V разрядты машинистің еңбегіне ақы төлеу қоры жасалды.

V разрядты операторға еңбекақы төлеу қорының жиыны: 955 236 теңге.

V разрядты машинистің еңбекақы төлеу қорының жиыны: 1 002 997 теңге.

2. Инженер-техникалық қызметкерлердің бір жылғы еңбекақысын төлеу қорының есебі

ИТҚ еңбекақы қоры лауазымдық жалақы бойынша зиянды еңбек жағдайлары үшін 12% үстеме ақы, лауазымдық жалақының 35% мөлшерінде

жоспарды орындағаны үшін сыйақы, жұмыс істеген уақыты үшін ақы (11 ай), демалыс төлемі ескеріле отырып есептеледі.

Қондырғы бастығының еңбекақы төлеу қоры сомасының есебі жүргізілді:

Қызметтік ақысы ($C_{ДО}$) айына 75 000 тенгені құрайды.

Жұмыс істеген уақыт үшін ақы төлеу ($O_{жұм\ істеген}$) (11 ай):

$$O_{жұм\ істеген} = C_{ДО} \cdot 11 = 75\ 000 \cdot 11 = 825\ 000; \quad (28)$$

Зиянды еңбек жағдайлары үшін қосымша ақы (лауазымдық жалақыдан 12%):

$$O_{зеж} = O_{отраб.} \cdot 0,12 = 825\ 000 \cdot 0,12 = 99\ 000 \text{ теңге}; \quad (29)$$

Жоспардың 100% орындалғаны үшін сыйақы жалақының 35% - ын құрайды:

$$O_{сыйақы} = O_{жұм\ істеген} \cdot 0,35 = 825\ 000 \cdot 0,35 = 288\ 750 \text{ теңге}; \quad (30)$$

Демалыс төлемі (орташа жалақы):

$$O_{демалыс} = \frac{O_{жұм.\ істеген} + O_{ВУТ} + O_{сыйақы}}{11} = \frac{825000 + 99000 + 288750}{11} = \frac{1212750}{11} = 110250 \text{ теңге} \quad (31)$$

Қондырғы бастығының еңбекақы төлеу қорының жиынтығы ($\Sigma\text{ФОП}$):

$$\Sigma_{етқ} = O_{жұм\ істеген} + O_{демалыс} = 825\ 000 + 110\ 250 = 1\ 323\ 000 \text{ теңге}. \quad (32)$$

Осыған ұқсас механик пен технологқа еңбекақы төлеу қоры жасалды.

Қондырғы механигінің еңбекақы қорының жиыны: 1 146 600 теңге.

Қондырғы технологының еңбекақы төлеу қорының жиыны: 1 058 400 теңге.

Кесте 25 және 26 ИТҚ мен жұмысшыларға еңбекақы төлеу қоры көрсетілген.

Кесте 25 -ИТҚ жылдық еңбекақы төлеу қоры

№	Қызметі	Адам саны.	Оклад бойынша төлем, теңге	Жұмыс уақыты сына төлем, теңге	Зиянды еңбек шарттары на қосымша төлем	Сыйақы, теңге	Кезекті демалысқа төлем, теңге	Еңбекке төлеу қоры, теңге
1.	Қондырғы бастығы	1	75 000	825 000	99 000	288 750	110 250	1 323 000
2.	Механик	1	65 000	715 000	85 800	250 250	95 550	1 146 600
3.	Технолог	1	60 000	660 000	79 200	231 000	88 200	1 058 400
4.	Барлығы:	3						3 528 000

Кесте 26 -Жұмысшылардың еңбекақысын жылдық төлеу қоры

№	Жұмысшылар категориясы	Разряд	Тарифті жүктеме, теңге/сағ	Адамдар саны.	Еңбекақының негізгі қоры					Қосымша еңбекақының қоры		Бір жұмысшыға тиеселі еңбек ақы төлеу қоры, теңге	Осы разрядтағы барлық жұмысшылардың еңбек ақы төлеу қоры, теңге
					Тариф бойынша төлем, теңге	Зиянды еңбек шарттарына қосымша төлем, теңге	Жоспарды орындағаны үшін төлем, теңге	Түргі уақыттағы еңбекке төлем, теңге	Мереке күндеріндегі еңбекке төлем, теңге	Кезекті демалысқа төлем, теңге	Мемлекеттік міндеттерді орындау кезіндегі төлем, теңге		
1	Оператор	VI	250	4	600 000	72 000	210 000	79 800	16 925	205 532	9 787	1 194 045	4 776 178
2	Оператор	V	200	10	480 000	57 600	168 000	63 840	13 540	164 426	7 830	955 236	9 552 356
3	Машинист	V	210	8	504 000	60 480	176 400	67 032	14 217	172 647	8 221	1 002 997	8 023 979
	Барлығы:			22									22 352 513

3.6.8 Еңбек өнімділігін есептеу

Барлық техника-экономикалық көрсеткіштер деңгейіне әсер ететін қондырғы жұмысының маңызды сапалық көрсеткіші еңбек өнімділігі болып табылады. Еңбек өнімділігі ($E\theta$) уақыт бірлігінде бір жұмысшыға келетін өнімнің өндірілуімен сипатталады және мақсатты өнім санының ($M\theta$) қызметкерлердің орташа тізімдік санына ($A_{\text{қызм}}$) қатынасымен айқындалады.

$$E\theta = \frac{M\theta}{A_{\text{қызм.}}} = \frac{52800}{22} = 2400 \text{ т. жылына 1 жұмысшыға} \quad (33)$$

3.6.9 Өнімнің өзіндік құнын есептеу

Өнімнің өзіндік құнын жоспарлау, материалды-техникалық құралдар шығынының прогрессивті нормативтері және олардың бағалары, жоспарлы өндірістік бағдарлама, еңбек бойынша жоспарлы көрсеткіштер, сондай-ақ негізгі қорлардың құны және т.б. негізінде жүргізіледі. Өнімнің өзіндік құнын жоспарлау кәсіпорынның ақшалай түрде көрсетілген өнімді өндіру және сату шығындарын сипаттайды

Өнімнің өзіндік құнын құрайтын шығындар келесілерден тұрады:

- шикізат және негізгі материалдар;
- қосымша материалдар;
- отын;
- энергетикалық шығындар;
- еңбек ақы;
- әлеуметтік сақтандыруға аударымдар;
- жабдықты пайдалануға арналған шығындар (амортизациялық аударымдар, жөндеу қоры).

Өнімнің өзіндік құнының деңгейі кәсіпорынның барлық өндірістік-шаруашылық қызметінің нәтижелерін, атап айтқанда, техниканың күйі мен технологияның прогрессивтілігін, өндіріс пен еңбекті ұйымдастыруды, барлық ресурстарды пайдаланудың тиімділігін көрсетеді.

3.6.10 Өндіріс шығындарының сметасын есептеу

ПБТ өндірісіне қажетті шикізат пен отын-энергетикалық құралдарына арналған шығындар 27 - кестеде келтірілген.

Кесте 27 - ПБТ өндірісіне қажетті шикізат пен отын-энергетикалық құралдарына арналған шығындар

Атауы	Өлшем бірлігі	Бағасы, теңге	Жылдық шығынның нормасы, ПБТ 1 т.бірлікке	Сомасы мың. тенге.
Битум БНД 70/100	т	45 000	38544	1734480
Резина ұнтағы	т	68750	10560	726000
Ісіндірілген вермикулит	т	133330	3696	492788
Барлығы:			52800	2953268
Газ	тыс. м ³	27 000	317	8 553,6
Барлығы:				8 553,6
Электрэнергиясы	кВт·ч/т	30	29 040 000	871 200,0
Барлығы:				871 200,0
Жалпы:				3433021,6

Амортизациялық аударымдар негізгі қорлар құнының 10% құрайды

$$A_{\text{ауд}} = 156\,151\,320 \cdot 0,1 = 15\,615 \text{ мың. тенге}; \quad (34)$$

Күрделі жөндеуге арналған аударымдар негізгі қорлар құнының 4% құрайды:

$$K_p = 156\,151\,320 \cdot 0,04 = 6246 \text{ мың. тенге}; \quad (35)$$

Әлеуметтік сақтандыруға аударымдар шығындары еңбекақы төлеу қорының 30% құрайды:

$$Z_{\text{әлеум сақт}} = \Phi ОП \cdot 0,30 = 25880\,513 \cdot 0,3 = 7\,764 \text{ мың.тенге.} \quad (36)$$

ПБТ өндіруге қажетті шығындардың жылдық сметасы 28-кестеде келтірілген.

Кесте 28 - ПБТ өндіру шығындарының жылдық сметасы

№	Шығындар атауы	Сомасы, мың. тенге
1.	<i>Шикізат:</i>	
	Битум БНД 70/100	1734480
	Резина ұнтағы	726000
	Ісіндірілген вермикулит	492788
2.	<i>Отын-энергетикалық құралдары:</i>	
	Отын газ, тыс. м ³	8 553,6
	Электрэнергиясы, кВт	871 200,0

3.	Еңбек ақы төлеу қоры	25 880,0
4.	Әлеуметтік аударымдар	7 764,0
5.	<i>Қондырғыны іске қосу және пайдалануға :</i>	
	Амортизация	15 615,0
	Капиталды жөндеу	6 246,0
	Барлығы	3888526,6

3.6.11 Калькуляцияланатын өнімді бағалау

ПБТ өндірісінде жанама өнім жоқ. Өнімнің орташа өзіндік құны ($C_{орт}$) смета бойынша шығындар сомасының ($\Sigma_{сметн.шығынд}$) жылдық өнім санына (Q) қатынасымен есептеледі

$$C_{орт} = \frac{\Sigma_{сметн.шыг}}{Q} = \frac{3888526,6}{52800} = 73,646 \text{ тенге жылына}; \quad (37)$$

Өнімнің өзіндік құны 29-кестеде келтірілген.

Кесте 29 - ПБТ өзіндік құнының калькуляциясы

№	Өнімнің атауы	Мөлшері, тонна	Өзіндік құны	
			1 тонна, теңге	Барлық шығарылғаны, мың. теңге
1.	ПБТ	52 800	73646	3888508,8
	Барлығы			3888508,8

3.6.12 Пайда мен кірісті есептеу

Полимерлі-битумды тұтастырғыштарының құнын анықтау кезінде өндірілетін ПБТ сату бағасы тоннасына 225000 теңгені құрайды. Көрсетілген бағаға сәйкес өнімді сату калькуляциясы кесте 30 келтірілген.

Кесте 30 - ПБТ сату калькуляциясы

№	Өнімнің атауы	Мөлшері, тонн	1 тоннаға шаққандағы бағасы, теңге	Сомасы, мың теңге
1.	ПБТ	52 800	225000*	11 880 000

01.06.2021ж. ПБТ бағасы (паспорт№ 351 Полимерлі-битумды тұтастырғыш ПБТ-60 МЕСТ 52056-2003). 225000 теңге / тонна.

Пайда кәсіпорынның экономикалық мүдделерін ғана емес, сонымен бірге мемлекеттің, кәсіпорын қызметкерлерінің, капитал иелерін де қанағаттандыруға мүмкіндік береді. Кәсіпорынның экономикалық қызығушылығы оның иелігінде қалған пайданың үлесін арттыру болып табылады. Пайданың осы бөлігінің арқасында компания өзінің дамуының экономикалық міндеттерін шешеді.

Жалпы пайда ($Пж$) өткізілген өнімнен түскен қаржы ($\theta\theta_n$) мен өнім көлемін өндіруге жұмсалған шығындар ($Ш$) арасындағы айырма ретінде айқындалады:

$$Пж = \theta\theta_n - Ш = 11\,880\,000 - 3\,888\,508,8 = 7\,991\,491,2 \text{ мың. теңге}; \quad (38)$$

Мемлекеттің экономикалық мүдделерінің объектісі-кәсіпорын салық түрінде төлейтін пайданың бөлігі. Табыс салығы ($H_{приб}$) жалпы кірістің 15% құрайды.

$$H_{найда} = Пж \cdot 0,15 = 7\,991\,491,2 \cdot 0,15 = 1\,198\,723,68 \text{ мың. теңге}; \quad (39)$$

Таза пайда ($Пт$) ағымдағы салықты төлегеннен кейін есептеледі

$$Пт = Пж - H_{найда} = 7\,991\,491,2 - 1\,198\,723,68 = 6\,792\,767,52 \text{ мың. теңге}; \quad (40)$$

Рентабельділік таза пайданы тұтастай алғанда кәсіпорын жұмысының тиімділігін, өнімнің жекелеген түрлерін өндірудің пайдасын сипаттайды. Табыстылық көрсеткіштері кәсіпорынның тиімділігін бағалау үшін ғана емес, сонымен қатар баға белгілеудегі, инвестициялық саясаттағы құрал ретінде де қолданылады.

Рентабельділік материалдық, еңбек және ақша ресурстарын пайдалану тиімділігінің дәрежесін жан-жақты көрсетеді. Сату рентабельділігі (C_p) - кәсіпорынның негізгі өнімін сатудан (салық салғанға дейін) кірістілікті көрсететін рентабельділік коэффициенті сату пайдасының (C_n) өнімді сатудан түскен қаржыға ($\theta\theta_n$) қатынасымен есептеледі. Бұл көрсеткіш түскен қаржыдағы пайданың үлесін сипаттайды (*өнімді сатудан түскен кіріс*):

$$C_p = \frac{C_n}{\theta\theta_n} = \frac{7991491,2}{11880000} \cdot 100\% = 67,27\% \quad (41)$$

Шығындардың рентабельділігі ($Ш_p$) – рентабельділік коэффициенті, ол пайданың (C_n) (салық салынғанға дейін) өнімді өндіруге және өткізуге арналған шығындардың ($Ш$) сомасына қатынасын көрсетеді:

$$Ш_p = \frac{C_n}{Ш} = \frac{7991491,2}{3888508,8} \cdot 100\% = 205,51\% \quad (42)$$

Сатылған өнімнің 1 теңгесіне арналған шығындар ($Ш_{тнг.пр.}$):

$$Ш_{тнг.пр} = \frac{3}{РП} = \frac{3888508,8}{11880000} = 0,33 \text{ теңге} \quad (43)$$

Барлығы сатылған өнімнің 1 теңгесіне шаққанда шығын 0,33 теңгені құрайды.

3.6.13 Полимерлі-битумды тұтастырғыштар өндірісінің негізгі техника-экономикалық көрсеткіштері

Жүргізілген есептеулерге сәйкес 31-кестеде ПБТ өндірісінің негізгі техника-экономикалық көрсеткіштері көрсетілген.

Кесте 31 – «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштар өндірісінің негізгі техника-экономикалық көрсеткіштері.

№	Көрсеткіштері	Өлшем брлігі	мәні
1.	Қондырыының өнімділігі	т/жыл	52 800
2.	Қондырғыны жұмыс істеу уақыты	күндер	330
3.	Жөндеу циклы	күндер	35
4.	Жөндеу саны	дана	1
5.	Негізгі қор құны	мың теңге	156 152,0
6.	Амортизация	%	10
7.	Капиталды жөндеу	%	4
8.	ПБТ өндіруге кететін шығын	мың теңге	3888508,8
9.	Барлық қызметкерлердің қоры ФОП	мың теңге	25 880,5
10.	Әлеуметтк аударымдар	%	30
11.	ПБТ құны	теңге/тонна	3888508,8
12.	ПБТ бағасы	теңге/тонна	73646
13.	ПБТ сатқаннан кейінгі түскен пайдасы	мың теңге	11 880 000
14.	Валды пайдасы	мың теңге	7 991 491,2
15.	Сатылымның рентабельділігі	%	67,27
16.	Шығынның рентабельділігі	%	205,51
17.	Сатылған өнімнің 1 теңгесіне шаққандағы шығыны	теңге	0,33

Экономикалық бөлім бойынша қорытындылар

Есептеулер нәтижесінде полимерлі-битумды тұтастырғыштар өндірісінің негізгі техника-экономикалық көрсеткіштері анықталды. Негізгі қордың құнын ПБТ өндіретін заманауи қондырғы құрайды. Өндірістік бағдарламаның есебі жүргізілді және қондырғының жұмыс уақыты белгіленді, ол жылына 330 күнді және қысқы кезеңде 35 күн жоспарлы жөндеу циклын құрайды.

Еңбек өнімділігін есептеу кезінде өндірістік қажетті штаттық норматив, бригадалар саны, олардың жұмыс уақыты анықталды. Барлық қызметкерлерге еңбекақы төлеудің жалпы қоры есептелді.

Жылына 52800 тонна өнім шығару кезінде полимерлі-битумды тұтастырғышын өндіруге арналған шикізат пен отын-энергетикалық құралдарға сметалық шығындар жылына 3485433,6 теңгені құрайды. ПБТ сату кезінде таза пайда жылына 7991491,2 теңгені құрады. Жүргізілген есептеулер бірінші жылы өзін-өзі өтейтінін көрсетті. Сату бағасы жол құрылысы үшін қолайлы болып табылады.

Сонымен, «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштардың өндірісі рентабельді және экономикалық негізделген болып табылады. «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштар өндірісінің экономикалық тиімділігі жылына 7991491,2 теңгені құрайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

1. Қазақстандағы жол жабындары сапасының мәселелерін шешу үшін мұнай битумдарының іргелі мүмкіндіктерімен салыстырғанда жол жабындарының беріктігін жоғарылататын, төзімділігін қамтамасыз етуге қабілетті битум негізінде жаңа материалдарды құрастыру қажет. Мұнай битумдары мен полимерлі-битумды тұтастырғыштарының құрылымы туралы заманауи көзқарастарды талдау битумдарды модифицирлеудің перспективті бағыты резина ұнтағы қосымшаларын қолдану екенін көрсетті. Сондықтан пайдаланылған шиналардың жергілікті материалдары мен техногенді қалдықтары негізінде полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алу үшін тиімді технологиясы құрастырылды.

2. Мұнай дисперсті жүйелер теориясының негізгі ережелеріне сүйене отырып, резина ұнтағын қолданумен полимерлі-битумды тұтастырғыштарды тиімді модифицирлеу принциптері тұжырымдалды. Битумдар мен асфальтбетондардың сапасын арттыру үшін пайдаланылатын «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағының физика-химиялық қасиеттері алғаш рет зерттелді, резина ұнтағының оңтайлы дисперсиялығы зерттелді және композициядағы мөлшері анықталды. Алынған нәтижелердің негізділігі мен нақтылығы зерттеудің заманауи әдістерін қолданумен расталады - энергиядисперсиялық микроанализ және құрылымдық талдау жүйелерімен JSM-6490LV растрлы электронды микроскопы және полимерлі-битумды тұтастырғыштардың құрылымдарын зерттеу үшін Shimadzu IR Prestige-21 ИҚ-Фурье спектрометрі қолданылды.

3. Резина ұнтағының технологиялық қасиеттерін жақсарту үшін (сақтау кезінде нығыздалу) алғаш рет Құлантау ісінген вермикулитінің жол мақсатындағы полимерлі-битумды композицияларының қасиеттеріне әсері зерттелді. Меншікті жазықтығы жоғары және жұқа кеуекті құрылымы бар материалмен битумның өзара әрекеттесуі нәтижесінде майлар мен шайырлардың материал ішіндегі селективті диффузиясына байланысты битумның топтық құрамы өзгереді, бұл бөлшектердің жазықтығындағы битум қабаттарының қасиеттерінің өзгеруіне және түйіршіктер бетінде берік битум қабыршақтарының пайда болуына септігін тигізеді. Полимерлі-битумды тұтастырғышының құрамында Құлантау вермикулитін пайдалану температураның кең диапазонында тұрақты адгезияны, қосымша энергетикалық сыйымдылыққа ие болатын меншікті жазықтығының ұлғаюын қамтамасыз етеді, бұл битуммен ілінісу дәрежесінің жоғарылауына септігін тигізеді. ПБТ тән ерекшелігі - зерттелетін температураның барлық интервалында ісінген вермикулитті енгізген кезде оның беріктігі жоғары болады. Құлантау ісінген вермикулитін таңдау қолжетімділігі мен салыстырмалы түрде арзандығымен анықталады. Сапалы полимерлі-битумды тұтастырғыштар алуға мүмкіндік беретін пайдалы модельге құрамы «Өзгертілген резеңке үгіндісі» патенті дайындалды және ол қорғалды.

4. Модифицирленген резина ұнтағы бар битумды тұтастырғыштарды алу процесінде болатын құрылымдық өзгерістер зерттелді. Битумды резина

ұнтағымен модифицирлеу жоғары жиілікті бөліктегі валенттік Н(ОН) жиілігінің өзгеруіне алып келеді: қарқындылығы артады, максимум 3344 см^{-1} -ден (битум спектрі) 3440 см^{-1} -ге (модифицирленген битум) дейін ығысады. Бұл өзгеріс битумның сутегі байланысының құрылымына резина ұнтағы енгізілген кезде болатын кейбір қайта құрылымдарға байланысты. Модифицирленген битум спектрінде бос радикалдардың шоғырлануын көрсететін карбонил тобына тән сіңіру жолағы, бұл молекулаішілік топтасулардың пайда болуына ықпал ететін молекулааралық өзара әрекеттесуге асфальтендердің бейімділігін анықтайтын факторлардың бірі болып табылады.

5. Полимерлі-битумды тұтастырғышының пайдалану қасиеттеріне әсер ететін факторларды талдау көрсеткендей, жоғары температурада резина ұнтағында құрылымын өзгертетін процестер басым болады, олар битуммен араластыру температурасы мен ұзақтығына байланысты резинаның толықтай құрылымының өзгеруіне алып келуі мүмкін. Одан басқа, бөлшектердің ірі дисперстілігіне және резина ұнтақтарының бетінде күйе пайда болуына байланысты резинаның белсенді толықтырғышының пиролиз процесі жүруі мүмкін, бұл тұтастырғыштың адгезиялық және когезиялық қасиеттерінің айтарлықтай нашарлауына септігін тигізеді. Битумды құрылымдау қоспаның тығыздығының жоғарылауын, ішкі үйкеліс коэффициентінің көбеюін, ығысу, соққыларға төзімділігін арттыруға, сығылу беріктігінің жоғарылауын және сынғыштықтың төмендеуін қамтамасыз етеді.

6. «ЭКО-Шина» ЖШС және «Нефтехимстрой-ЮГ» ЖШС жүргізілген тәжірибелік-өндірістік жұмыстар кәдімгі ыстық асфальтбетон қоспаларымен салыстырғанда жабындардың беткі қабаттарын орнықтыру кезінде отандық өндірістің модифицирленген резина ұнтағы бар жаңа полимерлі- битумды тұтастырғышпен асфальтбетондардың айтарлықтай артықшылығын көрсетті. Тұтастырғыштың сипаттамаларын жақсарту арқылы «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғышты қолдана отырып дайындалған асфальтбетон жабындарының қызмет ету мерзімі асфальтбетонның жарылуға, суға төзімділігі және беріктігі есебінен бірдей пайдалану жағдайларында жол битумдарын қолданған кездегі жабындардың қызмет ету мерзімінен орташа алғанда, 2-3 есе жоғары.

Сонымен, құрастырылған технология автомобиль жолдарын салу және жөндеу кезінде пайдалануға болатын қасиеттерінің ауқымы кең полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алуға мүмкіндік береді.

7. Аймақтағы экологиялық шиеленістерді және тұтастырғыштардың құнын төмендетуге мүмкіндік беретін қажетті сападағы жол жабындарын әзірлеу үшін модифицирленген резина ұнтағын қолданып полимерлі-битумды тұтастырғыштарды алудың параметрлері таңдалды және технологиялық сызбасы әзірленді. Температуралық ретін дұрыс анықтау-ПБТ дайындаудың оңтайлы температурасы- $150-170^{\circ}\text{C}$ аралықта және араластыру уақыты 5-7 сағат, жұмыс уақыты мен энергия ресурстарын үнемдеуге, қондырғының өнімділігін арттыруға және тиімділігі жоғары

битум модификаторы ретінде модифицирленген резина ұнтағының потенциалын іске асырудың ең жақсы тәсілі.

«ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі-битумды тұтастырғыштар өндірісінің экономикалық тиімділігін бағалау өндірістің экономикалық тиімді болып табылатынын көрсетті. «ЭКО-Шина» ЖШС резина ұнтағымен модифицирленген полимерлі - битумды тұтастырғыштар өндірісінің экономикалық тиімділігі жылына 7991491,2 теңгені құрайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Капустин В.М., Тонконогов В.П., Фукс И.Г. Технология переработки нефти. Часть третья. Производство нефтяных смазочных материалов. М.: Химия, 2014. – 328 с.
- 2 Колбановская А.С., Михайлов В.В. Дорожные битумы. М., Транспорт2003, – 284 с.
- 3 Гун Р.Б. Нефтяные битумы. М. «Химия»,2003. – 432 с.
- 4 Гуреев А.А., Чернышева Е.А., Коновалов А.А., Кожевникова Ю.В. Производство нефтяных битумов. М.: Изд. Нефть и газ, 2007. – 102 с.
- 5 Галдина В.Д. Модифицированные битумы: учебное пособие. Омск: СибАДИ, 2014. – 228 с.
- 6 Органические вяжущие для дорожного строительства: учеб.пособие / С.К. Илиополов и др. – Ростов н/Д: Изд-во РГСУ, 2013. – 428 с.
- 7 Печеный Б.Г. Битумы и битумные композиции / Б.Г. Печеный. – М.: Химия, 2000. – 256 с.
- 8 Калгин Ю.И. Экономическая целесообразность применения модифицированных битумов при устройстве верхних слоев асфальтобетонных покрытий / Ю.И. Калгин // Дороги России XXI века. – 2002. – № 3. – С. 69 – 71.
- 9 Бабак О.Г. Применение модифицированных вяжущих в дорожном строительстве / О.Г. Бабак, Г.Б.Старков // Дорожная техника и технологии. – 2001. – № 5. – С. 72 – 75.
- 10 Гохман Л.М. Применение полимерно-битумных вяжущих в дорожном строительстве / Л.М. Гохман // Дорожная техника и технологии. – 2001. – № 5.,с.65 – 70.
- 11 Измаилова Г.Г. К вопросу повышения качества асфальтобетона / Г.Г. Измаилова // Вестник КаздорНИИ. – 2004. – № 1(2). – С. 58 – 60.
- 12 Каганович Е.В. Полимерные модификаторы битума и асфальтобетона / Е.В. Каганович, И.И. Карцева, Г.Г. Измаилова // Вестник КаздорНИИ. – 2004. – № 1 (2). – С. 44 – 47.
- 13 Калгин Ю.И. Научные основы получения и применения дорожных материалов с использованием модифицированных битумов: автореф. дис.докт. техн. наук / Ю.И. Калгин. – Пенза, 2006. – 38 с.
- 14 Калгин Ю.И. Как продлить дорожный век / Ю.И. Калгин, В.В. Черессельский // Автомобильные дороги. – 2003. – № 1.– С. 86 – 87.
- 15 Кемалов А.Ф. Битумно-полимерные вяжущие для дорожного строительства / А.Ф. Кемалов, Т.Ф. Ганиева, Р.З. Фахрутдинов // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2011. – № 4. – С. 27 – 28.
- 16 Руденский А.В. Повышение качества дорожных битумов – актуальная задача / А.В. Руденский // Дороги России XXI века. – 2003. – № 5. – С. 79 – 80.
- 17 Руденский А.В. Применение резиновой крошки для повышения качества дорожных битумов и асфальтобетонов / А.В. Руденский, А.С. Хромов, В.А. Марь-ев // Дороги России XXI века. – 2014. – № 5. – С. 62 – 67.

- 18 Guzman B.R. Modifizierung bituminöser Bindemittel mit Polymeren // Strassen- und Tiefbau. –2007. – № 11, 16. – S. 18 – 19.
- 19 Korner M., Crein G. Verenderung der Eigenschaften bituminöser Bindemittel und Gemische durch hohpolimere Zusätze // Strasse. –2015. – № 12. – S. 501 – 506.
- 20 Худякова Т.С. Особенности структуры и свойств битумов, модифициро-ванных полимерами / Т.С. Худякова, А.Ф. Масюк, В.Н. Калинин // Дорожная техника. – 2013. – № 7. – С. 174 – 181.
- 21 Яромко В.Н. Влияние полимерных добавок на свойства асфальтобетона В.Н. Яромко // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2013. – № 2. – С. 27 – 29.
- 22 Liants modifies routiers // Revue generale des routes et des aerodromes. – 2015. – № 661. – P. 69 – 79.
- 23 Polymers for bitumen modification. – England: Exxon chemical. – 2006. –p.144.
- 24 Zenke G. Polymer – modifizierte Strassenbaubitumen in Spiegel von Literatur-ergebnissen. – Versuch eines Resummes (Teil I) // Asphaltstrassenbau. – 2015. – № 9.– S. 5 – 16.
- 25 Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии: учебник для вузов / Д.А. Фридрихсберг. – Л.: Химия, 2014. – 368 с.
- 26 Хойберг А.Дж. Битумные материалы (асфальты, смолы, пеки) / А.Дж. Хойберг. – М.: Химия, 2014. – 248 с.
- 27 Холеран Г., Мотина И. Современные технологии содержания дорожных покрытий // Интернет. – <http://libraru.stroit.ru/articles>.
- 28 Кисина А.М. Полимербитумные кровельные и гидроизоляционные материалы / А.М. Кисина, В.И. Куценко. – М.: Стройиздат, 2013. – 134 с.
- 29 Ковалев Я.Н. Активационные технологии дорожных композиционных материалов / Я.Н. Ковалев. – Минск: Белорусская Энциклопедия, 2002. – 336 с.
- 30 Кутьин Ю.А., Теляшев Э.Г., Хайрудинов И.Р., Везиров Р.Р., Викторова Г.Н., Ризванов Т.М. Анализ эффективности различных технологий производства дорожных битумов // Нефтепереработка и нефтехимия. Сб.науч.тр. ИПНХП. – Уфа, 2001. - Вып. XXXIII. – С. 34-38.
- 31 Теляшев Э.Г., Хайрудинов И.Р., Кутьин Ю.А., Оразова Г.А., Тазабекова И.М. Подбор сырья для производства дорожных битумов в Казахстане. Башкирский химический журнал. Том 15, №2, 2008. – с. 89-91.
- 32 Гуреев А.А. Производство дорожных битумов России.//Химическая технология топлив и масел. №6. М.: – 2009. – С. 6-8.
- 33 В Казахстане начато производство модифицированного битума [Электронный ресурс]. –<http://inform.kz/rus/article/2831197>. Международное Информационное Агентство Kazinform. – Астана, 2015.
- 34 Пат. 2303575 Российская Федерация, МПК С04В 0026/26. Вяжущее для дорожного строительства/ Илиополов С.К., Мардиросова И.В., Каклюгин А.В., Еремин М.Б., Горелов С.В., Строев Д.А., Лбов А.А.;

заявитель и патентообладатель авторы и РГСУ. – №2005129190/03; заявл. 19.09.2005; опубл. 27.07.2007.

35 Евдокимова, Н.Г. Отходы производства полиэтилена как модификаторы нефтяных дорожных битумов / Н.Г. Евдокимова, Н.В. Аникольчук // В сб. «Нефтяные дисперсные системы. НДС-2008»: материалы Международного Симпозиума. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2008. – С. 79-80.

36 Колышева, Е.О. Получение полимерно-битумных вяжущих / Е.О. Колышева, Н.Г. Евдокимова, Г.М. Гайнуллина // В сб. «Наука. Технология. Производство - 2014»: материалы Международной научно-технической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. – С. 8-10.

37 Нехорошева А.В., Нехорошев В.П., Дахновская Е.В. Полимерный модификатор для комплексного решения проблемы качества дорожного покрытия округа. Вестник Югорского государственного университета. Выпуск 4 (23). – 2011. с. 87–91.

38 Пат. 2181773 Российская Федерация, МПК С04L 0095/00, С08L 0023/20. Битумно-полимерное вяжущее/ Нехорошев В.П., Попов Е.А., Нехорошева А.В.; заявитель и патентообладатель Томский государственный университет, Нехорошев В.П. – №2000108065/04; заявл. 03.04.2000; опубл. 27.04.2002.

39 Пат. 2307139 Российская Федерация, МПК С08L 0095/00, С09D 0195/00. Битумно-полимерная композиция/ Керимов М.З., Сулейманов Б.А., Салманлы В.А., Гусейнов В.Г., Валиева Р.Г; заявитель и патентообладатель ГНИПУ «Газпромнефтегаз». – №2006101112/04; заявл. 12.01.2006; опубл. 27.09.2007.

40 Ягафарова Г.Г., Латыпов В.М., Московец А.В., Акчурина Л.Р., Сафаров А.Х. Новые дорожные смеси на основе крупнотоннажных отходов нефтегазовой промышленности. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 14, №5(3). Самара. 2012. – С. 872-874.

41 Пат. 2458092 Российская Федерация, МПК С08L 0095/00, С04В 0026/26, С08J 0011/00. Дорожная смесь/ Ягафарова Г.Г., Акчурина Л.Р., Федорова Ю.А., Ягафаров И.Р., Московец А.В., Фоменко В.В., Латыпов В.М., Сафаров А.Х.; заявитель и патентообладатель Уфимский гос. нефтяной техн. университет. – №2011115961/05; заявл. 21.04.2011; опубл. 10.08.2012.

42 Евдокимова, Н.Г. Влияние добавок-модификаторов на низкотемпературные и адгезионные свойства дорожных битумов / Н.Г. Евдокимова, Р.К. Галиев, А.В. Картешков // В кн. «Нефть и газ – 2001: Проблемы добычи, транспорта и переработки»: межвузовский сборник научных трудов. - Уфа, 2001.

43 Лихтерова Н.М., Мирошников Ю.П., Лобанкова Е.С., Кирилова О.И., Торховский В.Н. Особенности получения полимербитумных вяжущих. // Мир нефтепродуктов, №8. – М. 2011. – С. 24-28.

44 Внедрение новых технологий в дорожное строительство [Электронный ресурс] // crdtech.ru. — Режим доступа:

<http://crdtech.ru/index.php/publications/articles/7-2011-06-23-17-54-16>. —
Загл. с экрана.

45 Разгон Д.Р. Вторичное использование и переработка изношенных шин. 2004/1/7 [Электрон.ресурс] : [статья] / Д.Р. Разгон. — Режим доступа:

<http://www.recyclers.ru/modules/section/article.php?articleid=26> (дата обращения: 20.01.2007).

46 Шестаков В.Н., Пермяков В.Б., Ворожейкин В.М. Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий: метод.рекомендации. Омск: Изд-во СибАДИ, 1999. 240 с.

47 Строительство автомобильных дорог в России [Электронный ресурс] // provincialynews.ru—Режим доступа: http://provincialynews.ru/publ/nedvizhimost/stroitelstvo/stroitelstvo_avtomobilnykh_dorog_v_rossii/15-1-0-172.

48 ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полмерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов [Текст] / Стандартинформ. —М., 2014.

49 Вяжущие и резиноасфальтобетоны БИТРЕК. Опыт применения / ООО НПГ «ИНФОТЕХ». —М.—2014.—20 с.

50 Новые материалы в дорожном строительстве: Учеб.пособие / В.А. Веренько.—Мн.: УП «Технопринт», 2004. —170 с.

51 «Сибур» проанализировал проблему утилизации шин в России [Электронный ресурс] // sibur.colesa.ru. —Режим доступа:

<http://sibur.colesa.ru/news/10449.html>-Загл. с экрана.].2008,с9.

52 Смирнов Н.В.,Смирнов Б.М.,Булгаков А.П., Использование резиновой крошки в наполнение битума для асфальтового покрытия автодорог. //Новые технологии,2016, 17 с.

53 Состояния и перспективы развития способов переработки отходов в промышленности РТИ/ М: УНИИТЭнефтехим,2011,110с.

54 Пальгунов П.П., Сумаронов М.В. Утилизация промышленных отходов — М: Стройиздат, 2011 — 352 с.

55 Бобовин Б.Б. Утилизация отходов полимеров./ Учеб. Пособие. М: 1998г.

56 Ривин Э.М. Новые направления использования отходов нефтехимии/ М: 2014г.,78с.

57 Способы и технологии повышения характеристик асфальтобетона с помощью добавок [Электронный ресурс] — режим доступа: <http://regdorstroy.com.ua/article/additive.html>

58 Христофорова А.А., Соколова М.Д. Механоактивационный способ обработки измельченных вулканизатов // Химия в интересах устойчивого развития (2009), №4, 438 с

59 Отечественный и зарубежный опыт применения резины в дорожном строительстве [Электронный ресурс] — режим доступа: <http://www.bitrack.ru/index.php?p=opit.html>

60 Смирнов Н.В., Смирнов Б.М., Булгаков А.П., Материалы БИТРЭК – эффективное решение экологической проблемы масштабной утилизации отходов резины [Электронный ресурс], 2014 – режим доступа: <http://www.stoptovik.ru/catalog/road-material/road-materialryazan/bmrk>

61 «Сибур» проанализировал проблему утилизации шин в России [Электронный ресурс] // sibur.colesa.ru. — Режим доступа: <http://sibur.colesa.ru/news/10449.html>. 2015 — Загл. с экрана.

62 БИТУМНОРЕЗИНОВЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ БИТРЭК [Электронный ресурс] // bitrack.ru — Режим доступа: <http://www.bitrack.ru>. — Загл. с экрана.

63 СТО 61595504–002–2010. Материал композиционный «УНИРЕМ-001» на основе активного резинового порошка. Технические условия [Текст] / ООО «Уником». — Подольск: ООО «Уником», 2011. — 20 с..

64 Новые технологии получения битумно-резиновых композиционных вяжущих [Электронный ресурс] // bitumen-rubben.composite. — Режим доступа: <http://www.bitumen-rubber.com/?brc=17>. — Загл. с экрана

65 Шабаев, С. Н. Влияние размера резиновой крошки на технологические параметры получения резино-битумного вяжущего / С. Н. Шабаев, С. А. Иванов, Е. М. Вахьянов. // Молодой ученый. — 2013. — № 2 (49). — С. 75-77.

66 Девяткин В.В. Экономические условия переработки отходов [Электрон.ресурс]: [статья] / В.В. Девяткин, Ф.Ф. Гаев. — Режим доступа: <http://www.orenburg-ssi.ru/waste/getpurchase.php?getmode=id&id=3&>(дата обращения: 22.01.2007).

67 Разгон Д.Р. Вторичное использование и переработка изношенных шин. 2004/1/7 [Электрон.ресурс] : [статья] / Д.Р. Разгон. — Режим доступа: <http://www.recyclers.ru/modules/section/article.php?articleid=26> (дата обращения: 20.01.2007).

68 Прокопец В.С. Модификация дорожного асфальтобетона резиновыми порошками механоактивационного способа получения: монография / В.С. Прокопец, Т.Л. Иванова. — Омск: СибАДИ, 2012. — 116 с.

69 К.К. Сырманова, Ж.К. Алипбекова, Боташев Е.Т. Анализ использования полимерно-битумных вяжущих в Казахстане и за рубежом Труды международной научно-практической конференция «Ауэзовские чтения-17: новые импульсы науки и духовности в мировом пространстве» Шымкент, 2019. стр 280-283

70 Прокопец В.С. Органическое вяжущее на основе нефтяного гудрона и активированной резиновой крошки: уч. пособие / В.С. Прокопец, Ю.В. Иваницкий. — Омск: Академия, 2005. — 88 с.

71 Слепой Б.М. Исследование некоторых свойств асфальтобетона с добавлением резины / Б.М. Слепой и др. // Труды Союздорнии. - Вып. 34. — М.: Транспорт, 2009. — С. 83–90.

72 Соколов Ю.В. Битумно-серные вяжущие и дорожные асфальтобетоны на их основе / Ю.В. Соколов, В.Д. Галдина // Повышение

качества материалов дорожного строительного назначения. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2018. – С. 67

73 Соловьев Е.М. Получение резиновых порошков при положительных температурах и их влияние на основные свойства резин / Е.М. Соловьев, В.Б. Павлов, Н.С. Ениколопов // Каучук и резина. – 2018. – №4. – С. 6–9.

74 Усачев С.В. Механика разрушения и свойства резин, содержащих ИВ разной дисперсности /С.В. Усачев, Д.П. Емельянов, Г.М. Галыбин, Н.Л. Сергеева // Каучук и резина.–2017.–№4.–С. 27–33.

75 Полимерно-битумные вяжущие на основе СБС для дорожного строительства / Л.М. Гохман и др.– М., 2002. – 112 с. (Автомобильные дороги: Обзорная информация / Информавтодор. – Вып. 4).

76 Гезенцев Л.Б. Дорожный асфальтобетон / Л.Б. Гезенцев. – М.: Транспорт, 2015. – 350 с.

77 Гохман Л.М. Комплексные органические вяжущие материалы на основе блоксополимеров типа СБС: учеб.пособие / Л.М. Гохман. – М.: ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2004. – 584 с.

78 Платонов А.П. Полимерные материалы в дорожном и аэродромном строительстве / А.П. Платонов. – М.: Транспорт, 2014. – 157 с.

79 Полимерно-битумные вяжущие на основе СБС для дорожного строительства / Л.М. Гохман и др.– М., 2012. – 112 с. (Автомобильные дороги: Обзорная информация / Информавтодор. – Вып. 4).

80 Полимерно-битумные вяжущие на основе СБС для дорожного строительства / Л.М. Гохман и др.– М., 2012. – 112 с. (Автомобильные дороги: Обзорная информация / Информавтодор. – Вып. 4).

81 Романов С.И. Физико-химическая технология нефтяного битума и ас-фальтобетона: учеб.пособие / С.И. Романов. – Волгоград: Изд-во Волг. ГАСА, 2018. – 86 с.

82 Руденский А.В. Дорожные асфальтобетонные покрытия/ А.В. Руденский.– М.: Траснспорт,2012. – 254 с.

83 Руденский А.В. Пути улучшения качества битума / А.В. Руденский // Автомобильные дороги. – 2013. – № 4. – С. 15 – 16.

84 Ковалев Я.Н. Дорожно-строительные материалы и изделия: учеб.-метод. пособие. Минск: Новое знание. М.: ИНФРА-М, 2013. 630 с.

85 Радзишевский П. Свойства асфальтобетона на битумно-рези-новом вяжущем // Наука и техника в дорожной отрасли. 2007. — № 3. С 38-41

86 Хойберг А.Дж. Битумные материалы (асфальты, смолы, пеки) / А.Дж. Хойберг. – М.: Химия, 2014. – 248 с.

87 Холеран Г., Мотина И. Современные технологии содержания дорожных покрытий // Интернет. – <http://libraru.stroit.ru/articles>.

88 Горелышев Н.В. Асфальтобетон и другие битумоминеральные материалы / Н. В. Горелышев. – М.: МожайскТерра, 2015. – 176 с.

89 Лысихина А.И. Применение поверхностно-активных и других добавок при строительстве асфальтобетонных и подобных им дорожных покрытий / А. И. Лысихина. - М.: Автотрансиздат,

2017.56с.

90 Лысихина А.И. Применение резины для улучшения эксплуатационных качеств асфальтобетонных покрытий / А.И. Лысихина //Авт. дороги. -2016 – №8. – С. 10–11

91 Гезенцевей Л. Б. Асфальтобетон из активированных материалов / Л. Б. Гезенцевей. – М.: Стройиздат,2013. –225 с.104

92 Влияние добавок термопласта элвалой на свойства битума и асфальто-бетона / В.А. Золотарев и др. // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2004. –№1. – С. 41 – 44.

93 Галдина В.Д. Улучшение свойств дорожных битумов добавками поли-мерных модификаторов / В.Д. Галдина, Н.А. Гриневиц, Ю.В. Соколов // Тез.докл. II Международной науч.-техн. конференции «Автомобильные дороги Сибири». – Омск: Изд-во СибАДИ, 2018. – С. 129 – 131.

94 Kulash K.Syrmanova, Aktolkyn B.Agabekova, Zhanat K.Kaldybekova. Research of thermooxidative stability of bitumens of defferent chemical composition group ICITE-2018. V International scientific practical conference «Industialtechnologies and engenering», M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, November 2018,p327-331

95 Егорова Г.И., Егоров А.Н. Перспективные направления утилизации отходов нефтегазоперерабатывающей отрасли. Инженерно-методический аспект // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 10. – С. 125-129;

96 Лихтерова Н.М., Мирошников Ю.П., Лобанкова Е.С., Кирилова О.И., Торховский В.Н. Особенности получения полимербитумных вяжущих.// Мир нефтепродуктов, №8. – М. 2011. – С. 24-28.

97 Лобанов, В.В. Утилизация отходов нефтехимии в процессе производства нефтяных битумов / В.В. Лобанов, Н.Г. Евдокимова, И.Н. Михольская // В сб.: «Перспективы разработки и реализации региональных программ перехода к устойчивому развитию для промышленных регионов России»: материалы Международной научно-технической конференции. – Стерлитамак,2016,с144-152.

98 Быстров, Н.В. Перспективы применения дорожных органических вяжущих при строительстве и ремонте федеральных автомобильных дорог / Н.В. Быстров // Сб. Трудов научно-практической конференции, посвященной 50-летию образования битумной лаборатории РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.- 2013. - С. 7-9.

99 Ж.У.Мырхалыков, Т.С.Бажиров, А.Ф.Кемалов, Р.А.Кемалов, К.К.Сырманова, Е.Т.Боташев.Технология комплексной модификации битумных изоляционных материалов «Известия Академии Наук РК.» серия «Геологии и технических наук»,2018, №4, с.248-258

100 К.К. Syrmanova, Y. Botashev, A.F. Kemalov, ZH. Kaldybekova. «Research of oil road bitumen modification with low density polyethylene» Журнал «Oriental journal of chemistry» (ISSN: 09758585, Индия) 2017. Vol.33, No.(1): Pg.470-477.

101 Сырманова К.К., Боташев Е.Т., Кемалов А.Ф., Калдыбекова Ж.Б., «Особенности процессов структурообразования модифицированных битумов» Труды Международной научно –практической конференции «Ауэзовские чтения-15: Третья модернизация Казахстана –новые концепции и современные решения» посвященной 120-летию Мухтара Омархановича Ауэзова. Шымкент, 2017, том 3, с.259-262.

102 Руденская И.М. Органические вяжущие для дорожного строительства /И.М. Руденская, А.В. Руденский. – М.: Транспорт, 2014. – 229 с.

103 Кучма М.И. Поверхностно-активные вещества в дорожном строительстве

М.И. Кучма. – М.: Транспорт, 2012. – 191 с.

104 ГОСТ 22245-90 – Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.

105 КР СТ 3415-2019. Крошка резиновая. Технические условия.

106 Алипбекова Ж.К, Хамидов Б.Н., Сырманова К.К., Байжанова Ш.Б. Особенности получения резиновой крошки на «Эко-Шина», используемой для модификации дорожного битума. Материалы III международной научно-технической конференции “Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов», Ташкент, 2019, С.81-84

107 Сырманова К.К., Калдыбекова Ж.Б. Полифункциональные сорбенты: монография. – Шымкент: ЮКГУ, 2012. – 168 с.

108 Калдыбекова Ж.Б., Сырманова К.К., Ковалева А.Е., Байбазарова Э.А., Боташев Е.Т. Вермикулиты Южного Казахстана: получение, свойства, применение «Вопросы современной науки» : коллект. научн. монография / под ред. Н.Р. Красовской. - М.: Изд. Интернаука, 2018. - Т.29. -168 с.

109 Сырманова К.К., Ривкина Т.В. Товарные нефтепродукты: Учебник, Шымкент: Издательство «Элем», 2016-191 с.

110 МЕСТ 52056-2003 – СБС блоксополимерлері негізінде полимерлі-битумды жол тұтастырушы.

111 МЕСТ 11501-78 – Мұнай битумдары. Иненің ену тереңдігін анықтау әдісі.

112 МЕСТ 11505-75 – Мұнай битумдары. ДБ-150 дуктилометрінде созылғыштығын анықтау әдісі.

113 МЕСТ 52056-2003 – Полимерлі-битумды тұтастырғыштардың созылмалдылығын анықтау әдісі.

114 МЕСТ 11506-73 – Мұнай битумдары. Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасын анықтау әдісі.

115 МЕСТ 11508-74 – битумның мәрмәрмен және құммен ілінісуін анықтау әдістері.

116 Микроанализ и растровая электронная микроскопия / Под ред. Морис Ф., Мени Л., Тиксье Р./, Франция, 2018: пер. с франц.: М.: Металлургия, 2019. 392 с.

117 Практическая растровая электронная микроскопия / Под ред. Дж. Гоулдстейна и Х. Яковица. – М.: Мир, 2018. – 656 с. (электронный ресурс).

118 Пиментел Дж., Мак-Клеллан А. Л. Водородная связь.-М:Мир, 2004 -568 с.

119 Тарасевич Б.Н. Основы ИК спектроскопии с преобразованием Фурье. Подготовка проб в ИК спектроскопии. – М.: МГУ имени М.В. Ломоносова. - М.: 2012. – 22 с.

120 Reena G., Verinder S., Verinder K. Characterization of Bitumen and Modified Bitumen (e-PMB) using FT-IR, Thermal and SEM techniques // Research Journal of Chemical Sciences. - 2012. - Vol. 2(8). – P. 31-36.

121 Мырзакожа Д.А., Мирзаходжаев А.А. Современные методы исследования. -Алматы: Редакционно-издательский центр КБТУ, 2006. – 306 с.

122 К.К. Сырманова, Ж.К. Алипбекова, С.А., Сакибаева, Ж.Б. Калдыбекова, Ш.Б. Байжанова Битумдар мен асфальтбетондардың сапаларын аярттыру үшін қолданылатын резина ұнтағының физика-химиялық қасиеттерін зерттеу ҚазҰТЗУ хабаршысы №2(132), 2019, 463-466б.

123 Веселов В.И. Переработка использованных шин. Международный опыт / В.И. Веселов, Ж.В. Перлина, В.А. Марьев, Ю.А. Шувалов // Твердые бытовые отходы. – 2012. – №12. – С. 58-63

124 United Nations Statistics Division. «Обзор рынка битума 2016»: [Электронный ресурс] Режим доступа http://marketpublishers.ru/report/industry/chemicals_petrochemicals/bitumen_market_research.html.

125 Официальный сайт Фирмы «KRATON POLYMER» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.kraton.com>. 2018

126 ТУ 5718-001-58528024-04 БИТРЭК битумно-резиновые экологически чистые композиционные материалы. Технические условия - М.: ООО Научно-производственная группа “Информация и технология”, 2004 - 20 с.

127 К.К.Сырманова, Ж.К.Алипбекова, Е.Т.Боташев, Ж.Б.Калдыбекова, Ш.Б.Байжанова. Определение рационального содержания резиновой крошки при производстве полимерно-битумных вяжущих Материалы научно-практической конференции «Актуальные задачи нефтегазохимического комплекса. Добыча и переработка» г.Москва.-2019 г. С.87-88.

128 К.К. Syrmanova Z.K. Alipbekova, U.S. Suleimenov, Z.B. Kaldybekova, A.Y. Kovaleva and Y.T. Botashev Bitumen and asphalt concrete qualitative properties improvement depending on rubber crumb using Rasayan Journal of Chemistry Vol. 14 | No. 2 | 778-784 | 2021.

129 Тимершина Р.Р., Романовский В.Л., Агафонов Ю.М. Способ получения вяжущей композиции. Заявка №2004110353/04, МПК С10С 3/04, опубл. 20.10.2005

130 Гиззатуллина Я.М. Способ поверхностной модификации резиновой крошки. Патент №1545. Опубл. 23.04.2001

131 Илиополов С.К., Болдырев В.И., Мардиросова И.В., Углова Е.В., Котов В.Л., Задорожный Д.В. Патент 2186044 Российская Федерация, МПК С04В 26/26, С081,9500 Вяжущее для дорожного строительства / заявл 17.11.2000 опубл 27.07.2002 Ростовский государственный строительный университет.

132 Патент РФ № 2007113596/04, 11.04.2007. Битумно-резиновая композиция и способ ее получения // Патент России № 2327719 С1, кл. С08В95/00. Бюл. № 18. / Алексеенко В.В., Кижняев В.Н., Верещагин Л.И., и др.

133 Патент РФ № 2164927 С2, 10.04.2001. Битумно-резиновая композиция и способ ее получения // Патент России № 2164927 С2, кл. С08L 95/00. Бюл. № 12. / Розенберг Б.А., Эстрин Я.И., Эстрина Г.А.

134 Сырманова К.К., Алипбекова Ж.К., Калдыбекова Ж. Б., Байжанова Ш.Б., Суйгенбаева А.Ж., Боташев Е.Т. Модифицированная резиновая крошка (51) МПКС08F 220/26 (2006.01) Патент на полезную модель РК № 5078 от 26.06.2020 года .

135. De Araujo Medeiros M., de Oliveira D.L., Sansiviero M.T.C., Araujo M.H, Lago R.M. Use of the glycerol by-product of biodiesel to modify the surface of expanded vermiculite to produce an efficient oil absorbent // J. Chem. Technol. Biotechnol. - 2010. - №85. – P. 447–452.

136 Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б., Ботабаев Н.Е. Формирование сорбента с развитой пористостью на основе кулантауского вермикулита // Развитие наук, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных вызовов современности: тр. междунар. науч.-практ. конф., посв. 70-летию ЮКГУ им. М.Ауэзова. - Шымкент, 2013. - Т.4. - С. 59-61.

137 Гохман Л.М. О роли органических вяжущих материалов в обеспечении работоспособности асфальтобетона / Автомобильные дороги. – 2017. – №7. – С. 21–23.

138 Сырманова К.К., Агабекова А.Б., Калдыбекова Ж.Б., Боташев Е.Т. Физико-механические особенности получения композиционных битумных материалов на основе битума БНД 70/100 и кулантауского вермикулита Труды международной научно-практической конференции «АУЭЗОВСКИЕ ЧТЕНИЯ-18: Духовное наследие великого Абая» к 175 – летию Абая Кунанбаева, 2020, стр.281-285

139 Сюняев З.И. Физико-химическая механика нефтяных дисперсных систем / З.И. Сюняев. – М.: Препринт МИНГ им. И.М. Губкина, 2012. – 91 с.

140 Грудников И.Б. Производство нефтяных битумов / И.Б. Грудников.– М.:Химия, 2013. – 192 с.

141 МЕСТ Р 52056-2003. Стирол-бутадиен-стирол блок-сополимерлер негізіндегі полимер-битум жол тұтастырғыштары. Техникалық шарттар.

142 Ж.К.Алипбекова, К.К.Сырманова, Б.Н.Хамидов, С.А.Сакибаева, Ж.Б. Калдыбекова. Улучшение технологических свойств резиновой крошки в битумном вяжущем ҚазҰТУ хабаршысы, 2020, №3 (139), стр.149-153

143 МЕСТ 52056-2003 Полимерлі-битумды тұтастырғыш ПБТ-40

- 144 МЕСТ 12801-84. Жол және аэродром асфальтбетон қоспалары, жол шайырлы бетоны, асфальтбетон және гудронды бетон. Сынақ әдістері.
- 145 Колышева, Е.О. Получение полимерно-битумных вяжущих / Е.О. Колышева, Н.Г. Евдокимова, Г.М. Гайнуллина // В сб. «Наука. Технология. Производство - 2014»: материалы Международной научно-технической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. – С. 8-10.
- 146 Абдуллин А. И., Емельянычева Е. А., Усманов Т. К., Марков В. Ю. Обзор современных установок по производству модифицированных полимерами битумных вяжущих. Вестник Казанского технологического университета. № 2. том 16. – 2013. – С. 117-121.
- 147 Баскакова О.В., Сейко Л. Ф. Экономика предприятия (организации): Учебник. — М.: Изд. «Дашков и К^о», 2013. – 372 с.
- 148 Злотникова Л. Г., Лопатина С. Г., Победоносцева Н. Н. и др. Планирование на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. Учебное пособие, Ч.1, – М: 2007,212с.
- 149 Сырманова К.К., Калдыбекова Ж.Б., ХамидовБ.Н. Отандық шикізат негізінде асфальтбетон өндіру үшін полимерлі-битумды байланыстырғыштардың сапасын арттыру жолдары «Qazaqtaný» республикалық ғылыми журнал 1 (9) 03 / 2021, с.201-211.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ **РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН**

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ
PATENT

№ **5078**

ПАЙДАЛЫ МОДЕЛЬГЕ / НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ / FOR UTILITY MODEL



(21) 2020/0096.2

(22) 03.02.2020

(45) 26.06.2020

(54) Өзгертілген резенке үгіндісі
Модифицированная резиновая крошка
Modified asphalt rubber

(73) Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің «М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны (KZ)
Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Южно-Казакстанский государственный университет имени М.Ауэзова» Министерства образования и науки
Республики Казахстан (KZ)
«M. Auezov South Kazakhstan State University» Republican State Enterprise on the Right of Economic Management of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (KZ)

(72) Сырманова Күләш Керімбаевна (KZ)	Syrmanova Kulyash Kerimbayevna (KZ)
Алипбекова Жамиля Кожаяғдылиевна (KZ)	Alipbekova Zhamilya Kozhageldiyevna (KZ)
Калдыбекова Жанат Байжановна (KZ)	Kaldybekova Zhanat Baizhanovna (KZ)
Сүйгенбаева Алия Жолдасбековна (KZ)	Suigenbayeva Aliya Zholdasbekovna (KZ)
Боташев Ерсултан Тургимбекович (KZ)	Botashev Yersultan Turgimbekovich (KZ)
Байжанова Шолпан Байжановна (KZ)	Baizhanova Sholpan Baizhanovna (KZ)



ЭЦҚ қол қойылды
Подписано ЭЦП
Signed with EDS

Е. Қуантыров
Е. Қуантыров
Y. Kuantyrov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of the «National Institute of Intellectual Property» RSE

Патентті күшінде ұстау ақысы уақытылы төленген жағдайда патенттің күші
Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында қолданылады.

Патентке пайдалы модельдің толық сипаттамасы www.kazpatent.kz ресми сайтында
«Қазақстан Республикасының өнертабыстарының мемлекеттік тізілімі» бөлімінде қолжетімді.

Действие патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан
при условии своевременной оплаты поддержания патента в силе.

Full description of the patent for utility model is available on the official website www.kazpatent.kz
in the section «State Register of Inventions of the Republic of Kazakhstan».

Subject to timely payment for the maintenance of the patent in force
the patent shall be effective on the entire territory of the Republic of Kazakhstan.

Full description of the patent for utility model are available on the official website www.kazpatent.kz
in the section «State Register of Inventions of the Republic of Kazakhstan».



Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің
«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМҚ
Нұр-Сұлтан қаласы, Мәңгілік Ел даңғылы, ғимарат 57А

РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Министерства юстиции Республики Казахстан
Город Нур-Султан, проспект Мангилик Ел, здание 57А

«National Institute of Intellectual Property» RSE,
Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan
Nur-Sultan, 57A Mangilik El Avenue

Tel./Tel.: +7 (7172) 62-15-15
E-mail: kazpatent@kazpatent.kz
Website: www.kazpatent.kz

«Согласовано»
Проректор по ИР и И
ЮКУ им.М.Ауэзова
Сулейменов У.С.
«16» «05» 2021г.

«Утверждаю»
Директор «ТОО Нефтехимстрой-Юг»
Сақыбаев Б.А.
«16» «05» 2021г.

АКТ № 371
от «16» «05» 2021г.

о производственных испытаниях полимерно-битумных вяжущих, модифицированных резиновой крошкой «ЭКО Шина»

Мы, нижеподписавшиеся представители «ТОО Нефтехимстрой-Юг» с одной стороны: главный технолог Укибаев Е.Д., начальник участка Алиев Н.Н., мастер подготовительного цеха №3 Шевченко К.Е. и представители ЮКГУ им.М.Ауэзова, с другой стороны д.т.н., профессор кафедры «Нефтепереработка нефтехимия» Сырманова К.К., докторант PhD Алипбекова Ж.К., доцент кафедры «ТиБПП» Калдыбекова Ж.Б., доктор PhD Боташев Е.Т., магистрант Жумабай Н.С. составили настоящий акт о том, что с 10 сентября 2020 года по 10 марта 2021 года на территории «ТОО Нефтехимстрой-Юг» были проведены промышленные испытания полимерно-битумных вяжущих, модифицированных резиновой крошкой «ЭКО Шина».

Неотъемлемым условием динамики национальной экономики выступает развитие и поддержание эффективного функционирования транспортной инфраструктуры, поддерживающей целостность и непрерывность хозяйственных взаимодействий. В этой связи проблема создания и последующего совершенствования методики оценки качества дорожных покрытий с учетом территориальных особенностей их эксплуатации является актуальной проблемой.

Рост требования к транспортно-эксплуатационным характеристикам асфальтобетонных покрытий, связанный с ростом скоростей движения и увеличением количества тяжелых и сверхтяжелых грузовых автомобилей в составе движения на ряде магистральных дорог, отчетливо выявляет недостаточность существующего в настоящее время уровня качества дорожных битумов. В отечественной нефтепереработке, выпускаемые по остаточному принципу битумы по своим основным свойствам не отвечают требованиям усложнившихся условий эксплуатации дорог. Фактически наблюдается исчерпание возможностей нефтяных битумов как вяжущих для асфальтобетонов. По этой причине сокращаются сроки службы дорожных асфальтобетонных покрытий, происходит преждевременный выход из строя асфальтобетонных покрытий вследствие интенсивного развития повреждений в виде колеи, пластических деформаций, шелушения, трещин, выбоин и др. Агрессивное воздействие условий окружающей среды, техногенные и климатические факторы также оказывают существенное влияние. Поэтому созданию и внедрению новых комплексных вяжущих для дорожных асфальтобетонов, способных повысить срок службы дорог и их качество, придается большое значение.

Применение высококачественных вяжущих материалов, обеспечивающих продление сроков службы дорожных асфальтобетонных покрытий, способствует сокращению затрат на их ремонт и содержание. В связи с этим актуальной является задача организации производства и применения комплексных битумных вяжущих, в которых битум, как валовой продукт, производимый в больших масштабах, служит основой, а необходимый уровень качества, от которого зависят эксплуатационные характеристики асфальтобетонов, достигается за счет введения разного рода модифицирующих компонентов. Эти компоненты должны обеспечивать требуемое повышение адгезионных свойств, расширение интервала

пластичности и повышение стабильности свойств вяжущих. Естественно, выбор типа модифицирующих добавок должен отвечать реальным условиям эксплуатации автомобильных дорог. Так, например, в районах с влажным климатом первоочередной задачей является повышение адгезионных свойств вяжущих, в районах с континентальным климатом - расширение интервала пластичности и повышение упругих свойств, везде необходима высокая устойчивость вяжущего к старению.

В целях повышения качества и сроков службы вяжущих материалов на основе битумов в ЮКУ им.М.Ауэзова, начиная с 2017 г. были проведены работы по исследованию наиболее эффективных способов модификации битумов. Эти работы позволили сформулировать основные научно-технические и экономические требования к технологии модифицирования нефтяных битумов, продуктами которой являются вяжущие и герметизирующие материалы для дорожного, с их характерными свойствами. Прделанная в этом направлении работа по анализу отечественного и зарубежного опыта позволила сделать вывод, что одним из наиболее перспективных способов получения комплексных битумных вяжущих повышенного качества является использование в качестве модифицирующего компонента отечественных битумов - резиновой крошки.

В работе использован нефтяной дорожный битум марки БНД 70/100. Шымкентского битумного завода ТОО «Газпромнефть - Битум Казахстан», резиновая крошка с производства ТОО «ЭКО Шина»(г.Шымкент).

В таблице 1 и 2 представлены физико-механические свойства отечественного битума и резиновой крошки ТОО «ЭКО-Шина».

Таблица 1 – Физико-механические свойства БНД 70/100

№	Показатель	Значение
1.	Глубина проникания иглы, 0,1 мм:	
	при 25 °С	75
	при 0 °С	22
2.	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	48
3.	Растяжимость при 25°С, см	115
4.	Температура хрупкости, °С	-20
5.	Температура вспышки, °С	240

На ТОО «ЭКО-Шина» (г.Шымкент) из старых покрышек выпускают крошку размером 5-40 (до 0.42 мм). Крошка получается на механическом оборудовании для переработки автомобильных шин путем дробления покрышек с металлическим и текстильным кордом.

Таблица 2 – Показатели резиновой крошки ТОО «ЭКО - Шина», используемой для модифицирования вяжущих

	Показатели	Значение
1	Чистота резиновой крошки	99,8%
2	Включения металла	менее 0,1%
3	Включения текстильного волокна	в пределах 0,2%
4	чистота сепарации по фракциям	высокая
5	Цвет	черный
6	Эффект термоокисления	отсутствует
7	Плотность	0,35 -0,45
8	Вулканизация, ОС	155
9	Условная прочность растяжения, МПа	14,7
10	Относительное удлинение, %	500 -750
11	Соппротивление раздиру, кН/м	59 - 88

Для повышения долговечности полимерно-битумного вяжущего и улучшения реологических характеристик, значительное снижение себестоимости за счет увеличения сроков эксплуатации дорожного асфальтового покрытия в состав вводилась модифицированная резиновая крошка. Подготовка полимерно-битумных вяжущих проводилась согласно патента №5078 от 26.06.2020 года «Модифицированная резиновая крошка» (авторы - Сырманова К.К., Алипбекова Ж.К. и др.)

В результате исследований, проведенных докторантом Алипбековой Ж.К. в период с 2018 по 2021 гг., была разработана новая технология химического совмещения нефтяных битумов с мелкодисперсной резиновой крошкой, направленная, в основном, на улучшение качества отечественных битумов, свойства которых не отвечают современным эксплуатационным требованиям.

При разработке технологии использовался комплексный подход, учитывающий физико-механические и химические процессы, происходящие как в исходных битумах так и в смесях с резиной и в конечных продуктах - асфальтобетонах дорожных покрытиях.

Технология основана на добавлении в смесь битума с резиновой крошкой вспученного кулантауского вермикулита. В результате частицы резины объединяются как между собой, так и с высокомолекулярными компонентами битума в гетерогенную, армирующую, полимерную пространственную структуру с помощью химических связей. Стабильность всей дисперсной гетерогенной системы, высокую и долговременную адгезию вяжущего обеспечивают полярные молекулярные группы, введенные в большом количестве в структуру материала в процессе его приготовления. За счет такой структуры у вяжущего появляется достаточная для эксплуатационных целей эластичность. Вяжущее становится устойчиво к сегрегации резиновой крошки и воздействию высоких (кратковременно до 250⁰С) технологических температур.

Таблица 3 - Сравнительные физико-механические характеристики битумных вяжущих, содержащих модифицированную крошку.

№	Показатели	Предлагаемый состав							ПБВ 60
		1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	
1	Глубина проникания иглы, 0,1 мм: при 25 ⁰ С при 0 ⁰ С, не менее	75	54	52	53	50	52	54	60
		22	18	16	14	19	15	16	32
2	Температура размягчения по кольцу и шару, ⁰ С	48	50	54	55	56	54	55	54
3	Температура хрупкости, ⁰ С	-20	-13	-9	-12	-10	-13	-11	-20
4	Растяжимость, см: при 25 ⁰ С при 0 ⁰ С	65	65	70	80	78	58	60	25
		32	35	28	44	48	56	54	11
5	Эластичность	55	59	63	67	66	63	64	70

- При различных содержаниях резиновой крошки и вермикулита

При сравнении с известными аналогичными битумными Опытно-производственные работы проводились на территории ТОО «Нефтехимстрой-Юг». На измельчительной установке ударного действия УИС-2У производительностью до 2-х тонн в час был произведен выпуск опытной партии смеси модифицированной крошки и песка (в отношении 1:2 по массе) в количестве 1000 кг. Затем полученная смесь в количестве 3 % от массы минеральной части вводилась в асфальтобетонную смесь. В марте 2021 года, были проведены испытания вырубок асфальтобетонного покрытия. Результаты опытно-производственных исследований приведены в табл.4.

Таблица 4 - Результаты опытно-производственных испытаний

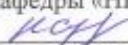
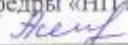



Перечень показателей свойств	Результаты испытаний		Значение по ГОСТ 9128-97 для асфальтобетонных покрытий
	вырубок асфальтобетонного покрытия (используемый)	вырубок асфальтобетонного покрытия (предлагаемый)	
Предел прочности при сжатии, Мпа при температурах, °С:			
20	4,4	3,6	Не менее 2,2
50	1,41	1,37	Не менее 1
0	10,8	10,7	Не более 12
Водонасыщение, % по объёму	1,29	1,27	1,5-4,0
Коэффициент водостойкости после длительного водонасыщения	0,92	0,98	0,75

Полимерно-битумное вяжущее является экологически чистым материалом, в которых имеющиеся как в битуме, так и в резине токсичные соединения, по-видимому, химически связываются, и поэтому их выделение незначительно. Проведенные испытания показали, что по своим санитарно-гигиеническим свойствам эти вяжущие материалы более чистые, чем битум, и отвечают самым жестким экологическим требованиям. Резиновая крошка в составе вяжущего выступает в роли частиц полимерного компонента, которые осуществляют дисперсно-эластичное армирование асфальтобетона.

Опытно-производственные работы, проведенные на ТОО «ЭКО-Шина показали значительное преимущество асфальтобетонов на таком битумно-резиновом вяжущем с модифицированной резиновой крошкой отечественного производства при устройстве верхних слоев покрытий в сравнении с традиционными горячими асфальтобетонными смесями. Проверка опытных участков зафиксировала значительно лучшее состояние по сравнению с соседними участками, выполненными с использованием немодифицированных битумов. Асфальтобетонные покрытия находятся в хорошем состоянии, повреждения покрытия, трещины, келейность, выпотевания вяжущего отсутствуют. Расположенные рядом контрольные участки имеют повреждения в виде сетки мелких трещин, шелушения поверхности, пятен, келейности. общая площадь которых составляет более 10 % от общей площади покрытия.

Таким образом, разработанная технология позволяет получать полимерно-битумные вяжущие с широким диапазоном свойств, которые могут быть использованы при строительстве и ремонте автомобильных дорог.

От ЮКУ им. М.Ауэзова :

д.т.н., профессор кафедры «НП и НХ»
 Сырманова К.К. 
 докторант PhD кафедры «НП и НХ»
 Алипбекова Ж.К. 
 Доцент кафедры «ТиБШ»
 Калдыбекова Ж.Б. 
 Доктор PhD
 Боташев Е.Т. 
 Магистрант
 Жумабай Н.С. 

От ТОО «Нефтехимстрой-Юг»

Главный технолог
 Укибаев Е.Д. 
 Начальник участка
 Алиев Н.Н. 
 Мастер подготовительного цеха №3
 Шевченко К.Е. 



<p>«Согласовано» Проректор по НР и И ЮКУ им. М. Ауэзова Сулейменов У.С. 2021г.</p>	<p>«Утверждаю» Директор ТОО «ЭКО-Шина» Айгенжеев Б.Н. 2021г.</p>
--	--

АКТ № 015
от « 26 » « 10 » 2021г.

о производственном выпуске и промышленных испытаниях резино-битумных вяжущих, модифицированных резиновой крошкой ТОО «ЭКО -Шина»

Мы, нижеподписавшиеся представители ТОО «ЭКО-Шина» с одной стороны: заместитель директора по технологии и коммерческим вопросам Масалова Н.П., технолог Рубанов В.И., мастер участка Сайдалиев С. и представители ЮКУ им.М.Ауэзова, с другой стороны д.т.н., профессор кафедры «Нефтепереработка нефтехимия» Сырманова К.К., докторант PhD Алипбекова Ж.К., доцент кафедры «ТиБПП» Калдыбекова Ж.Б., ст.преп.Байжанова Ш.Б., магистрант Максут Ф.Б. составили настоящий акт о том, что с 29 марта 2021 года по 29 сентября 2021 года на территории ТОО «ЭКО-Шина» были проведены промышленные испытания полученных резино-битумных вяжущих, модифицированных резиновой крошкой ТОО «ЭКО-Шина».

Важнейшим направлением в создании и совершенствовании существующих дорожно-строительных технологий является использование вторичных материальных и топливно-энергетических ресурсов. Эффективность комплексного использования природных и сырьевых ресурсов доказана многочисленными исследованиями и подтверждена практикой с другой стороны, многочисленные отходы производства и потребления создают большие экологические проблемы во всех регионах республики Казахстан и за рубежом. В настоящее время объемы захоронения отходов на свалках и полигонах значительно возрастают. В этой связи все более остро встает вопрос об увеличении доли утилизации отходов. На сегодняшний день процент утилизации шин в стране незначителен по отношению к размеру ввоза. Так, в Казахстане утилизируется лишь до 10% от общего объема шин, остальной объем идет на захоронение. Сегодня шины перерабатывают в активную резиновую крошку, которая используется в составе асфальтового покрытия, тем самым улучшая его прочность. Помимо этого, из переработанных шин производят трубки для подпочвенного орошения, которые помогают более экономно расходовать поливную воду. Преимущества подобных проектов в том, что сырье для переработки остается практически бесплатным.

Экономическое значение данной проблемы заключается в том, что изношенные шины содержат резины, технические свойства

которых близки к первоначальным, большое количество армирующих текстильных и металлических материалов, что является источником экономии природных ресурсов. Поэтому в связи с прогнозируемым увеличением объемов изношенных шин актуален поиск путей использования отработанных резиновых шин в других областях, в частности: в дорожном строительстве в качестве модификатора битума; для изготовления резинобитумных мастик, кровельных материалов, композиционных материалов; для изготовления резиновых изделий с высокой стойкостью к истиранию, для изготовления плит различного назначения и др.

Анализ возможных объемов применения резиновой крошки по различным областям ее использования позволяет утверждать в качестве одного из самых перспективных. Существующая практика использования традиционных битумов для дорожного строительства приводит к быстрому изнашиванию дорожного полотна, из-за чего выделяемое государством средства уходят не на строительство, а на ремонт старых дорог. Применение же полимерно-битумных вяжущих дает возможность расширения применения температурного диапазона, улучшения эластопластических характеристик, повышенного сопротивления старению и др. Перечисленные преимущества сильно связаны с видом использованной битумной основы и полимера, а также с типом применяемого при модификации технологического процесса.

Эффективным способом улучшения эксплуатационных свойств асфальтобетона является модификация их резиновой крошкой, уменьшающая остаточные деформации покрытия и чувствительность к температурным колебаниям, снижающая уровень вибрации от движения транспорта, расширяющая температурный интервал работоспособности материала. Использование резиновой крошки в качестве вторичного композиционного сырья в дорожном строительстве частично решает проблему экономии битума, утилизации изношенных резинотехнических изделий и связанные с ней экологические проблемы охраны окружающей среды

В рамках программы фундаментальных исследований на кафедре «Нефтепереработка и нефтехимия» ЮКУ им. М. Ауэзова были выполнены исследовательские работы по исследованию наиболее эффективных способов модификации битумов. Эти работы позволили сформулировать основные научно-технические и экономические требования к технологии модифицирования нефтяных битумов, продуктами которой являются вяжущие и герметизирующие материалы. Проведенная в этом направлении работа по анализу отечественного и зарубежного опыта позволила сделать вывод, что одним из наиболее перспективных способов получения комплексных битумных вяжущих повышенного качества является использование в качестве модифицирующего компонента отечественных битумов - резиновой крошки.

В работе использован нефтяной дорожный битум марки БНД 70/100. Шымкентского битумного завода ТОО «Газпромнефть-Битум Казахстан», резиновая крошка с производства ТОО «ЭКО-Шина» (г. Шымкент).

В таблице 1 и 2 представлены физико-механические свойства отечественного битума и резиновой крошки ТОО «ЭКО-Шина».

Таблица 1 – Физико-механические свойства БНД 70/100

№	Показатель	Значение
1.	Глубина проникания иглы, 0,1 мм:	
	при 25 °С	75
	при 0 °С	22
2.	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	48
3.	Растяжимость при 25°С, см	115
4.	Температура хрупкости, °С	-20
5.	Температура вспышки, °С	240

Таблица 2 – Показатели резиновой крошки ТОО «ЭКО-Шина», используемой для модифицирования вяжущих

	Показатели	Значение
1	Чистота резиновой крошки	99,8%
2	Включения металла	менее 0,1%
3	Включения текстильного волокна	в пределах 0,2%
4	чистота сепарации по фракциям	высокая
5	Цвет	черный
6	Эффект термоокисления	отсутствует
7	Плотность	0,35 -0,45
8	Вулканизация, 0С	155
9	Условная прочность растяжения, МПа	14,7
10	Относительное удлинение, %	500 -750
11	Сопротивление раздиру, кН/м	59 - 88

Для повышения долговечности полимерно-битумного вяжущего и улучшения реологических характеристик, значительное снижение себестоимости за счет увеличения сроков эксплуатации дорожного асфальтового покрытия в состав вводилась модифицированная резиновая крошка. Подготовка полимерно-битумных вяжущих проводилась согласно патента №5078 от 26.06.2020 года «Модифицированная резиновая крошка», разработанного авторами Сырманова К.К., Алипбекова Ж.К. и др.

При разработке технологии использовался комплексный подход, учитывающий физико-механические и химические процессы, происходящие как в исходных битумах так и в смесях с резиной и в конечных продуктах - асфальтобетонах дорожных покрытиях.

Технология основана на добавлении в смесь битума с резиновой крошкой вспученного кулантауского вермикулита. В результате частицы резины объединяются как между собой, так и с высокомолекулярными компонентами битума в гетерогенную, армирующую, полимерную пространственную

структуру с помощью химических связей. Стабильность всей дисперсной гетерогенной системы, высокую и долговременную адгезию вяжущего обеспечивают полярные молекулярные группы, введенные в большом количестве в структуру материала в процессе его приготовления. За счет такой структуры у вяжущего появляется достаточная для эксплуатационных целей эластичность. Вяжущее становится устойчиво к сегрегации резиновой крошки и воздействию высоких (кратковременно до 250⁰С) технологических температур. Затем полученное резино-битумное вяжущее было использовано в образцах асфальтобетонов.

Физико-механические характеристики полимерно-битумных вяжущих на различных марках битумов приведены в таблице 3.

Таблица 3- Сравнительные данные полимерно-битумных вяжущих на различных марках битумов

Наименование показателей	Полимерно-битумные вяжущие на различных марках битумов				
	200/300	130/200	90/130	60/90	70/100
1	2	3	4	5	6
Глубина проникания иглы, дмм: при 25 °С, не менее	201-300	131-200	91-130	61-90	40-60
при 0 °С, не менее	30	25	20	15	10
Температура размягчения, °С, не ниже	40	44	48	52	56
Температура хрупкости, °С, не выше	-32	-28	-24	-20	-16
Растяжимость при 0 °С, см, не менее	15	10	8	6	4
Растяжимость при 25 °С, см, не менее	22	18	14	12	10
Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более	6	6	5	5	5
Эластичность при 0 °С, %, не менее	30	30	30	30	30
Сцепление с песком	Выдерживает по образцу № 2				
Размер неоднородностей, мм, не выше	2				

Исследования физико-механических свойства асфальтобетона на битуме БНД 70/100 и РБВ указывают, что асфальтобетоны на РБВ характеризуются более высокими показателями теплоустойчивости, водо- и морозостойкости (табл. 4).

Табл.4-Физико-механические свойства асфальтобетона на битуме БНД 70/100 и РБВ

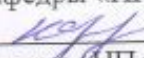
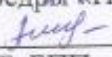
№№	Показатель	*БНД 70/100	**РБВ с модифицированной резиновой крошкой
1	Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре:		
		20 °С	2,62
		50 °С	0,75
		0 °С	6,25
		-20 °С	11,05
2	Коэффициент водостойкости	0,95	1,0
3	Предел прочности при растяжении, МПа, при температуре:		
		20 °С	0,55
		0 °С	2,73
		-20 °С	4,74
4	Коэффициент морозостойкости	0,78	0,84

*БНД-битум нефтяной дорожный
 **РБВ-резино-битумное вяжущее

Визуальный осмотр асфальтобетонных покрытий показал, что они находятся в хорошем состоянии, повреждения покрытия отсутствуют. При этом сравнительные образцы покрытий имели мелкие трещины, шелушения поверхности, пятна, общая площадь которых составляет более 15% от общей площади покрытия.

Таким образом, разработанная технология получения резино-битумного вяжущего с модифицированной резиновой крошкой ТОО «ЭКО-Шина» позволяет получать резино-битумные вяжущие с широким диапазоном свойств, которые могут быть в дальнейшем использованы при строительстве и ремонте автомобильных дорог.

От ЮКУ им. М.Ауэзова :

д.т.н., профессор кафедры «НП и НХ»
 Сырманова К.К. 
 докторант PhD кафедры «НП и НХ»
 Алипбекова Ж.К. 
 Доцент кафедры «ТиБПП»
 Калдыбекова Ж.Б. 
 Ст. преподаватель
 Байжанова Ш.Б. 
 Магистрант
 Максут Ф.Б. 

От ТОО «ЭКО-Шина»

Зам. директора по технологии и
 коммерческим вопросам
 Масалова Н.П. 
 технолог Рубанов В.И. 
 мастер участка Сайдалиев С. 

