

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Химиялық және биологиялық технологиялар институты

УДК:691.1(043)

Елемесова Г.К.

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

«Мұнай битумдарының әртүрлі сипаттағы полимерлермен өзара әрекеттесуін
зерттеу»


7M07109- «Көмірсутек қосылыстарының химиялық инженериясы»
мамандығы

Ғылыми жетекші
PhD, ассоц. профессор


 _____ С.З.

Наурызова
«_16_» _маусым_ 2021 ж.

Пікір беруші
Химия ғылымдарының
кондидаты, доцент


 _____ Р.К. Ашкеева
«_16_» _маусым_ 2021 ж.

Норма бақылау
Лектор

 _____ М.Е. Нұрсұлтанов
«_16_» _маусым_ 2021 ж.

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі
PhD, ассоц. профессор

 _____ Х.С.Рафикова
«_16_» _маусым_ 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Химиялық және биологиялық технологиялар институты

Химиялық және биотехнологиялық инженерия кафедрасы

7M07109- Көмірсутек қосылыстарының химиялық инженериясы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассоц. профессор

 _ Х.С.Рафикова

«_16_»_маусым_2021 ж.

Магистрлік диссертацияны орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Елемесова Гаухаргүл Каирмуханқызы

Тақырыбы «Мұнай битумдарының әртүрлі сипаттағы полимерлермен өзара әрекеттесуін зерттеу»

Университет Ректорының 2019 жылғы «14» қараша №353-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2021 ж «22» маусым

Магистрлік диссертацияның бастапқы берілістері

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі

а

а) Полимер –битумды қоспалар дайындау және олардың эксплуатациялық ~~қасиеттерін зерттеу~~ құрамын анықтау;

б) Битумның құрылымдық типін анықтау;

в

г

Модификациялау блогын қосу.
Ұсынылатын негізгі әдебиет 42 атау




Магистрлік диссертацияны дайындау

КЕСТЕСІ


Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Битумдар және оларды модификациялау туралы әдеби деректерді талдау		
Тәжірибелік бөлім. Жұмыс тақырыбы бойынша тәжірибелік зерттеулер		
Магистрлік диссертацияны басып шығару үшін дайындау		

Магистрлік диссертация бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Әдеби шолу	PhD, асоц. профессор Наурызова С.З.	16.06.2021ж	
Тәжірибелік бөлім	PhD, асоц. профессор Наурызова С.З.	16.06.2021ж	
Норма бақылау	Лектор М.Е. Нұрсұлтанов	16.06.2021ж.	

Ғылыми жетекші _____  _____ С.З. Наурызова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____  _____ Г.К. Елемесова

Күні « 16 » _____ маусым _____ 2021 ж.

РЕФЕРАТ

Магистрлік жұмыс 56 бет., 14 сур., 6 кесте, 42 әдеби деректерден тұрады.

МҰНАЙ БИТУМДАРЫНЫҢ ӘРТҮРЛІ СИПАТТАҒЫ ПОЛИМЕРЛЕРМЕН ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУІН ЗЕРТТЕУ

Зерттеу немесе зерттемелер нысаны: Зерттеу нысаны ретінде алынған зат –Қаражанбас кенорнының мұнайынан алынған БНД 90/130 маркалы битум. Полимерлер: екіншілік полиэтилен, резина үгінділері.

Жұмыстың мақсаты: Әртүрлі қоспаларды қолдану арқылы битумның эксплуатациялық қасиеттерін жақсарту. Жол жасау жұмыстарының қолайлы әрі тиімді жасалу жолдарын ұсыну.

Зерттеу әдістері: пенетрация шамасын стандартты әдістерге сәйкес, сақиналы және шарлы құрылғыдағы жұмсарту температурасын, дуктилометрдегі созылу беріктігінің шегін, пенетрация индексін, зерттелетін материалдың адгезиясының шамасын бағалады.

Зерттеу нәтижелері және олардың жаңалығы: Полимер- битум композицияларының эксплуатациялық қасиеттері зерттелді.

РЕФЕРАТ

Магистерская работа содержит 56 стр, 14 рисунков, 6 таблиц и 42 источников.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ С ПОЛИМЕРАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Объект исследования или разработки: вещество полученное в качестве объекта исследования –битум марки бнд 90/130 из нефти месторождения Каражанбас. Полимеры: вторичный полиэтилен, резиновая крошка.

Цель работы: улучшение эксплуатационных свойств битума с использованием различных добавок. Предложить оптимальные и эффективные пути создания дорожных работ.

Методы исследования: оценивали величину пенетрации по стандартным методикам, температуру размягчения в кольцевом и шаровом устройстве, предел прочности при растяжении на дуктилометре, индекс пенетрации, величину адгезии исследуемого материала.

Результаты исследований и их новизна: исследованы эксплуатационные свойства полимерно - битумных композиций.

ESSAY

Master's thesis 56 p., 14 figures, 6 tables and 42 sources.

INVESTIGATION OF THE INTERACTION OF PETROLEUM BITUMEN WITH POLYMERS OF DIFFERENT NATURE

Object of research or development: a substance obtained as an object of research-bitumen of the BND 90/130 brand from the oil of the Karazhanbas field. Polymers: secondary polyethylene, rubber crumb.

The purpose of the work: to improve the operational properties of bitumen using various additives. Offer optimal and effective ways to create road works.

Methods of research: the value of penetration according to standard methods, the softening temperature in the ring and ball device, the tensile strength on the ductilometer, the penetration index, the value of adhesion of the studied material were evaluated.

Research results and their novelty: the operational properties of polymer - bitumen compositions are investigated.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	
1 Әдеби шолу	9
1.1 Битумдар туралы жалпы мәліметтер	9
1.2 Модификацияланған битумдар туралы жалпы мәліметтер	11
1.3 Мұнай битумдарының құрамы мен құрылымы	13
1.3.1 Мұнай битумының құрамы	13
1.3.2 Битум құрылымы	17
1.3.3 Битумның құрылымдық түрін бағалау әдістері	26
2 Тәжірибелік бөлім	36
2.1 Зерттеу нысаны	36
2.2 Битумның құрылымдық типін анықтау жолдары	39
2.3 Полимер-битумды тұтқыр қоспа дайындау әдістемесі	40
2.4 Битумды талдау әдістемесі	41
3 Нәтижелер мен талдаулар	44
3.1 Битумға полимерлердің әсерін зерттеу нәтижесі	44
3.2 Модификацияланған битумның тас материалдарымен жабысуын анықтау әдісі	47
3.3 Резеңке үгінділерінің битумның эксплуатациялық қасиеттеріне әсері	48
4 Модификациялау блогы	50
Қорытынды	52
Белгілеулер мен қысқартпалар	53
Қолданылған әдебиеттер	54

КІРІСПЕ

Автокөлік жолдарын жақсарту мәселесі ел экономикасының дамуы тұрғысынан да, халықтардың негізгі бөлігінің өмір сүру сапасы тұрғысынан да ежелден бері ең елеулі проблемалардың бірі, автомобиль жолдары желісінің өсу қарқынының және олардың техникалық параметрлерінің жақсаруының (бірінші кезекте қозғалыс жолақтары санының) автомобиль көлігі санының ұлғаю қарқынына сәйкес келмеуі біздің елімізде экономиканың даму қарқынын тежейтін айқын факторға айналды. Ірі қалалар мен іргелес өңірлерде автокөлік қозғалысының орташа жылдамдығының төмендеуі халықтың наразылығын тудырады, себебі автомобиль жұмысқа және үйге негізгі қозғалыс құралы болып табылатын халықтың нақты бөлігінің өмір сүру сапасының төмендеуі. Басқаша айтқанда, осыдан ең үлкен шығындар халықтың экономиканың дамуын қамтамасыз етуі керек бөлігіне түседі. Осының салдарынан автомобиль жолдары желісін дамыту іс жүзінде ел экономикасын дамытудың басым бағыттарының баламасыз құрамдас бөлігі болып табылады. Жол қорларын қалпына келтіру – аумақтық және аймақтық, автомобиль көлігінің өсу қарқыны мен автомобиль жолдары желісінің дамуы арасындағы сәйкессіздіктерді жою үшін мемлекет жасаған маңызды қадам. Бұл ретте жүргізілетін жол-құрылыс жұмыстарының сапасын қамтамасыз ету маңызды міндет болып табылады. Ол жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдарының елеулі бөлігінің көлік-пайдалану көрсеткіштерін елеулі жақсарту қажеттігінен туындайды.

Жұмыстың мақсаты: Әртүрлі қоспаларды қолдану арқылы битумның эксплуатациялық қасиеттерін жақсарту. Жол жасау жұмыстарының қолайлы әрі тиімді жасалу жолдарын ұсыну.

Жұмыс мақсатына жету үшін қойылған тапсырмалар:

- Битумның топтық құрамын анықтау;
- Битумды қоспалар дайындау және олардың эксплуатациялық қасиеттерін зерттеу;
- Битумның құрылымдық типін анықтау;
- Модификациялау блогын қосу.

1 Әдеби шолу

1.1 Битумдар туралы жалпы мәліметтер

Битум-ең көне құрылыс және әрлеу материалы. Ежелгі көшірмелердің ұштарын бекіту үшін қолданылатын және ыдыстарды су өткізбейтін етіп жасайтын табиғи битумның - "жер қойнауының" қасиеттері туралы ежелгі адам неолит дәуірінде - кейінгі тас дәуірінде білген.

Битум латын тілінде (bitumen – тау шайыры) жер қойнауында қатты тұтқыр сұйық және пластикалық күйде жататын көмірсутектік шикізат. Битум жоғары молекулалы көмірсутектермен гетроатомдық (O, S, N т.б қосылыстардан тұрады). Генетикалық тұрғыдан битумға мұнай, табиғи жанғыш газдар, газ конденсаты, сондай-ақ мұнайдың табиғи туындылары цозокериттер, антраксолиттер) және олардың аналогтары (нефтоидтер) жатады[1,2].

Қолдану саласына байланысты мұнай битумы құрылыс, шатыр және жол битумы болып бөлінеді. Құрылыс және шатыр битумдары (МШБ – мұнай шатыр битумы) екі қасиетпен сипатталады – жұмсарту температурасы мен қаттылығы. Мысалы, БНД 90/40 белгісі мұнай битумының жұмсарту температурасы 85-95° С температура диапазонында, ал қаттылығы 35-45 градус пенетрометр диапазонында болуы керек екенін көрсетеді. [3,5].

Маймен қапталған битум тек бір қасиетпен сипатталады-қаттылық, яғни осы битумның маркасында көрсетілген сандар тек оның қаттылығын сипаттайды. Мысалы: БНД-таңбалау 200/300-битум-мұнай жабыны қаттылығы 201-300 градус ену температурасы.

Уақыт өте келе битум күн сәулесі мен ауаның оттегі әсерінен сақтау орнына байланысты құрамын, қасиеттерін өзгертеді: құрамдағы май фракциялары мен шайырлар азаяды, сондықтан қатты бөлшектер мен морт заттар көбейіп, битумның қаттылығы мен Мортты артады. Табиғи процестің нәтижесінде битумның құрамы мен қасиеттерінің баяу өзгеруі оның беріктігінің артуына әкеледі, ал суға төзімділіктің төмендеуі деградация деп аталады. Синтетикалық мұнай битумы табиғиға қарағанда тез тозады.

Мұнайды өнеркәсіпте айдау арқылы өндірілетін жанар-жағар майлардың компоненттері көп өндірілгеннен кейінгі қалдықтан өндірілетін осындай битумнан эксплуатациялық қасиеттерін арттыру үшін оған модифицирленген қосылыстарды (полимер, резина үгінділері, адгезиялық заттар т.б.) қосып полимер-битум өндірудің маңызы өте зор. Полимер - битумдардың инновациялық технологияға сәйкес құрылысына байланысты битум қасиеттерінде тиімді өзгерістер байқалады. Атап айтқанда, битумның созылғыштық қасиеті артады, температураға төзімділігі жоғарылайды. Битум бөлшектерінің арасындағы адгезиялық қасиеттері жоғарылайды. Жол жабындысының беткі қабатының беріктігі артып, ұзақ уақыт деформациялық күшке қарсы тұрып, жол құрылысының ескіруін болдырмайды. Полимер-битумның физика-механикалық қасиеттерінің мұнайлы битуммен салыстырғанда айырмашылықтары мен артықшылықтары көп болады[6].

Модификацияланған битумның құрамында жақсартылған арнайы заттар (полимер, резина үгінділері, күкірт, адгезиялық заттардың т.б.) қосылыстары болады. Битумның сапасын жақсарту үшін қолданылатын заттар модификациялаушы заттар деп аталады [6].

Бүгінгі таңда жабысқақ мастикалар, коррозияға қарсы және жол-құрылыс жабындарын өндіру үшін мұнай битум қазбаларын пайдалану мәселесі зерттеушілердің назарын аударады. Полимер байланыстырғыш ретінде жоғары және төмен қысымды полиэтиленді, атактикалық пропиленді және т.б. қолдана отырып, полимер-битум өндірісінің маңызы зор.

Осыған байланысты 1 миллиард экологиялық қызығушылық қоқыс жәшігіне тасталған тонна қорлары бар мұнай битумын, өнеркәсіптік және тұрмыстық термопласттардың қалдықтары мен қалдықтарын пайдалануды білдіреді.

Модификациялаушы термопластар битумның деформацияға қарсы тұратын кеңістіктегі торлы құрылысын реттейді де, тұтқырлығын 60% жоғарылатады. Термопластар когезия, жылу ұстағыш эластикалық және оргезиялық қасиеттерін арттырады да, төмен температурада сынғыштық тұтқырлығын төмендетеді. Көптеген термопластардың битумда 150-170° С – да ерігіштігі жақсы.

Полимерлі битумның мұнай битумдарынан негізгі айырмашылығы эластикалық қасиеттерінің артықшылығымен сипатталады[4]. Сол сияқты, жұмсару температурасы битуммен салыстырғанда жоғары болады.

Жол битумдарына қойылатын талап әр түрлі. Жол битумдарының негізгі міндеті - минералдық материалдардың (тас, құм) бөлшектерін байланыстыру, желімдеу, оларға гидрофтық қасиет беру, олардың бөшектерінің арасын толтыру. Сол себепті асфальт жол жабынының ескірмеуі және ұзақ кезең қызмет атқаруы битумдардың сапасына тәуелді болып келеді.

Жол битумы келесі талаптарға сай болуы керек:

а) жоғары температурада оның тұрақтылығын сақтау, яғни ыстыққа төзімділік; б) төмен температурада серпімділік қасиеттерін сақтау, яғни суыққа төзімділік; қозғалатын көлік құралының әсерінен сығылуға, соққыларға, үзілуге төзімділік; ылғалды және құрғақ минералдың жақсы адгезиясын қамтамасыз ету; бастапқы тұтқырлық пен ұзақ уақыт беріктікті сақтау. Құрылыс битумы аз беріктікке ие болуы керек[8,9].

Қолдану кезінде битум күн сәулесінің, ауадағы оттегінің, жоғары және төмен температураның, күшті динамикалық күштің әсерінен жойылады. Битумның коллоидтық құрылымы ыдырайды, шайырлар мен асфальтендер карбидтер мен карбендерге айналады, битумның бүкіл қабаттарды қалыптастыру қабілеті жоғалады, сынғыштық, жарылыс және бөліну жоғарылайды. Сонымен қатар, битумның минералдарға жабысу қабілеті жоғалады: тас, құм. Мұның бәрі жолдың бұзылуына, іргетастың бұзылуына, құбырлардың оқшаулануына әкеледі.

Битумның тұтқырлығы металл емес туындылардың құрылымына, оның құрамына кіретін жоғары молекулалық көмірсутектердің күрделі қосылыстарына байланысты. Битумның екі түрі бар: табиғи битум және синтетикалық мұнай битумы. Битумның құрылымы аморфты, қасиеттері гидрофобты және суға төзімді, кеуектілігі 0% құрайды. [22]

Мұнайлы битумның сапасы, оның құрамындағы шайырлар мен асфальтендер мен майлардың мөлшеріне тәуелді. Осыған байланысты битумның жұмсару температурасын, қаттылығын және созылғыштығын анықтауға болады.

Битумның тұтқырлығын анақтайтын осы көрсеткіштер бір-біріне тәуелді болады. Мысалы, бірнеше битумның жұмсару температурасы белгілі болса, осы арқылы олардың қаттылығы, созылғыштығы және тиімді қолдану аймақтары анықталады.

Асфальтендер қатты әрі морт сынғыш болып келеді. Тығыздығы 1,1-1,2 –ге тең. Полимер битумның тұтқырлық қасиеті негізінен ондағы тығыз молекулалы бөлшектердің мөлшерімен сондай-ақ полиэтилен, полипропилен макромолекулалардың байланыстырушы қабілетімен анықталады [19].

Полимер-битумда асфальтендердің мөлшері (3-36% дейін болуы мүмкін) көбейген сайын оның қоюлығы мен жоғары температураға төзімділігі артады. Битумда шайыр мөлшері 15-30%-тен аспайды. Ол битумның созылғыштығын және иілгіштігін арттырады. Шайырлар битум құрамында иілгіш, икемді әрі қатты күйде болады. Битум құрамында май басқаларына карағанда жеңіл. Май мөлшері артқан сайын битум сұйыла түседі.

1.2 Модификацияланған битумдар туралы жалпы мәліметтер

Модификацияланған битумдар деп- белгілі бір заттардың қоспаларымен (полимерлер, резеңке үгінділері, күкірт, жабысқақ қоспалар және т.б.) жақсартылған битумдарды атайды. Полимер-битум байланыстырғыштары (ПББ) полимер қоспаларымен жақсартылған битумдар деп аталады. Резеңке қоспалары бар битумдар битум-резеңке байланыстырғыш (БРБ), резеңке үгіндісі қосылған – резеңке-битум байланыстырғыш (РББ) деп аталады [2, 4, 6, 12].

Модификацияланған битумдарды қолдана отырып, асфальт-бетон жабындарының алғашқы тәжірибелік учаскелері 1930 жылдары Батыс Еуропаның бірқатар елдерінде салынды. Табиғи резеңке асфальт-бетон қоспаларын өндіруде битумға модификациялық қоспа ретінде қолданылған алғашқы эластомер болды. АҚШ пен Канадада 1950-ші жылдары жол битумын модификациялау үшін неопрен латекс – судағы синтетикалық резеңке эмульсиясын қолдана бастады.

Модификацияланған битумдарды қолдана отырып, асфальтбетон жабындарының көптеген учаскелері жүк тасымалы жағдайында өзін дәлелдеді. Өткен ғасырдың 70-ші жылдары Батыс Еуропада

модификацияланған битумдарды қолдануға қызығушылық айтарлықтай өсті. Модификацияланған битумдар беткі өңдеуді және асфальт-бетон қоспаларын дайындауда қолданылды.

Ресейдің жол құрылысында полимер- битум байланыстырғышты қолдану бойынша зерттеулер 1970 жылдардың басынан бастап жүргізілді [2, 4]. 1980 жылдардың басынан бастап АҚШ-та Еуропалық тәжірибенің әсерінен ПББ алу технологиясы саласындағы зерттеулер күшейе түсті. Жол төсемдерін салу көлемі олардың қолданылуымен ұлғая бастады. Соңғы жылдары шетелде жол жабындарын салу және жөндеу үшін пайдаланылатын битумдардың жалпы көлеміндегі ПББ үлесі үнемі өсіп келеді [13]. Битумды модификациялау үшін каучуктар (полибутадиен, табиғи, хлоропрен, бутилкаучук), термопластикалық полимерлер (полиэтилен, полипропилен, этиленвинилацетат), күкірт, резеңке үгіндісі, органомарганецті қосылыстар, термопластикалық каучуктар (полиуретан, олефин сополимерлері, стирол-бутадиен-стирол блоксополимерлері) қолданылады. Стирол-бутадиен-стирол блоксополимерлері негізінде ПББ кеңінен қолданылады.

Стирол-бутадиен-стирол (СБС) типті полимерлердің жол саласы тұтыну көлемінің өсуі олардың битумның беріктігін арттырып қана қоймай, сонымен қатар полимерлік-битумдық композицияға серпімділік беру қабілетіне байланысты – полимерлерге тән қасиет, сонымен қатар аз концентрацияда (битум массасының 3-5%).

Асфальт-бетон қоспасында СБС полимерінің негізінде ПББ қолдану жол жабындысына қозғалатын көліктің әсерінен жабындыда пайда болатын кернеулерді тез жоюға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта шетелде СБС полимерінің әр түрлі құрамы бар битум композициялары жасанды құрылыстарға (көпірлер, жол айрықтары және т.б.) жол төсемдерін орнату үшін кеңінен қолданылады және тәжірибе көрсеткендей, пайдаланудың ерекше қиын жағдайларына қарамастан, жол жабындарының ұзақ қызмет ету мерзімін қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, СБС полимерлерінің негізінде жол жөндеу жұмыстарының әртүрлі түрлеріне арналған мастикалар (көпірлердегі деформациялық жіктерді, асфальтбетон жабындарындағы жарықтарды құю), сондай-ақ тұрмыстық және басқа да қалдықтарды жинауға арналған алаңдарды герметизациялау жүргізіледі. АҚШ пен Канадада ПББ қолдану тәжірибесі ПББ құнының неғұрлым жоғары болуына қарамастан, жол жабындарының жөндеу аралық қызмет ету мерзімінің ұлғаюына байланысты құрылыс пен жөндеуге жұмсалатын жиынтық шығындар төмендегенін көрсетті [13].

РББ қолдану Ресейдегі автокөлік жолдарының жабындарын салу және жөндеу бойынша ең белсенді технологиялардың бірі болып табылады. Бұл бағыттың дамуы 1995 жылы Ресей Федерациясының Көлік министрлігі

Федералды жол департаментінің I және II техникалық санаттағы жолдарда жол жабындарының жоғарғы қабаттарын салу кезінде модификацияланған битумдарды міндетті түрде қолдану туралы бұйрығы қабылданғаннан кейін басталды. 1995-2005 жылдары Ресейде әртүрлі модификациялық қоспалары бар ПББ-ды қолдана отырып, 3000 км-ден астам жол төсемдері салынды. Мұндай шешім қабылдаудың себебі - көптеген отандық битумдардың негізгі қасиеттерінің автомобиль жолдарын пайдаланудың күрделенген жағдайларына сәйкес келмеуі.

Полимерді битумға енгізудің негізгі мақсаты - байланыстырғыштың температуралық сезімталдығын төмендету, яғни жазда оның қаттылығын арттыру және қыста азайту, сонымен қатар тұтқыр икемділікті беру –жұмыс температурасының барлық диапазонында қайтымды деформацияға қабілеттілік. Егер бұл мақсатқа қол жеткізілсе, онда ПББ көмегімен асфальтбетон жоғары ығысуға, төмен температураға және шаршауға төзімділікке ие.

1.3 Мұнай битумдарының құрамы мен құрылымы

1.3.1 Мұнай битумының құрамы

Битум-бұл мұнай тектес жоғары молекулалық көмірсутектердің күрделі қоспасы, сонымен қатар олардың құрамында оттегі, күкірт, азот және күрделі металл қосылыстары бар туындылар. Битум– гудронды, мазутты, асфальтты деасфальтизациялау, крекинг қалдықтарын, мұнай фракцияларын селективті тазарту сығындыларын өңдеу нәтижесінде алынады [4,12, 35, 36].

Битумның элементтік химиялық құрамы, мас.% : С- 80-85; Н2- 8-12; О2 0,2-4; S- 0,5-10; N- 0,2 -0,4. Асфальт майының концентраттарындағы кейбір металдардың мөлшері, мас.% : Vа- 0,22; Ni- 0,115; Fe- 0,110; Са- 0,054. битумның орташа Мг= 700-800, реалды тығыздығы шамамен 1000 кг / м³ [3, 4, 12].

Әр түрлі қосылыстардың топтарға бөлінуі битумдардың еріткіштер мен адсорбенттерге селективті қатынасына негізделген. Битумдардан көмірсутектердің келесі топтары бөлінеді: майлар, шайырлар (бензол және алкоголь-бензол), асфальтендер, көбінесе асфальт қышқылдары және олардың ангидридтері, карбендер және карбидтер. Жол битумының шамамен топтық құрамы, % масс. бойынша: май - 40 – 60; шайыр - 20 – 40; асфальтен - 10 – 30, карбендер және карбоидтар - 1-3; асфальтогенді қышқылдар және олардың ангидридтері 1-ге дейін.

Майлар-салыстырмалы тығыздығы 911-923 кг / м³ және молекулалық салмағы 400-600 мг болатын қоймалжың сұйықтықтар. Олар парафин, нафтен, бір-, екі- және полициклді хош иісті көмірсутектер қоспасынан тұрады. Майлар, битуминозды компоненттер сияқты, өте көп зерттелген. Олар

битумның дисперсиялық ортасын білдіреді. Мұнайдың химиялық құрамы, мас.% : С- 80-85; Н₂- 10-15, S- 4 дейін, N және O₂-аз мөлшерде. Майлардың ерігіштігі химиялық құрамға, атап айтқанда парафинді нафтен мен хош иісті көмірсутектердің қатынасына байланысты. Көміртектің сутекке қатынасы (С / Н) 0,66 – 0,7 аралығында болады.

Парафинді көмірсутектер асфальтеннің ісінуі мен еруін нашарлатады, бұл битумның біркелкілігінің бұзылуына әкеледі. Ең жоғары молекулалық парафинді көмірсутектер, әдетте, температура төмендеген кезде битум пленкасының бетінде шоғырланады және оның минералды материалдың бетіне жабысқыштығын азайтады.

Нафтен көмірсутектері парафинге жақын, тотығу кезінде шайырлар түзеді. Хош иісті көмірсутектер асфальтендерге қатысты еритін әсерге ие, битумның жабысқақтық қасиетін және оның жылу мен физикалық факторларға төзімділігін арттырады.

Гетероциклді және гибриді көмірсутектер хош иісті, бірақ әлдеқайда полярлы және жылу мен тотығуға аз төзімді.

Майлар битумның құрамынан жеңіл бензинмен бірге бөлініп шығады. Майлар битумға буланғыштық, сұйықтық береді, тұтқырлығын арттырады, жұмсаруы мен сынғыштығын азайтады.

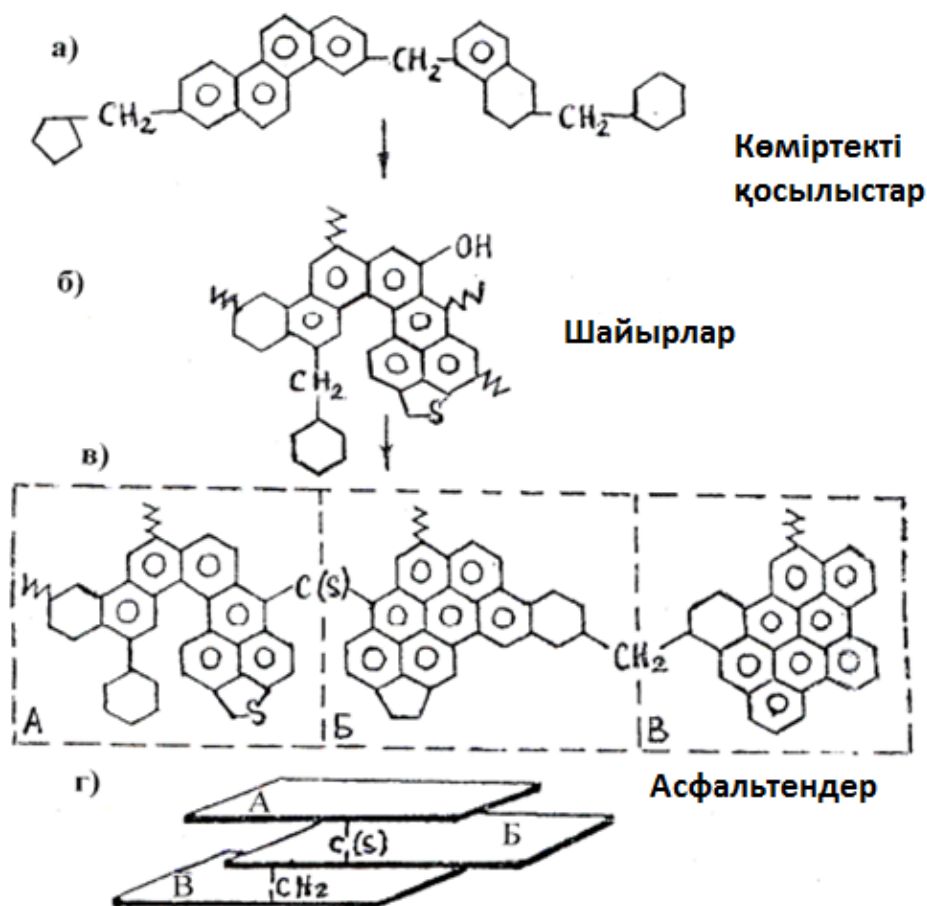
Шайырлар- жұпар иісті, циклоалканды және әртүрлі гетероциклді қосылыстары бар циклды жүйелер. Химиялық құрамы мен құрылымы асфальтендерге жақын, бірақ сутегі мөлшері төмен және күкірт, N, O және металдардың жалпы құрамымен айрықшалаанады. С-Н қатынасы 0,66 – 0,7 аралығында. Шайырлар қара қоңыр түсті және әртүрлі консистенцияға ие-тұтқыр жабысқақ массадан қатты аморфты сынғыш заттарға дейін. М 500 - ден 2000-ға дейін, тығыздығы 990-дан 1080 кг / м³-ге дейін болады.

Олардың құрылымында хош иісті сақиналар мен қысқа алифатты бүйір тізбектер басым.

Спирттібензол шайырларының молекулалық салмағы жоғары, олардың құрамында бензол шайырларына қарағанда хош иісті , конденсацияланған циклдарды қоспағанда көпірлер мен алмастырғыштар көп. Шайырлар барлық мұнай көмірсутектерінде ериді және өздері еріткіштер (пластификаторлар) және асфальтенді тұрақтандырғыштар болып табылады, бұл көмірсутекті еріткіштерде асфальтендердің еруін жеңілдетеді. Шайырлар көбінесе полярлы және беттік-белсенді қосылыстар болып табылады, минералды материалдардың бетіне жақсы жабысып, су өткізбейтін қабықшалар түзеді. Шайырлар асфальтендерді қалыптастыру үшін шикізат болып табылады. Шайыр молекулалары дегидрлеу және конденсация реакциялары нәтижесінде асфальт молекулалары пайда болатын құрылымдық блоктар ретінде қызмет етеді (сутегі, су, күкіртті қышқыл, азот қышқылы шығарылғанда) (сурет.1). Шайырдың құрамы битумды салу үшін күш пен икемділікті орнатты.

Асфальтендер - битумның жоғарымолекулалы компоненттері. Олар битумның дисперсті фазасы болып табылады. Олар жоғары конденсацияланған гетероциклді қосылыстардың қоспасынан тұрады.

Асфальтендер жетілмеген кристалл тәрізді және аморфты құрылымы бар қара түсті қатты заттар. Олардың орташа M - 900-6000, тығыздығы 1010 – 1240 кг/м³. Асфальтендердің химиялық құрамы, салмағы бойынша%: С- 80 – 89; H2- 7 – 8,5; S- 1 – 8,5; N- 1 – 3; O- 3-5. Көміртектен сутегі қатынасы (C/H) 0,80-0,87 аралығында.



Сурет 1 – Көмірсутектің (а) шайырға (б), шайырдан асфальтендерге айналуының құрылымы мен жолы туралы модельді түсініктемелер (в, г)

Асфальтендер құрылымы жақсы ұйымдастырылған полициклді жүйелерімен – екі өлшемді диск тәрізді қабаттармен сипатталады [33]. Полимерлік дисктер 5 – 6 қабаттардан тұратын кристалл тәрізді заттармен байланысты.

Олар бензолда, төрт валентті көміртегі сульфидінде және хлорлы көміртекте ериді. Асфальтенде тұздардың жалпы мөлшері, металл қосылыстарының көп бөлігі бар. Асфальтенді пластификаторлар мен еріткіштер хош иісті және гетероциклді қосылыстар болып табылады. Шайыр фракциялары пластификациялық әсерге ие. Асфальтендердің икемділігі мен ерігіштігі битумның пайдалану қасиеттерін айтарлықтай анықтайды.

Асфальтендердің құрамы битумның температуралық тұрақтылығын, тұтқырлығын және қаттылығын (сынғыштығын) анықтайды.

Шайырлар мен асфальтендер-гибридті құрылымның әртүрлі қиын бөлінетін формалары бар жоғары молекулалық қосылыстардың үздіксіз сериясы. Тар мен асфальт арасында нақты шекара салу өте қиын. Асфальтендер мен шайырлар битумның негізгі құрылымдық компоненттері болып табылады.

1.3.2 Битум құрылымы

Селективті еріткіштерде ерігіштік сипаты бойынша битумдардың жекелеген компоненттері көмірсутектер (майлар), шайырлар және асфальтендер тобына біріктіріледі. Битумдардың құрамы салыстырмалы түрде кең ауқымда өзгереді және олардың құрылымы мен қасиеттерін анықтайды. Битумдардың құрылымы туралы түсінік үнемі дамып отырды [2, 4, 7, 12, 37, 40,]. Зерттеушілердің көпшілігі битумды дисперсті жүйе деп санайды[2, 4, 7, 40].

Асфальтендердің дисперсті фазасы бар дисперсті жүйе және шайырлар мен көмірсутектердің дисперстік ортасы ретінде битумдардың құрылымы туралы көп таралған. Мұндай кезде асфальтендердің рөлі көбінесе белсенді толықтырғыштың рөліне дейін азаяды және бірқатар жұмыстар асфальтендердің табиғаты мен дисперстік табиғатына емес, олардың сандық құрамындағы битумдардың құрылымына ерекше әсер етеді.

Құрамындағы асфальтендердің мөлшеріне байланысты битумдар үш түрге бөлінеді – золь, гель зольды-гель.

Битумдарға қатысты "гель" типі бойынша коллоидтық жүйе түсініледі, онда гель коагуляциялық жақтауды құра отырып, бүкіл көлемде жүреді. "Золь" типінде-гель жергілікті құрылымдар түрінде болатын жүйе, бірақ бұл жүйенің бүкіл көлемінде коагуляциялық жақтауды қалыптастыру үшін жеткіліксіз.

Қалыптасқан құрылымның түрі асфальтендердің санына және басқа компоненттердің сипатына байланысты. Формаға жақын молекулалардың кеңістіктік агрегация принципінә сәйкес құрылған құрылымдық түзілімдер (күл құрылымы) көптеген қалдық битумдарда басым болады, олардың құрамында асфальтендер аз.

Битум шикізатының тотыққан кезде парафиндер мен циклопарафинді құрамы тұрақты болып қалады, ароматты көмірсутектердің құрамы төмендейді, ал асфальтендердің құрамы артады [35, 36]. Егер тотығу дәрежесі аз болса, онда бұл битумның құрылымы қалдық битумның құрылымына ұқсайды.

Тотығу кезінде асфальтендердің мөлшері мейлінше артады (шамамен 30% дейін), парафинді және циклопарафинді көмірсутектердің мөлшері

азаяды. Соңында бұл битумдардың ерігіштігі төмендейді және кешендер түзіледі. Олар пайда болған кезде асфальтендер мен жоғары хош иістендірілген компоненттердің жеке сегменттері гельдің кеңістіктік құрылымдық торын құратындай етіп орнатылуы мүмкін, олардың жеке элементтері еріткіш молекулаларымен қоршалған. Мұндай битумдардың құрылымдық дәрежесі ескіруі кезінде золь құрылымы бар битумдарға қарағанда жоғарылайды.

Макктың көзқарасы бойынша битумдарды мальтендегі асфальтеннің ерітінділері ретінде қарастыруға болады [81]. Бұл ұсыныстың пайдасына дәлелдердің бірі-битумдарда коллоидтық өлшемдерге сәйкес келетін кешендердің болмауы.

Битумдардың құрылымын зерттеуге ұқсас тәсілді И. М. Руденская қабылдады [12]. Жоғарымолекулалық компоненттер теориясына сәйкес, сыртқы факторлардың әсерінен битумдар әртүрлі термодинамикалық күйлерде болады, олар шынайы ерітінділерден асфальтен мен шайырлардың молекулааралық құрылымдарының (ассоциацияларының) коллоидты ерітінділеріне дейін, содан соң қатты заттарға дейін барады.

Икемділік (өнімділік) аралығы битумдардың аққыштық түрін сипаттайды. Реологиялық типтердің спектрі үздіксіз.

Битумды икемділіктің аз аралығымен (65 °С), икемділіктің орташа аралығымен (60 °С -75 °С) және икемділіктің кең аралығымен (75 °С-тан жоғары) ажыратуға болады. Олардың қасиеттері сыртқы әсерлерге байланысты, соның ішінде маңыздылары: асфальтен мөлшері, шайыр мен құрамындағы көмірсутектердің сандық қатынасы, битумның химиялық негізі, асфальтендердің мөлшері мен формасы. Бұл жағдайлар битумдардың құрылымы мен қасиеттерінің ерекшеліктерін анықтайды.

А. С. Колбановский мұнайлы битумның құрылымы туралы көптеген идеяларды талдау және құрылымды қалыптастыру кезеңдерін талдау негізінде битумды кеңістіктік дисперсті система деп қарастырды, онда дисперсті фаза – асфальтендер – көмірсутекті дисперсиялық ортада әр түрлі дәрежеде шайырлармен құрылымдалған.

А. С. Колбановскийдің классификациясы бойынша гель, золь және зольды гель коллоидтық жүйелермен анықталатын I, II, III құрылымдық типтегі битумдар ерекшеленеді [4].

I типті құрылым-бұл парафин-нафтен және хош иісті көмірсутектер қоспасынан тұратын шайырмен нашар құрылымдалған дисперсиялық ортада орналасқан асфальтендердің қаңқасы. Торды құрайтын асфальтендер бір-бірімен полярлы лиофобты аймақтармен дисперсиялық ортаның жұқа қабаттары арқылы өзара әрекеттеседі. Асфальтендердің сыртқы лиофильді бетінде жұқа пленка қабатында жоғары механикалық қасиеттері бар шайырлар адсорбцияланады. Асфальтендер хош иісті көмірсутектерде ериді және ісінеді.

Ортаға асфальтендердің лиофильділігінің төмендеуімен коагуляциялық құрылымның қалыптасуының критикалық концентрациясы күрт артады, лиофильділіктің жоғарылауымен бұл концентрация төмендейді. Шекті лиофильділік жағдайында (парафинонафтенді көмірсутектер болмаған кезде хош иісті көмірсутектерде асфальтендердің толық еруі) коагуляциялық құрылым асфальтендер ерітіндісіне өтеді. Коагуляция құрылымының қалыптасуының критикалық концентрациясының мәні негізінен негізгі құрылымдық элементтердің табиғатымен және олардың өзара әрекеттесу сипатымен анықталады.

Битумдарда қатты парафиндердің I түрінің болуы қосымша құрылымдық тордың пайда болуына әкелуі мүмкін. Асфальттарда кристалданған қатты парафиндер коагуляциялық жақтауға қосымша реологиялық және жабысқақ қасиеттерге әсер ететін бүкіл жүйеге енетін кристалдану торын құра алады.

II типті құрылым-бұл шайырмен қатты құрылымдалған дисперсиялық ортадағы асфальтендердің өте тұрақтандырылған сұйылтылған суспензиясы. Бір-бірімен байланыссыз және өзара әрекеттеспейтін асфальтендер шайырларды адсорбциялайды, оларды тұтқырлық пен беріктіктің жоғарылауымен пленка күйіне айналдырады. Осы тұтқырлығы бар құрылымды алу үшін ортаны шайырмен бірдей құрылымдау дәрежесінде асфальтендердің қажетті мөлшері олардың лиофильділігіне байланысты, соңғысының ұлғаюымен азаяды.

III типті құрылым-бұл жеке агрегаттар немесе асфальтендердің қайталама құрылымдық түзілімдері I типті ортаға қарағанда шайырлармен құрылымдалған дисперсиялық ортада, бірақ II құрылымдық типтегі битум ортасына қарағанда аз дәрежеде болатын жүйе.

Бұл жүйеде асфальтендердің саны, олар қазірдің өзінде мүмкін коагуляция құрылымының агрегаттары мен эмбриондарын құрайтын бетінің лиофобты полярлық аймақтарымен өзара әрекеттесу, бірақ олар қатты құрылымдық жақтауды жасау үшін жеткіліксіз. Шайырлар агрегаттар мен асфальтендердің жекелеген бөлшектерінің лиофильді сыртқы бетіне бағдарланған түрде адсорбцияланады. Құрылымдық адсорбциялық-тұзды шайырлы пленкалар бүкіл жүйеге еніп, оның беріктігін анықтайды. Екі құрылымның өзара әрекеттесуі –асфальтендердің жеке агрегаттары және олардың арасындағы көпір ретінде қызмет ететін жоғары құрылымды шайырлар құрылымның осы түрінің ерекшеліктерін анықтайды.

Битумның негізгі құрылымдық элементтерінің, ең алдымен асфальтендердің сандық құрамы оның құрылымының түрін анықтайды.

I типті битумдарда 25% - дан астам асфальтендер, 24% - дан аз шайырлар, 50% - дан астам көмірсутектер бар. Асфальт-шайырлы компоненттердің жалпы сомасындағы асфальтендердің үлесі 0,5% - дан

астамды, ал асфальтендердің шайырлар мен көмірсутектер сомасына қатынасы 0,35-тен астамды құрайды.

II типті битумдарда 18% - дан аспайтын асфальтендер, 36% - дан астам шайырлар, 48% - дан кем көмірсутектер бар. Асфальтты шайырлы компоненттердің жалпы сомасындағы асфальтендердің үлесі 0,34 – тен аз, ал көмірсутектер мен шайырлар қосындысына қатысты-0,22-ден аз.

III типті битумдар аралық құрамға ие және құрамында 21-23% асфальтендер бар. шайырлар 30 - 34%, көмірсутектер 45 -49%. Асфальтты шайырлы заттардың қосындысына асфальтендердің үлесі 0,39 – 0,44, ал олардың көмірсутектер мен шайырлар қосындысына қатынасы – 0,25– 0,30.

Белгілі бір типтегі құрылымның болуы температураның кең диапазонындағы битумдардың құрылымдық-механикалық қасиеттерін анықтайды.

Әр түрлі типтегі битумдар бір-бірінен реологиялық күйлердің саны мен түрінде ерекшеленеді.

Жұмыс температурасында I типті битумдардың құрылымы қатты конденсациядан коагуляция құрылымы мен құрылымдалған сұйықтық арқылы шынайы сұйықтыққа қайтымды өзгереді. II типті битумның құрылымы қатты молекула тәрізді құрылымнан қайтымсыз типтегі сұйық құрылымға-құрылымдалған сұйықтыққа және одан әрі шынайы сұйықтыққа өзгереді.

III типті битумның құрылымы қатты конденсация құрылымынан конъюгацияланған торлардың құрылымы арқылы құрылымдалған сұйықтыққа, содан кейін шынайы сұйықтыққа – асфальтендердің суспензиясына өтеді.

Жол құрылысы үшін I типті битумдар (гель) ұсынылмайды, өйткені олар технологиялық өңдеу процестерінде және ыстық асфальт-бетон қоспаларын өндіруде Термо-қышқыл факторларының әсерінен қартаюға төмен қарсылыққа ие.

Тағы бір кемшілігі-олардың кеуекті минералды материалдың бетімен байланысқан кезде синерезге бейімділігі.

II типті битумдардың артықшылықтары (күл): серпімді күйдегі жоғары үйлесімділік және деформациялық тұрақтылық, қартаюға қарсы тұрақтылық. Кемшіліктері: серпімді және серпімді пластикалық күйлердің болмауы, ыстыққа төзімділігі төмен, суға төзімділігі нашар. II типке ГОСТ 22245-90 реттелетін қасиеттері бар ВN маркалы жол битумдары кіреді. Қалдық битумдар көбінесе көрсетілген түрге жатады.

III типті битумдардың құрылымы (сол-гель) жол құрылысы. Битумның бұл түрі I және II типтегі айқын кемшіліктерге ие емес. БНД жол маркаларының битумдары III құрылымдық типке сәйкес келеді.

Битумдарды дисперсті жүйелер ретінде қарастырудың заңдылығын дәлелдейтін зерттеулерді А.и. бодан жүргізді. Ол битумдардың дисперсті фазасының бөлшектерінің мөлшері 2,3 – 3 нм болатындығын және олардың пішіні квазисфераға жақындағанын анықтады. Бұл бөлшектер физикалық өзара әрекеттесу нәтижесінде агрегация нәтижесінде үлкен бөлшектер (6,5 – 17,5 нм) түзе алады, олардың мөлшері негізгі мөлшердегі бөлшектерден 4-6 есе аз.

В. А. Золотарев стационарлық ағымдағы және мерзімді ығысу деформациясындағы битумдардың реологиялық мінез-құлқын зерттей отырып, топтық құрамы мен құрылымына байланысты олардың реологиялық қасиеттері бойынша битумдар дисперсті немесе полимерлі жүйелерге жатқызылуы мүмкін екенін дәлелдеді [40]. I құрылымдық типтегі Битум дисперсті жүйеге тартылады, II типті битум полимерлі жүйе сияқты әрекет етеді, III типті битум аралық позицияны алады.

Б. Г. Печенің коллоидты-химиялық көріністерінің негізінде дисперсті жүйенің тепе-теңдік күйінен ауытқу дәрежесін ескеретін битум құрылымының моделі ұсынылды [7]. Шекті жағдайларда дисперсті жүйе нақты ерітінді күйінде немесе конденсациялық әйнек күйінде болуы мүмкін. Авторы деп температурада көшу шынайы ерітінді (Ке) және ұнтақталған құрылымы битумдарды білдіреді байытылған ерітінділерді асфальтендер да мұнайдағы шайыр-көмірсутек компоненттері.

Жоғары Қабатты құрылымы битум болып табылады ненасыщенным равновесным ерітіндісімен, ал төмен Ти – пересыщенным неравновесным ерітіндісімен.

Гипотермия жылдамдығы неғұрлым жоғары болса, изотермиялық картаю кезінде олардың тепе-теңдік молекулааралық құрылымын қалыптастыру процесінде битумдардың қасиеттері соғұрлым өзгереді. Ти-ден төмен температурада битум шайырлы-көмірсутекті ортадағы асфальтендердің қаныққан ерітіндісі деп есептей отырып, б.г. пісірілген битумның нақты құрамын бағалау үшін ерігіштік диаграммасын қолдануды ұсынады. Битумдарда тепе-теңдік молекулааралық құрылымдардың қалыптасуы кристалдануға тән заңдылықтарға сәйкес реттелген кристалды емес құрылымдардың қалыптасуымен аяқталады. Битум құрылымының тепе-теңдіктен тепе-теңдік күйіне ауысуы бірінші типтегі фазалық ауысу ретінде түсіндіріледі.

З. И. Сюняев барлық мұнай жүйелерін, атап айтқанда битумдарды дисперсті жүйелер ретінде қарастырады [37, 70]. Мұнай дисперсті жүйелерінің құрылымдық элементін (ҚҚС) белгілеу үшін жалпы жағдайда "күрделі құрылымдық бірлік" (ССЕ) термині қабылданды. ССЕ білдіреді құрылымының элементі көбінесе сфералық нысаны, қабілетті өз бетінше өмір

сүруіне кезінде өзгеріссіз жағдайында. ССЕ құрамында ішкі аймақ (ядро) және ядроны қоршап тұрған сольват қабығы болады.

Битумдардың ішкі аймағын асфальтендер мен полициклді арендар мен циклоалкандар қауымдастығы ұсынады. Сольват қабаты моноциклді алкан-циклоалкандардан тұрады. Сольват қабатының құрылыс теориясы асфальтогендік қышқылдар мен ең полярлы шайырлармен ұсынылған асфальт орталығынан оның перифериясына алыстаған сайын молекулааралық өзара әрекеттесулердің потенциалының төмендеу тұжырымдамасына негізделген.

Асфальтендер шайырлармен салыстырғанда жоғары молекулалық массамен сипатталады және олардан парамагнетизммен ерекшеленеді, бұл асфальттарда жұпталмаған электрондардың болуын көрсетеді. Жұпталмаған электрондар қарқынды молекулааралық әрекеттесуді тудырады, бұл асфальтендер ассоциацияларының пайда болуына әкеледі.

Шайырлар мұнай көмірсутектерінде ериді және олардағы асфальтендердің еруіне ықпал етеді. Дисперсті жүйелердегі асфальт бөлшектері 2-ден 30 нм-ге дейін және 3 мкм-ге дейін ассоциациялар құра алады. Шайырлы-асфальтенді заттар молекулалық еритін, коллоидты дисперсті күйде және макрофаза түрінде болуы мүмкін. Бір күйден екінші күйге ауысу әртүрлі сыртқы факторлардың әсерінен туындайды, олардың ішінде ең көп кездесетіні-еріткіш құрамы мен температураның өзгеруі.

Битумдардың дисперсті фазасы смолоасфальтенді заттармен ұсынылған. САЗ-ның қалыптасуы метаболикалық резонанстық және диполь-диполдың өзара әрекеттесуіне байланысты жүреді, ал жұпталмаған электрондардың қатысуымен химиялық және физикалық байланыстар, оттегі мен сутегі бар полярлы функционалды топтардың қатысуымен сутегі байланыстары пайда болуы мүмкін.

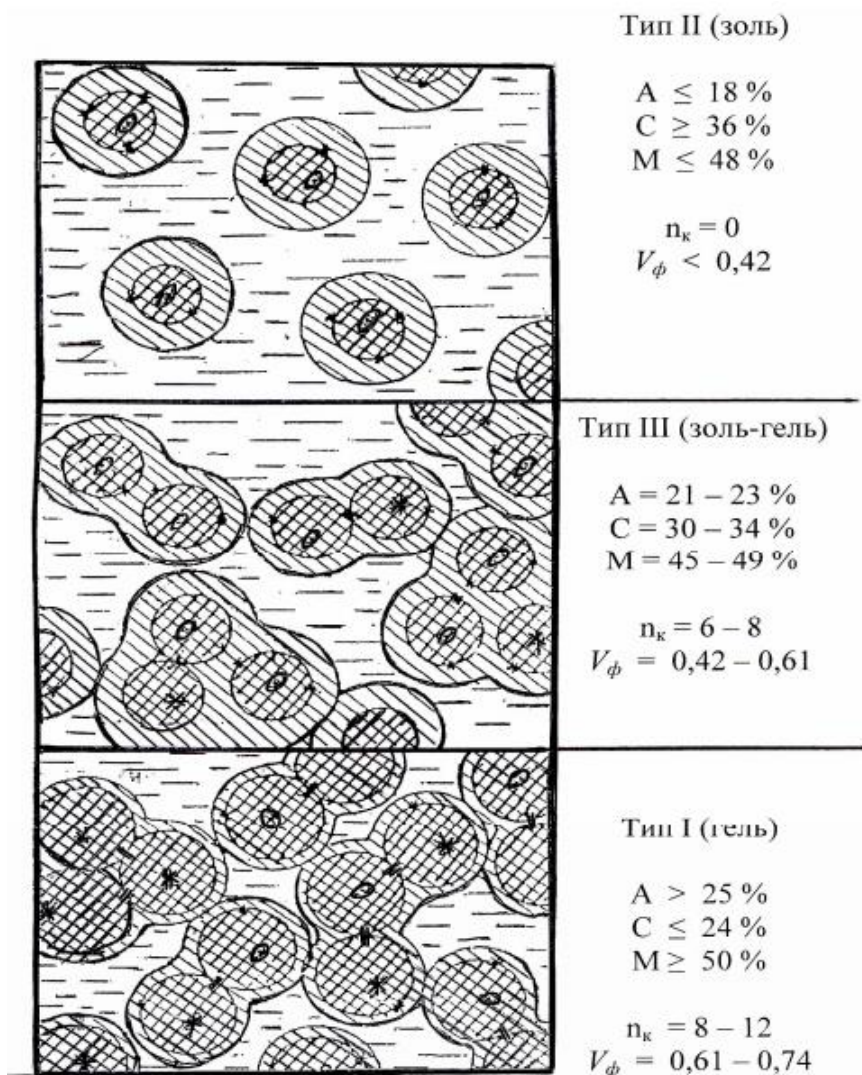
Алмасу өзара әрекеттесуінің әсерін эксперименттік растау және бағалау үшін электронды парамагниттік резонанс әдісі (ЭПР) қолданылады. Оның көмегімен жұпталмаған электрондардың концентрациясының өзгеруі, олардың асфальттардағы орналасу дәрежесі жазылады.

Еркін радикалдардағы локализацияланбаған электрондар оларға потенциалды реактивтілік беріледі, ал делокализация реакциялық белсенділікті төмендетеді, метаболикалық өзара әрекеттесу кезінде физикалық сипаттағы жеткілікті күшті байланыстардың пайда болуына ықпал етеді.

II типті күл тәрізді битумның құрылымы дисперсті фазаның көлемдік концентрациясы критикалықтан төмен болатын жүйе ($V_F < 0,42$), яғни дисперсті бөлшектер бір-бірімен байланыспайды және дисперсті ортамен бөлінеді (сурет 2). Микроасфальтен ассоциациясында рекомбинацияға жақындай алмайтын жұпталмаған электрондардың ең жоғары жергілікті концентрациясы тіркеледі, өйткені бұл максималды қалыңдығының сольват

кабаттарына кедергі келтіреді. Жұпталмаған электрондардың локализациясы олармен байланысқан шайырлардағы Химиялық байланыстардың әлсіреу әсерін күшейтеді, сондықтан асфальттеннің түзілуінің шартты активтену энергиясы II типті битумдарда минималды болады.

Битумды дайындау мен асфальтбетон қоспаларын дайындаудың технологиялық температурасы (120 – 160 °С) асфальт түзілуінің күрт күшеюіне ықпал етпейді. Битумның өзіндік құрылымы жоғары шайырлы шикізаттың тотығу өзгерістері нәтижесінде және қалдық битумдарды өндіруде пайда болады.



- локализацияланбаған Электрон
- бөлінбеген бөлінбеген электрон
- әлсіз коваленттік байланыс

Сурет 2 – Жол битумдарының дисперсті құрылымдарының модельдері

Дисперсті фаза концентрациясының жоғарылауы және тұзды қабықтардың қалыңдығының төмендеуі олардың бірігуіне және III типті

құрылымды қалыптастыру үшін байланыстардың пайда болуына әкеледі. Жеке қабықтардың бірігуі әр 2-3 дисперсті бөлшектер арасында жүреді.

Дисперсті фазаның көлемді концентрациясы 0,42 -0,61 шегінде болады, бұл олардың әрқайсысының 6-8 байланыс нүктелері (ДК) бар шарлардың қаптамасына сәйкес келеді. Сфералық пішіннен ауытқу мүмкін, содан кейін бөлшектердің орналасуы торға жақын болады. Асфальт ядроларының арасындағы метаболикалық өзара әрекеттесу сирек кездеседі, өйткені олардың арасындағы қашықтық көбінесе жақын емес, сондықтан резонанстық өзара әрекеттесу басым болады. Ш типті битумдарда асфальт түзуді белсендірудің шартты энергиясы II типті битумдарға қарағанда 3 есе жоғары.

I типті құрылым 2-ден 4-ке дейінгі асфальт іргелес ядролардың химиялық агрегациясымен сипатталады, өйткені олардың арасындағы қашықтық қарқынды метаболикалық өзара әрекеттесу үшін аз болды. Жұпталмаған электрондардың жергілікті концентрациясы 6 есе азаяды, бұл олардың рекомбинация актілеріне қатысуын, асфальт ядроларының бірігуін көрсетеді. Дисперсті фазаның көлемдік концентрациясы 0,61 – 0,74 шамаларына жетеді. Бұл 8-12 байланыс нүктелері бар шарлардың қаптамасына сәйкес келеді.

I типті битумдағы асфальттеннің пайда болуының шартты энергиясы максималды. 120 – 160 °С температурада асфальт түзілуі күрт артады, битум тез қартаяды. Мұндай температура режимі локализацияланған жұпталмаған электрондары бар химиялық белсенді бос радикалдардың шығарылуымен қалыптасқан құрылымдық коваленттік байланыстарды бұзады.

Құрылым түзудің жалпыланған қисығын қарастыруға негізделген органикалық байланыстырғыш материалдар құрылымының жалпы теориясы Л. М. Гохманның жұмысында баяндалған [2]. Органикалық байланыстырғыш материалдар дисперсті фаза мен дисперсиялық ортадан тұратын екі фазалы жүйелер ретінде қарастырылады. Дисперсті фазаның бөлшегі сұйық орта компоненттерінің бір бөлігін сіңіретін және сіңіретін эмбрион болып табылады, ол деформация және жылу қозғалысы кезінде өзін біртұтас тұтасымен әрекет ететін кешен түзеді. Эмбрионның белгілі бір ортадағы белгілі бір көлемнің дисперсті фазасының бөлшегін қалыптастыру қабілетін дисперсті фазаның бөлшек көлемінің эмбрион көлеміне қатынасына тең көлем коэффициентімен сипаттау ұсынылады.

Түйіршікті орта механикасының жалпы физикалық заңдылықтарына сүйене отырып, құрылымның қалыптасуының сыни концентрациясының теориялық мәндері алынды. Органикалық байланыстырғыштың көлемі бойынша дисперсті фазаның оңтайлы құрамы $C_v^* = 0,487$ – ден $C_v^* = 0,613$ -ке дейін, яғни оңтайлы қасиеттері бар органикалық байланыстырғыштарды алу үшін дисперсті фазаның көлемі бүкіл жүйе көлемінің 55-63% - ын құрауы қажет және жеткілікті. 0,613-тен жоғары C_v^* - де органикалық

байланыстырғыштар айтарлықтай қартаюға бейім болады. 0,487-ден төмен C_v^* - де дисперсті фазалық бөлшектердің мөлшері кеңістіктік коагуляциялық жақтауды қалыптастыру үшін және органикалық байланыстырғыштың жоғары беріктігін, тұтқырлығын, деформацияға төзімділігі мен жылу төзімділігін қамтамасыз ету үшін жеткіліксіз болады. $C_v^* = 0,613$ кезінде бөлшектер қаптамасының ең жоғары тығыздығына қол жеткізіледі.

Жүйені C_v^{**} мәніне дейін эмбриондармен толтырған кезде бидисперсті эмбриондар пайда болады. Эмбриондар массасының одан әрі ұлғаюымен құрылымды қалыптастыру процесі бидисперсті эмбриондармен қайталанады және дисперсті фазаның полидисперсті эмбриондары пайда болады. Сфералық бөлшектердің қаптамасының максималды тығыздығы-0,7405, мәні $C_{vmax} = 0,7405$.

Ұсынылған жіктеу битумдарға да, кез-келген басқа органикалық байланыстырғыштарға да жарамды, оларда асфальтпен қатар органикалық және бейорганикалық шыққан полимерлер, күкірт және басқа да жұқа дисперсті материалдар дисперсті фазаның эмбриондары бола алады.

1.3.3 Битумның құрылымдық түрін бағалау әдістері

Битумдардың құрылымдық түрін білу пайдалану қасиеттерін дұрыс болжауға және оларды қолданудың ұтымды бағыттарын тағайындауға ықпал етеді. Битумдардың құрылымдық түрін анықтау үшін бірқатар әдістер ұсынылған. Бұл әдістерді келесі топтарға бөлуге болады:

- тұтқырдың құрамын, оның компоненттерінің (көмірсутектер, шайырлар, асфальтендер) салыстырмалы құрамын, ерігіштігін, хош иісті көмірсутектердің құрамын анықтауда [4, 7, 12];

- температураға байланысты байланыстырғыштың реологиялық қасиеттерінің сипатын анықтау (өнімділік аралығы, ену индексі, стандартты қасиеттер коэффициенті) [7, 12, 40].

А. С. Колбановскаяға сәйкес битумдарды құрылымдық түрлерге бөлу асфальтендердің, шайырлар мен майлардың сандық құрамына және олардың қатынасына негізделген. Д.Тракслердің дисперстік коэффициенті [38] шайырлары мен ароматты көмірсутектерінің (АК) қосындысы мен асфальтендері мен парафинонафтендік көмірсутектерінің (ПНК) қосындысы арасындағы қатынасты ескереді:

$$D = (C + AK) / (A + ПНК). \quad (1.1)$$

Б. Г. Пече ұсынған ерігіштік көрсеткіші (ЕК) [7] шайырлардың асфальтендерге және ароматты көмірсутектердің парафин-нафтенге қатынасының қосындысымен анықталады:

$$EK = Ш/А + АК/ПН. \quad (1.2)$$

Бұл көрсеткіш битумдардың қасиеттерін неғұрлым сараланған түрде сипаттайды. ЕК-нің төмендеуі оның құрылымының күлден гельге ауысуымен,

сынғыштық температурасының төмендеуімен, жұмсарту температурасының жоғарылауымен және жұмыс аралығының кеңеюімен бірге жүреді.

Пенетрация индексі (ПИ) битумның жылу тұрақтылығын және жанама түрде оның құрылымдық түрін сипаттайды. Битумның пенетрация индексі формулалар бойынша есептеледі немесе номограмма бойынша [24] 25 °С пенетрация және жұмсарту температурасы негізінде анықталады.

Жұмсарту және сынғыштық температураларының айырмашылығына тең ИР жұмыс қабілеттілігі (икемділігі) аралығы битумдардың құрамы мен қасиеттерінің сипаттамаларын толық көрсетпейді, бірақ ол битумдардың температуралық сипаттамаларын сипаттауға жарамды.

Топтық құрам мен битумның стандартты көрсеткіштері арасындағы байланысқа негізделген битумның құрылымдық-реологиялық түрінің сипаттамасы ретінде В. А. Золотарев стандартты қасиеттер коэффициентін ұсынды:

$$K_{\text{СТҚ}} = (T_{\text{ж}} - T_{\text{СЫНҒ}}) / D_{25} \quad (1.3)$$

мұндағы $T_{\text{ж}}$ -жұмсарту температурасы, °С; $T_{\text{СЫНҒ}}$ -сынғыштық температурасы, °С; D_{25} -25 °С температурада созылу, см.

Битумның бір немесе басқа түрге жақындау дәрежесін $K_{\text{СТҚ}}$ бойынша бағалауға болады. $K_{\text{СТҚ}} > 1,1$ мәнінде битумдар гель құрылымына ие (I тип), $K_{\text{СТҚ}} < 0,65$ мәнінде битумдар күл құрылымына ие (II тип). 0,65-тен 1,1-ге дейінгі $K_{\text{СТҚ}}$ мәндері сол-гель (III тип) құрылымы бар битумдарға тән [3].

Иненің ену тереңдігінің тең мәні бар әртүрлі құрылымдық типтегі битумдардың физика-механикалық қасиеттерінің салыстырмалы сипаттамасы (25 °с ену) кестеде келтірілген. 1.1.

Кесте 1.1 – Құрылымы әртүрлі битумдардың физикалық-механикалық қасиеттері

Қасиеті	Битумның құрылымдық типі		
	I	II	III
Пенетрация индексі	+1 жоғары	-1 кіші	-1,0.....+1,0
Жұмсарту температурасы	Жоғары	Төмен	Аралық мән
Сынғыштық температурасы	Төмен	Жоғары	Аралық мән
Созылғыштығы, 25°С	Төмен	Жоғары	Аралық мән
0°С	Жоғары	Төмен	Аралық мән
Ескіру кезінде құрамының	Көп	Аз	Аралық мән

өзгеруіне бейімділік			
Когезия	Төмен	Жоғары	Аралық мән
Ығысу беріктігі	Бар	Жоқ	Аралық мән
Тұтқырлық аномалиясы	Өте мықты	Әлсіз	Аралық мән
Бұзылмаған құрылымның шынайы тұтқырлығы	II типті битумға қарағанда 10... 100 есе жоғары	I типті битумға қарағанда 10... 100 есе төмен	Аралық мән
Тиксотропты қасиеті	Айқын	Айқын емес	Аралық мән
Стандартты қасиеттер коэффициенті, $K_{СТҚ}$	1,1 жоғары	0,65 төмен	0,65.....1,1
Өнімділік интервалы, $\Theta И = T_{Ж} - T_{СЫНҒ}$	Кең	Тар	Аралық мән

Өндірістік жағдайларда битумның құрылымдық түрін бағытты реттеуге болады. Жолдардың бірі-тотығуға арналған шикізаттың консистенциясын өзгерту. Шартты тұтқырлығы 20 с-тан төмен және жұмсарту температурасы 24 °С-тан төмен жеңіл битум шикізаты I типті битум (гель) алуға әкеледі. Шартты тұтқырлығы 60 с– тан асатын және жұмсарту температурасы 34-36 °С ауыр шикізат БН маркалы II типті битумдарды (күлді) алуға мүмкіндік береді. Мұндай құрылым қалдық битумдарда да қалыптасады. Шартты тұтқырлығы 20-дан 40 с-қа дейін және жұмсарту температурасы 24-тен 36 °С-қа дейінгі битум шикізатынан БНД маркалы III құрылымдық типті (сол-гель) битум алынады.

БНД маркалы битумдар құрылымы мен қасиеттері бойынша БН маркалы би-тумалардан ерекшеленеді. БНД битумдары дисперсті ортада ісінетін дисперсті фазалық бөлшектердің кеңістіктік коагуляциялық жақтауының болуымен сипатталады. БН брендтерінің битумдарында фазаның көлемі, әдетте, мұндай жақтауды қалыптастыру үшін жеткіліксіз. Сондықтан БН маркалы битумдар жұмыс қабілеттілігінің неғұрлым тар аралығымен, жарықшақтық пен жылуға төзімділігімен ерекшеленеді, минералды материалдардың бетіне берік адгезияны қамтамасыз етпейді, бірақ сонымен бірге қартаюға төзімді.

БНД маркалы битумдар (тұтқырлығына байланысты) техникалық санаттағы I-IV жолдарындағы барлық жол –климаттық аймақтарда қолдану үшін ұсынылады. БН 60/90 маркаларының II типті битумдары IV және V жол-

климаттық аймақтарында, БН 90/130, БН 130/200, БН 200/300 маркалары III және IV санаттағы жолдардағы II – IV аймақтарында қолдану үшін ұсынылған [24].

Битумдардың құрылымдық-реологиялық зерттеулері битумның құрылымдық түрінің көрсеткіштері арасында жеткілікті тұрақты корреляциялық байланыс бар екенін көрсетті. Сонымен, жұмыс қабілеттілігі (ИР) аралығы 70 °С-тан астам битумдар, пенетрация индексі (ЖК) +2,0-ден астам, стандартты қасиеттер коэффициенті (Ттүк) 1,1-ден астам гелдің құрылымына жатқызылуы мүмкін. ЖК бар битумдар -2,0-ден кем, ИР 60 °С-тан кем, Ттүк, 0,65-тен кем күл құрылымына жатқызылуы мүмкін. Осы Критерийлердің аралық мәндеріне сол-гель құрылымының өтпелі түрі бар битумдар жауап береді [3]. Сол гель битумдары компоненттердің құрамына, қасиеттеріне және сапасына байланысты күл немесе гель құрылымына жақындайды. Битумдардың құрамы мен қасиеттерін ескере отырып, мынадай құрылымдарды бөледі [7]: гелге жақын (ЖК + 0,5-тен +2-ге дейін), күлге жақын (ЖК -0,5-тен -2-ге дейін) және күл-гель (ЖК +0,5-тен -0,5-ке дейін).

1990 жылға қарай Ресейдің мұнай өңдеу зауыттары жол битумдарының жалпы көлемінің 80% - дан астамын БНД битумдарын шығарды. Қазіргі уақытта мұнай өңдеуді тереңдетуге байланысты бұл көлемдер айтарлықтай азайды. Битум алу үшін ауыр шикізатты пайдалану олардың сапасының нашарлауына әкеледі – сынғыштықтың жоғарылауы, икемділіктің, икемділіктің және ыстыққа төзімділіктің төмендеуі.

1.4 Полимерлік-битумдық байланыстырғыштардың құрылымын қалыптастыру

Полимер-битум байланыстырғыштары (ПББ) полимерді битумда еріту немесе полимерді арнайы еріткіште (өнеркәсіптік, шифер майы, дизель отыны және т.б.) алдын-ала еріту арқылы алынады, содан кейін полимер ерітіндісін битуммен араластырады.

ПББ алудың қажетті шарты-бұл екі компоненттің үйлесімділігі, яғни. полимердің битумның дисперсті ортасында еруі немесе ісінуі.

Полимерлермен модификацияланған битумдарды дайындау әдістері, әдетте, процестің жоғары температурасын (150 – 200 °С) және компоненттерді қарқынды араластыруды қамтамасыз етеді.

Битумды модификациялау үшін қолданылатын полимерлердің (полиэтилен, полипропилен, этиленпропилен каучуктері, термоэластопластар және т.б.) көпшілігінің ыдырау температурасы оларды битуммен біріктіру температурасынан едәуір асады. Демек, битум массасындағы полимерлердің термо - және механоқұрылымдық реакциялары пайда болмайды, егер олар орын алса, олар өте аз дәрежеде жүреді. Битумдар қызған кезде жұмсарады, ал

термопластикалық полимерлер, олар кристалды немесе аморфты болғанына қарамастан, тұтқыр күйге өтеді. Жоғары температура битумдағы полимердің ісінуін немесе еруін тездетеді.

Полимерлік материалдардың еруі ісіну сатысы арқылы жүреді [35, 37,38]. Ісіну процесі еріткішті полимермен сіңіруден тұрады, оның көлемі мен массасы артады.

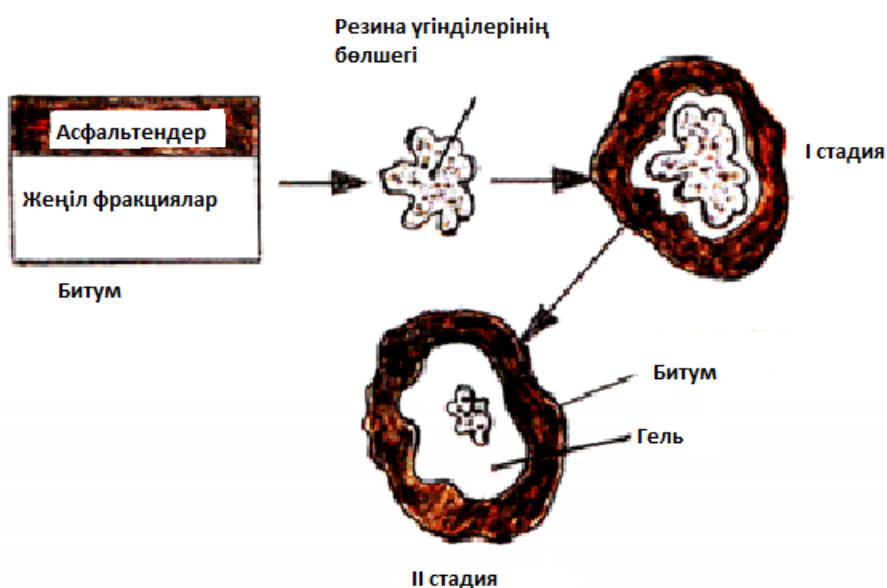
Алдын ала ісінумен еру тек жеткілікті үлкен молекулалық массасы бар заттарға тән, егер аралас заттардың диффузия жылдамдығында үлкен айырмашылық болса. Ісіну кезінде еріткіш молекулаларының жоғары молекулалық затқа таралуы жүреді.

Полимерлер үлкен және тармақталған молекулалардан тұрады. Олар бір-бірімен тығыз байланысты және жылу қозғалысына әлсіз сезімтал.

Кішкентай еріткіш молекулалар өте мобильді және полимер торына тез еніп, тізбектерді бөліп, оның көлемін арттырады. Осылайша, ісіну әдеттегі араластырудан ерекшеленеді, өйткені процесс бір жақты жүреді.

Ісіну шектеулі және шектеусіз болуы мүмкін. Шектеулі ісіну кезінде жүйе гель күйіне өтеді, бұл берілген еріткіште полимердің шектеулі еруімен түсіндіріледі. Шектелген ісіну жағдайында жүйе тепе-теңдікте болатын екі фазадан тұрады: полимердегі еріткіштің қаныққан ерітіндісі, яғни гель және еріткіштегі полимердің қаныққан ерітіндісі, әдетте, төмен концентрацияда. Шексіз ісіну сызықтық полимерлерге тән.

Тігілген полимерлер еріткіште ісінеді, бірақ ерімейді. Жағдайлар өзгерген кезде (температураның, қысымның жоғарылауы) шектеулі ісіну шектеусіз болады. – Сурет 3 битумдағы резеңке бөлшектерінің шектеулі ісіну процесін көрсетеді [39]. 1-кезеңде резеңке бөлшектің битумның жеңіл фракцияларын сіңіруі және оның ісінуі, 2 – кезеңде гель пайда болады. Нәтижесінде байланыстырғышта тәуелсіз резеңке битум матрицасы пайда болады.



Сурет 3 – Битумдағы резеңке бөлшектерінің ісіну кезеңдері

Құрылымаралық және құрылымшілік ісінуді ажыратыңыз. Кезінде полимердің ішіне таралатын интерструктуралық ісіну еріткіш, ең алдымен, молекулааралық құрылымдардың элементтері арасында бос орын алады. Егер полимер мен еріткіш табиғатта жақын болса, еріткіш молекулалары супримолекулалардың ішіне еніп, алдымен макромолекулалардың жеке бөліктерін, содан кейін тұтас ұзын полимерлі тізбектерді (құрылымшілік ісіну) таратады. Ішкі құрылымдық ісіну полимер көлемінің едәуір артуымен бірге жүреді. Бұл жағдайда макромолекулалар арасындағы қашықтық артады, олардың арасындағы байланыс әлсірейді, ал полимердің макромолекулалары еріткішке таралады, яғни ісіну ери бастайды.

Полимердің ісіну қабілеті оның құрамы мен құрылымымен анықталады. Ісінудің себебі еріткіштің бос жерлерге немесе тері тесігіне Қарапайым механикалық енуі емес, негізінен макромолекулалардың еруі (өзара әрекеттесуі) нәтижесінде пайда болатын молекулааралық өзара әрекеттесу. Полимер кез-келген жерде ісінбейді, тек ол өзара әрекеттесетін "жақсы" еріткіште.

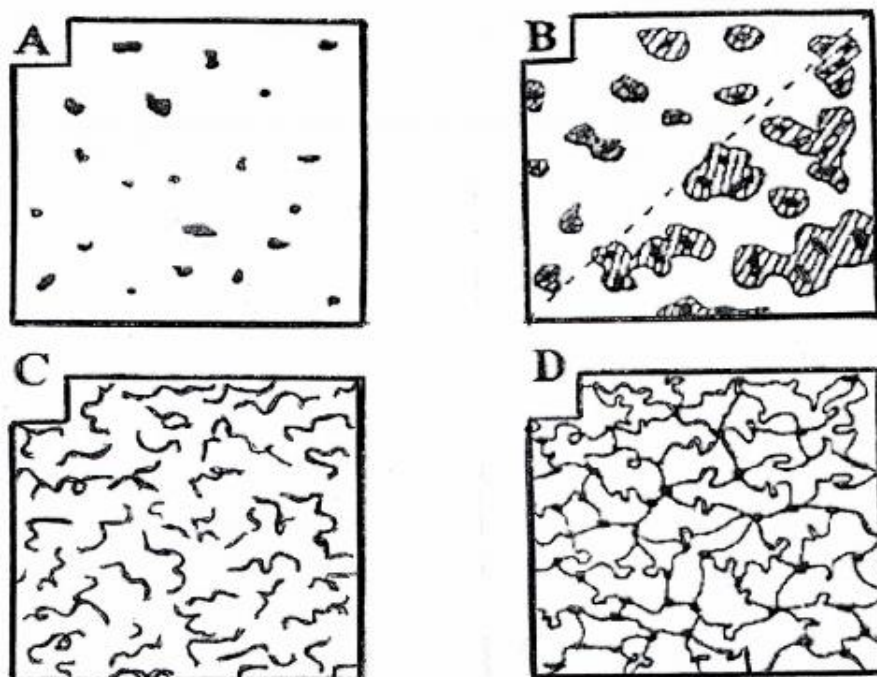
Әр түрлі елдерде жүргізілген зерттеулер полимердің битуммен үйлесімділігі битумның химиялық құрамына және полимердің қасиеттеріне байланысты екенін көрсетеді. Полимер битуммен үйлесімді, егер олардың қоспасы берік болса және коллоидтық тепе-теңдіктің бұзылуы, яғни бөліну болмаса. Әр түрлі авторлардың көпжылдық зерттеулерінің негізінде:

- сызықтық полимерлер күрделі тармақталған құрылымы бар полимерлерге қарағанда битуммен тиімді араласады;
- битум құрамындағы хош иісті және парафинонафтенді көмірсутектердің мөлшері араластыру процесіне үлкен әсер етеді;
- битумдағы асфальтендердің көп болуы Модификацияланған битум алуды қиындатады;
- полимерді битуммен араластыру технологиясы, сондай-ақ полимердің тұтқырлықтағы дисперсия дәрежесі маңызды рөл атқарады.

Полимердің микробөлшектерін битумға енгізу 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.

Г.Зенке [23] полимерді битуммен араластырған кезде полимер мөлшеріне байланысты битум-полимер қоспасының ішкі құрылымдарының әртүрлі түрлері пайда болуы мүмкін екенін көрсетті: ерітілмеген бөлшектердің

дисперсиясы (А); ісінген бөлшектердің дисперсиясы (В); ерітінді (С); полимердің кеңістіктік торымен ерітінді (D) (сурет 4). Полимердің мұндай концентрациясы ең тиімді болып табылады, онда D типті ішкі құрылым битумда түзіледі.



Сурет 4 - Битум-полимер қоспасының ішкі құрылымының түрлері

Полимер-битум байланыстырғыш композициялық материал ретінде қарастырылады, онда битум матрица (орта) ретінде қызмет етеді, ал полимер дисперсті фаза болып табылады. Мұндай байланыстырғыштар қасиеттері бойынша бөлек алынған битумдар мен полимерлердің қасиеттерінен асып түседі.

Каучуктер мен термопласттарды пайдалана отырып, ПББ алудың теориялық алғышарттары А.М. Кисина мен В. И. Куценконың жұмысында қарастырылған [36]. ПББ электронды микроскопиялық және оптикалық зерттеулері ПББ – да полимердің аз мөлшерімен (массасы бойынша 1-2%) битумның төмен молекулалық бөлігінде – майларда ери алатындығын көрсетеді. Үлкен қоспалармен полимер битумда бөлек, байланыссыз бөлшектер түрінде таратылады. Композициядағы олардың әсерінің әсері толтырғыштың әсеріне ұқсас. 5 – 10% қоспалармен бөлшектердің агрегациясы және олардың синтезі жүреді. 10-15% жағдайында полимер борпылдақ тор құрылымын құрайды, ал полимердің құрамы 25% - дан жоғары болса, битум полимердің құрылымдық жасушаларына қосылады және фазалардың айналуы (инверсиясы) жүреді.

Полимердің аз концентрациясында композицияны дисперсті-қатайтылған деп санауға болады. Бұл әсер дисперсті фазаның мөлшері көлемі бойынша 2-4% мөлшерінде байқалады.

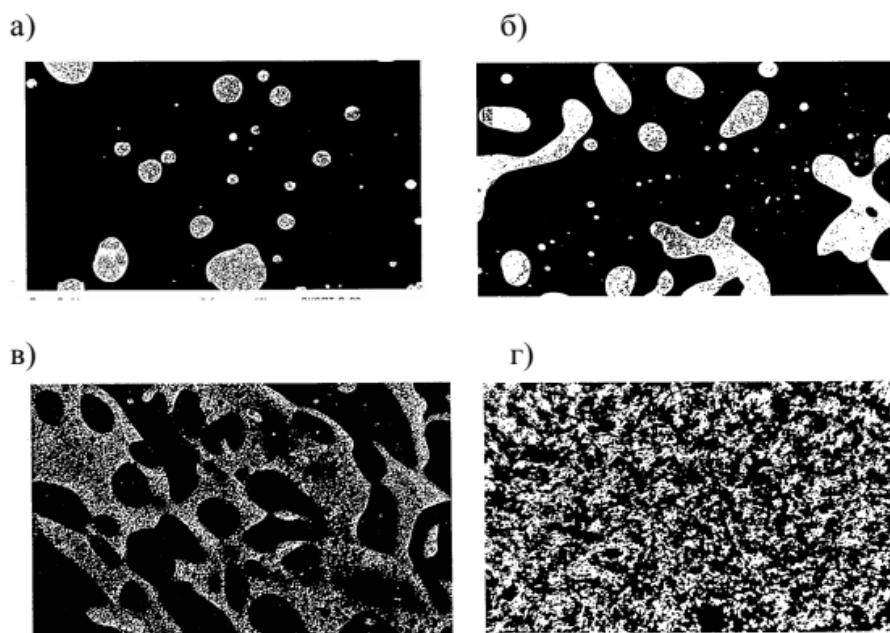
Битумдағы полимердің жоғары концентрациясында композицияларды беріктігі мен икемділігі жоғарылаған талшықты немесе қабатты деп санауға болады. Мұндай материалдарды жою процесі әдетте битум матрицасындағы микрокректердің өсуінен басталады. Содан кейін, жоғары молекулалы каучук немесе полимердің басқа қосылысы (термопласт) жарықтар пайда болған кезде, микрокректердің өсуі баяулайды, содан кейін ол жарықтың жоғарғы жағындағы кернеулердің релаксациясына байланысты баяулайды және тіпті тоқтайды [36].

Жоғары температурада битумды кез-келген химиялық сипаттағы полимерлермен араластыру процесі екі сатыда жүреді: сұйық битумдағы жұмсартылған полимердің эмульсиясы және кейіннен ішінара ісіну немесе толық еру. Битумдағы полимердің дисперсиялық процесінің тереңдігі полимердің химиялық табиғаты мен молекулалық массасымен, битумның химиялық құрамымен, сондай-ақ қоспадағы компоненттердің қатынасымен анықталады [39].

Мұндай жүйелердің дисперсиялық дәрежесі компоненттердің тұтқырлығы, сондай-ақ өзара ерігіштігі қатынасымен анықталатыны белгілі. Термодинамикалық үйлесімсіздік жағдайында (ерімейтін немесе ішінара еритін) компоненттер қоспадағы бөлшектердің шекті мөлшері тек тұтқырлық пен араластыру жағдайларына байланысты болады, ал жоғары температурадағы қоспасы эмульсия болып табылады (сурет 5, а).

Мұндай жүйелерге жүктеме қолданылған кезде күш әсер ету бағыты бойынша битум массасында полимер тамшылары деформацияланады (тартылады). Қарай молекулалық массасын және пластикалық полимер жүреді бұзу және ұсақтау ірі тамшылар неғұрлым ұсақ немесе созу, олардың жіптер (сурет 5, б). Полимердің төмен тұтқырлығы оны битумда жақсы таратуға ықпал етеді.

Полимер құрамының жоғарылауымен битум массасындағы тамшылардың мөлшері артады, өйткені олардың коалесценция (бірігу) ықтималдығы артады, бұл жүйеде фазалардың өзгеруіне әкеледі. Осылайша, этиленпропиленді каучук СКЭПТ-Э-30 массасы бойынша 9% - дан кем емес мөлшерде енгізген кезде битумда үздіксіз фаза түзеді (сурет 5, в).



Сурет 5 – 20°С және 25°С кезінде битум композицияларының микроқұрылымы:

а- 1% масс СКЭПТ-Э-30; б- 5% масс СКЭПТ-Э-30;

в- 20% масс СКЭПТ-Э-30; г- 25°С кезінде 10% масс ДСТ-30.

Өзара еритін компоненттер үшін фазалық шекарадағы компоненттердің өзара әрекеттесуіне байланысты жүйенің дисперсия дәрежесі одан әрі артады. Мұндай полимерлерге СБС типті блокполимерлер жатады. Стирол-бутадиен-стирол полимерінің құрылымында хош иісті блоктардың болуы оның құрамында хош иісті қосылыстардың едәуір мөлшері бар мұнай битумымен байланысын анықтайды.

Нәтижесінде СБС типті полимермен өзгертілген битумдардың құрылымы алифатты полимерлермен битум композицияларының құрылымынан түбегейлі ерекшеленеді. Араластыру температурасында (175 – 185°С) полимердің мальтенде еруіне байланысты біртекті композиция пайда болады.

Компоненттердің (битум мен полимердің) өзара ерігіштігінің концентрациялық шегі полимердің молекулалық салмағының жоғарылауымен төмендейді. Сонымен, технологиялық температурада битум массасы бойынша 5%-ға дейін, ал төмен молекулалы ДСТ-30 ($M=45000$) – массасы бойынша 9% - ға дейін болған кезде молекулалық массасы $M=150000$ болатын жоғары молекулалы дивинил-стирол термоэластопласты бар оптикалық біртекті композициялар құрайды. Битумдағы ДСТ-30 концентрациясының одан әрі жоғарылауымен полимер үшін еріткіш болып табылмайтын битумның асфальт-шайырлы бөлігі бөлек фазада бөлінеді (сурет 5, г).

Технологиялық температурада құрылған, жоғарыда қарастырылған полимер түрлерімен өзгертілген битумдардың құрылымы, әдетте,

салқындағаннан кейін де сақталады. Бұл температура төмендеген кезде дайындалған ПББ тұтқырлығының күрт артуына байланысты. Сондықтан "полимерлердің битуммен үйлесімділігі" ұғымы екі компоненттен тұрады: компоненттердің термодинамикалық үйлесімділігі, сонымен қатар екі фазалы құрылымдар деңгейіндегі үйлесімділік.

Бөлме температурасында және нақты жұмыс жағдайында полимерлермен өзгертілген битумдар, әдетте, микро немесе макро - ұқсас жүйелер болып табылады, яғни олар композициялық материалдар болып табылады. Олардың қасиеттері қоспаның фазалық құрылымымен, атап айтқанда механикалық – негізінен үздіксіз фазаның қасиеттерімен анықталады. Сондықтан композиция массасында үздіксіз фазаны құрайтын полимерлер ғана битумға икемділік беру қабілетіне ие (олефин полимерлеріне тән қасиет, мысалы, полиэтилен, полипропилен, этилен-пропилен резеңке және т.б.). Битум массасында дисперсті фазаны құрайтын полимердің рөлі оны бөлшектермен толтыру арқылы қатайтуға дейін азаяды. Полимердің түріне, концентрациясына байланысты сіз физика-механикалық қасиеттердің белгілі бір кешені бар композициялық материалдарды ала аласыз.

Полимерлі битум құрамының дисперсия дәрежесі көбінесе компоненттерді араластыру әдісіне байланысты. Ең жақсы нәтижелерге жоғары өнімді құрылғыларды – коллоидты диірмендерді қолдану арқылы қол жеткізіледі, компоненттердің жоғары температурада болу уақыты минималды, бұл битумның қартаюына жол бермейді және жоғары дисперсті жүйелерді құруға ықпал етеді.

Араластырғышы бар аппараттарда компоненттерді араластыру процесінің ұзақтығы жеткілікті үлкен және араластырғыштың дизайнына және енгізілген полимердің мөлшеріне байланысты 5 немесе одан да көп сағатты құрайды. Бұл, әрине, ауаның оттегі қатысуымен жоғары температураның әсерінен битумның қартаюына байланысты соңғы өнімнің сапасына теріс әсер етеді, сонымен қатар өрескел дисперсті жүйелердің пайда болуына әкеледі.

СБС негізінде ПБВ, сондай-ақ каучуктар негізінде БКВ алу кезінде пластификаторларды пайдалану полимерлердің еру процесін жылдамдатуға, байланыстырғыштардың біркелкілігін арттыруға және оларды дайындау температурасын төмендетуге мүмкіндік береді.

ПББ құрылымын қалыптастыру механизмдерін түсіндіру әртүрлі полимерлерді битумға модификациялық қоспалар ретінде қолдану бойынша кең зерттеулер жүргізуге мүмкіндік берді [2, 6, 9, 12, 17 – 21, 23, 34, 38].

ПББ-дағы кеңістіктік құрылымдық тор полимердің белгілі бір құрамымен түзіледі. Л. М. Гохман битумда кеңістіктік құрылымдық тор түзетін полимердің құрамы полимер молекулаларының Ассоциацияға қабілеттілігімен анықталады деген болжам жасады [2]. Құрылымдық тордың беріктігі тор түйіндеріндегі байланыстардың беріктігіне және түйіндердің

санына, ал серпімділік түйіндер арасындағы тізбектердің икемділігіне байланысты. Макромолекулалардың Ассоциация қабілетіне сәйкес барлық полимерлерді екі топқа бөлуге болады.

1. Макромолекулалары Ассоциацияға бейімділікпен сипатталатын полимерлер. Мұндай полимерлерге мыналар жатады:

- макромолекулалары функционалды топтардан тұратын және соңғыларының өзара әрекеттесуі немесе химиялық байланыстар түзетін асфальтендердің функционалды топтарымен "біріктірілген" құрылымдар арқылы күшті кеңістіктік құрылымдық тор құра алатын полимерлер;

- макромолекулалары бір-бірімен өзара әрекеттесу арқылы тор құруға қабілетті блоктардан тұратын немесе физикалық байланыстарды құрайтын асфальтпен байланысқан блоксополимерлер.

ПББ компоненттерінің химиялық өзара әрекеттесуіне байланысты байланыстырғыштың бірыңғай кеңістіктік құрылымы, мысалы, тақтатас битумдарының гидроксил топтары мен эпоксидті шайырлар эпокси тобы арасындағы, полиолефиндер мен парафинді көмірсутектер арасындағы тұтқыр жол битумдарының және т. б. өзара әрекеттесу нәтижесінде пайда болады.

2. Макромолекулалары Ассоциацияға бейім емес полимерлер. Мұндай полимерлердің макромолекулалары тізбектердің кездейсоқ байланысы мен тоқуына байланысты кеңістіктік торды құрайды.

ПББ компоненттері химиялық өзара әрекеттесуге енбейді, ал полимерлі қоспалар күшейтетін элемент ретінде әрекет етеді.

Құрылым түзетін қоспалар байланыстырғыштың механикалық қасиеттері мен температуралық тұрақтылығын едәуір арттырады және бөлшектердің пішініне сәйкес талшықты және ұнтақты толтырғыштарға бөлінеді.

Полимердің ең аз мөлшері бар битумда құрылымдық тор алу үшін бірінші топтың полимерлеріне назар аудару керек. Ерітіндіде кеңістіктік құрылымды қалыптастыру үшін бірдей молекулалық салмағы бар біріншіге қарағанда екінші топтағы полимердің едәуір көп мөлшері қажет.

Жабындардағы жол битумдарының жұмыс істеу шарттары ПББ алу үшін неғұрлым жарамды полимерлер класына қойылатын мынадай талаптарды тұжырымдауға мүмкіндік берді [2]:

* полимер макромолекулалары Ассоциацияға бейім болуы керек;
* полимер асфальтбетон қоспаларын дайындау үшін дәстүрлі температурада қалыпты жабдықта араласқан кезде битумның дисперсиялық ортасында тез және жақсы таралуы керек;

* полимер битумда 60°C-тан төмен емес жоғары пайдалану температурасында және төмен теріс температурада (минус 60°C-қа дейін) икемділікте беріктігін сақтайтын құрылымдық тор құруы керек);

* полимер химиялық және физикалық тұрақты болуы керек және сақтау, өңдеу және нақты пайдалану жағдайларында жол жамылғысының құрамында өзіне тән қасиеттерді сақтауы керек;

* полимердің құрылымдық торы битумоминералды (полимерасфальтобетонды) қоспаны төсеу аяқталғаннан кейін битумда түзілуі немесе жайылудан болатын нақты кернеулердің әсерінен қайтымды бұзылуы тиіс.

Битумды өзгерту үшін қолданылатын полимерлі қоспалар төрт классқа бөлінеді:

- термопластикалық полимерлер (термопластар немесе пластомерлер);
- резеңке тәрізді полимерлер (эластомерлер);
- термоэластопластар (термопластикалық резеңкелер);
- термореактивті полимерлер (реактопластар) – шайырлар.

Модификацияланған битумдарды алу үшін қолданылатын негізгі полимерлі қоспаларды қарастырыңыз.

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Зерттеу нысаны

Бұл диссертациялық жұмыста БНД 90/130 маркалы Қаражанбас кенорны мұнайының битумы қолданылды.

Битум BND 90/130 - ГОСТ 22245-90 сәйкес қатаң түрде жасалған қара түсті тұтқыр су өткізбейтін құрылыс материалы. Бұл мұнай айдау процесінде пайда болатын органикалық және көмірсутекті қосылыстардың күрделі қоспасы. Мұнай битумы БНД 90/130 автомобиль жолдарын салу және жөндеу кезінде қолданылады. Ол беттерді сіндіру және ыстық асфальт-бетон ерітінділерін жасау үшін байланыстырушы материал ретінде қолданылады. Ол құм, қиыршықтас және минералды компоненттердің қабаттарын тығыз байланыстырады (бекітеді), осылайша жоғары пайдалану сипаттамалары бар жол құрылысы үшін бірыңғай және сенімді негіз қалыптастырады. Материалдың сөзсіз артықшылықтары: икемділік, аязға төзімділік, жоғары адгезия және суға төзімділік. БНД 90/130 битумын пайдалану шұңқырлар мен жарықтардың пайда болуына жол бермей, ұзақ қызмет ету мерзімі бар қауіпсіз, берік және суға төзімді оқпандарды құруға кепілдік береді.

Кесте 1.2 – Қаражанбас кенорны мұнайынан алынған битумның технологиялық қасиеттері

Битум маркасы	Иненің ену тереңдігі 0,1 мм		Созылуы, см		Жұмсару температурасы, °С	Сынғыштық температурасы, °С
	25°С	0°С	25°С	0°С		
МЕСТ22245-90* БНД 90/130	91-130	28	65	4	43	-17
БНД 90/130	96	35	48	5,2	47,5	-30,4

Қаражанбас кенорны мұнайынан алынған битумның құрамында парафиндер мен нафтендер мөлшері аз болады, ал ароматтік көмірсутектердің және шайырлардың мөлшері жоғары болады. Осыған байланысты Қаражанбас шикізатының битумдарының дуктильділігі де өте жоғары. 1.3 кестеде Қаражанбас мұнай қалдықтарынан алынған битумның топтық құрамы көрсетілген.

Кесте 1.3 – Қаражанбас кенорны мұнайынан алынған битумның топтық құрамы

Үлгі атауы	Көмірсутекті топтардың жеке құрамы,%масс			
	Парафин-нафтенді	Ароматикалық	Жиынтық шайырлар	Асфальтендер
БНД 90/130	19,7	15,5	19,9	13,8

Бұл битум түріне модификациялайтын полимерлер ретінде алынған материалдар – полипропилен (ПП), жоғары тығыздықтағы төмен қысымды полиэтилен (ТҚПЭ).

Зерттеу үлгісі: Қаражанбас кен орнынан алынған БНД 90/130 маркалы мұнай жол битумы.

Қолданылған полимерлер: Екіншілік ПП, Екіншілік ЖТПЭ.

Мұндағы полипропилен – термопласттикалық, изотактикалық полимер, экструзионды, жазық-тегіс (листовой), балқу температурасы 165°С, үлгінің қалыңдығы 2 мм, тығыздығы 890 кг/м³, кристалдық дәрежесі 58%. [3,5] Жоғары тығыздықтағы төмен қысымды полиэтилен – экструзионды формалаумен өңделген, үлгінің қалыңдығы 2 мм, тығыздығы 960 кг/м³, балқу температурасы 125-132°С, кристалдық дәрежесі 64%. (—CH₂—CH₂—)_n, Осы екіншілік полимерлерді битумға қосып, алынған полимер-битумды қоспаның қасиетін анықтау үшін тәжірибелер жүргізіліп, қажетті нәтижелерге қол жеткізілді.

Полипропилен - термопластикалық материал. Молекулалық массасы 300—700 мың аралығында, тығыздығы 920 кг/м. Полиэтиленнен айырмашылығы — берік, жоғары температурада (160°С—170°С) жұмсарады. Полипропиленнен аса берік оқшаулағыштар, түтіктер, машина тетіктері, химиялық құрылғылар жасайды.

Жоғары тығыздықтағы төмен қысымды полиэтилен ((-CH₂—CH₂-)_n) – экструзионды формалаумен өңделген, үлгінің қалыңдығы 2 мм, тығыздығы 960 кг/м³, балқу температурасы 125-132°С, кристалдық дәрежесі 64%. (—CH₂—CH₂—)_n.

Осы екіншілік полимерлерді битумға қосып, алынған полимер-битумды қоспаның қасиетін анықтау үшін тәжірибелер жүргізіліп, қажетті нәтижелерге қол жеткізілді.

2.2 Битумның құрылымдық типін анықтау жолдары

Битумның құрылымдық типін білу оларды қолдану саласы мен эксплуатациялық қасиеттерін дұрыс болжауға мүмкіндік береді. А.С.Колбановский әдісі бойынша битумның құрылымдық типін анықтау

асфальтендердің, шайырлардың, майлардың мөлшеріне және олардың қатынасына негізделген. Тракслердің дисперстік коэффициенті:

$$D=(Ш+АК)/(А+ПНК) \quad (1)$$

$$D=(19,9+15,5)/(13,8+19,7) =1,06$$

Ерігіштік көрсеткіші Б.Г.Печен әдісі бойынша анықталады:

$$E_k=Ш/А+АК/ПНК \quad (2)$$

$$E_k =19,9/13,8+15,5/19,7 =2,22$$

Бұл көрсеткіш битум қасиетін нақтырақ сипаттайды. Ерігіштік көрсеткішінің төмендеуі битум құрылымының зольден гель түріне ауысуына әкеледі.

Битумның стандартты қасиеттерінің коэффициентін В.А.Золотарев әдісі бойынша анықтадық:

$$K=(T_{ep} - T_{сынғ})/D_{25} \quad (3)$$

Мұндағы: T_{ep} -ерігіштік температурасы,

D_{25} -созылғыштығы,

$T_{сынғ}$ -сынғыштық температурасы

$$K=(47,5+30,4)/122,5=0,64$$

$K > 1,1$ - битум құрылымы гель (I тип)

$K < 0,65$ - битум құрылымы золь (II тип)

$0,65 < K < 1,1$ - битум құрылымы зольді-гель (III тип)

Анықталғандай Қаражанбас кенорнының мұнайынан алынған битум күл тәрізді құрылымды битумға жатады.

2.3 Полимер-битумды тұтқыр қоспа дайындау әдістемесі

Көлемі 1 литр реакторға 97 % жол битумының құйып араластырғыш, термометрді пайдаланып электрқыздырғышта 150-160° С-қа дейін қыздыру, үздіксіз араластыру арқылы үстіне 1 % полимерді қосу (3,5,7%).

Ыдыс массасы – 43,913г

Битум массасы– 350г

Екіншілік полимер массасы (ТҚПЭ) – 24,5г.

ТҚПЭ - төмен қысымдағы полиэтилен аязға төзімді, соққыға сезімтал емес, жабысқақ емес (төмен адгезия), 80 - 120°С температурада жұмсарады және салқындату кезінде суытылады. Электр тогын өткізбейді[1,2].

Материал судың әсеріне тұрақты, олардың концентрациясына қарамастан сілтілермен реакцияға түспейді. Төмен қысымды полиэтилен қышқылдармен әрекеттеспейді (тіпті концентрлі күкіртпен), және қышқыл ерітінділермен, нейтралды және негізгі тұздармен де әрекеттеспейді. Сондай-ақ, ол 50%-дық азот қышқылының әсерінен ыдырайды. Жоғары температура әсерінен 180°С дейін қыздырылған суда еруі мүмкін.

ТҚПЭ молекулаларының құрылымы іс жүзінде тармақталмаған, онда кристаллдық фазаның үлесі көп болғандықтан бұл материал мықтырақ болып келеді.

Ыдыс массасы – 44,142г

Битум массасы – 343,12г

Екіншілік полимер массасы (ПП) – 17,156г.

Полипропилен органикалық еріткіштерде ерімейді, қайнаған су мен сілтілерге төзімді, бірақ HNO_3 , H_2SO_4 , хромды қоспаның әсерінен бұзылады және қараяды. Полипропилен күн сәулесіне төзімді және төмен жылуда болады, сол себепті оған арнайы қоспалар – полимер материалдарының стабилизаторларын қосады.

Ыдыс массасы – 44,142г

Битум массасы – 310,235г

Резеңке үгінділері – 55,84г.

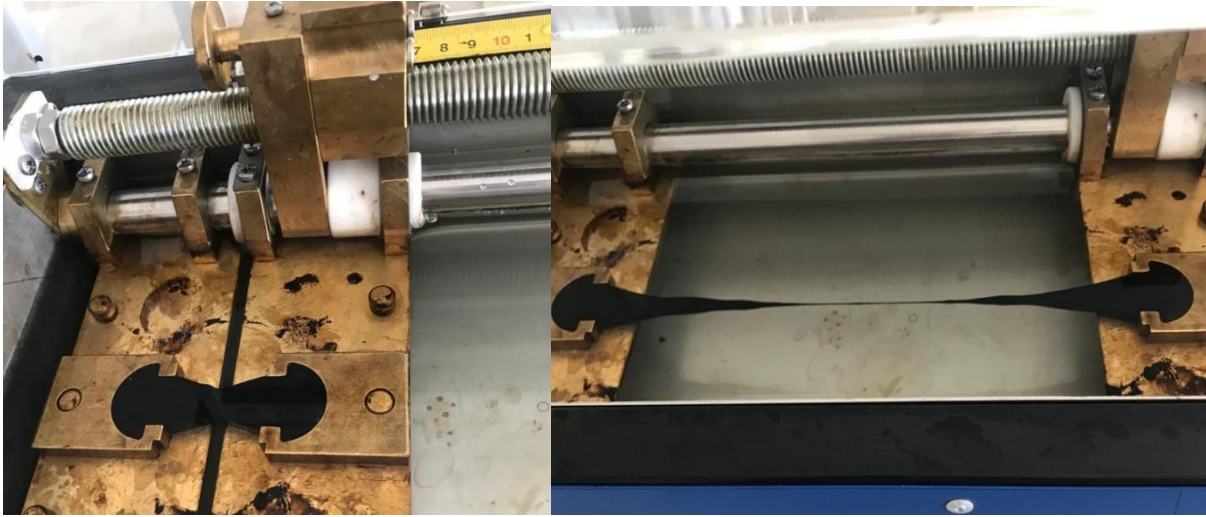
Резеңке үгіндісі-эртүрлі фракциялар мен пішіндерге ие түйіршік. Өндіріс әдісіне қарамастан, ол бастапқы қайталама шикізаттың барлық техникалық сипаттамаларын сақтайды. Кез келген механикалық және күштік әсерлерге беріктік және төзімділік қасиеттері жоғары. Резина үгінділері температураға төзімді болып келеді (-50-ден +65 градусқа дейінгі температураға төтеп береді).

2.4 Битумды талдау әдістемесі

Битум мен битум-полимердің физикалық-механикалық және эксплуатациялық қасиеттері, тұтқырлық Қазақстан Республикасының СТ РК 1373-2013 стандартымен анықталады [42].

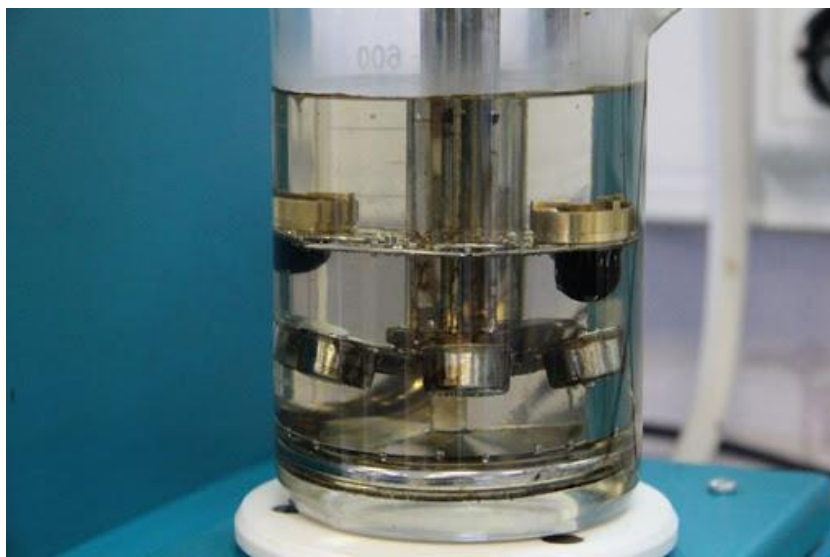
Битумдар мен полимерлі-битумдық композицияларының келесі негізгі эксплуатациялық сипаттамалары анықталды.

- 11505-75 Мемлекеттік стандарт бойынша үлгінің стандарт созылғыштығы (дуктильдігі). 6 суретте битумның созылғыштығын анықтауға арналған көндырғы көрсетілген. Созылғыштығы, бұл битумның жіптәрізді созыла алу қабілеті; ол үзілу сәтінде түзілетін жіпұзындығымен анықталады[23]. Бұл көрсеткіш сонымен қатар битум жабысуын сипаттайды да оның компоненті табиғатымен байланысты болады. Жолдың мұнай битумдарының созылуы біршама жоғары болады – 40 см көп.



Сурет 6 –Модифицирленген битумның созылғыштығын анықтау

- 11506-73 Мемлекеттік стандарт бойынша “Сақина және шар” әдісімен жұмсару температурасы [22]. Белгілі бір уақыт өткеннен кейін, бүкіл эксперимент барысында битум үлгілері стандартты сақиналарға құйылады. Ауада салқындағаннан кейін сақиналар құрылғының тесіктеріне орналастырылады. Содан кейін стандартты болат шарлар суреттің үстіне қойылады. Сақина мен доп бар құрылғы глицеринмен немесе сумен толтырылған стаканға салынып, 5-0, 5 минут жылдамдықпен электр плиткасымен қызады. Битум үлгісі еріген кезде, доп оған түсіп, құрылғының табанына жетеді, жұмсарту температурасы 2-3 рет анықталады және орташа мән жазылады. Битумды жұмсарту температурасын анықтау сәті 7-суретте көрсетілген жұмсарту температурасы битумның маңызды қасиеттерінің бірі болып табылады және оны қолданудың жоғарғы температуралық шегін сипаттайды. Бұл "сақина-шар" құрылғысымен анықталады. Жұмсарту температурасы мен ену өзара байланысты. Битумды жұмсарту температурасы- бұл салыстырмалы қатты күйден сұйықтыққа ауысу.



Сурет 7 – Модифицирленген битумның жұмсару температурасын анықтау

Пенетрация индексі деп тұтқыр битумдардың коллойдтық дәрежесін анықтайтын көрсеткішті айтамыз. Пенетрация индексі арқылы битумдар үш топқа бөлінеді:

- пенетрация көрсеткіші -2-ден төмен дисперстік фазасы жоқ немесе құрамында пептизирленген асфальтені көп (мысалы, крекинг битумдары) төмен эластикалық битумдар;
- пенетрация көрсеткіші -2 мен +2 аралығында болатын қалдық және аз тотыққан битумдар;
- пенетрация көрсеткіші 2-4-тен асатын эластикалық және созылғыштық қасиеттері жоғары, гельдік коллойдтық қасиеті айқын көрінетін битумдар.

Пенетрация индексі анықтау әдісі. Қыздырғаннан кейінгі битумның пенетрация индексі анықтау үшін стандартты 25°C кезіндегі иненің ену тереңдігінің мәні мен жұмсару температурасының мәнін қолданады. Битумды қыздырудан кейінгі пенетрация индексінің өзгеруі МЕСТ 18180- 72 бойынша қыздырған битумның сынақтан кейінгі және дейінгі пенетрация индекс шамаларының абсолюттік мағыналарының әртүрлілігімен есептелінеді [22].

Тұтқыр битумның тас материалдармен адгезиясын анықтау әдісі. Модификацияланған битумның тасты материалдармен адгезиясы (адгезиясы) МЕСТ 11508-74[21] бойынша анықталады. Тұтқырлық адгезиясы оның беткі материалдармен адгезиясының беріктігін сипаттайды. Адгезия тұтқырлықтың физикалық және химиялық қасиеттеріне, құрамына, полярлығына және ондағы белсенді функционалды топтың беттік керілуіне байланысты. Бұл әдіс алдын-ала тұтқырлықпен өңделген тас материалдарының қабілеттеріне негізделген, олар суда қайнау процесі нәтижесінде пайда болатын тұтқырлық қабатын ығыстырады. Бұл әдісті қолдану үшін тастар алдымен металл електен

ұсақталады, сондықтан фракцияның мөлшері 2-5 мм болады. өңделген беттің бөлшектерін алып тастаңыз. Тас немесе құм үлгілері 105-110 ° C температурада тазартылған сумен жуылады, тас 5 сағат кептіріледі, құм 2 сағат кептіріледі. Битум үлгісі 105°C дейін шыны таяқшамен Мұқият қыздыру арқылы кептіріледі, n07 електен өтеді. Битум-минералды қоспаны дайындау үшін қателігі 0,1 г аспайтын 30 г тасты және қателігі 0,01 г аспайтын 1,20 г битумды өлшейді және екі Фарфор стаканға салады. Стақандар термостатта 20 минут бойы 130-140°C температурада ұсталады. Содан кейін көзілдіріктер термостаттан алынып, минералды материалдың беті металл қасықпен толығымен жабылғанша битум тастарымен араластырылады. Осыдан кейін қоспаны бөлме температурасында 20 минут ұстайды. Сым тұтқасы бар n025 немесе 05 металл торда дайындалған битум-минералды қоспаның жартысын стақандардың біріне салыңыз да, торды қайнаған дистилденген суға жіберіңіз (тордың астындағы және үстіндегі судың биіктігі 40-50 мм болуы керек). Келесі стақандағы битум-минералды қоспасы дәл осы үлгі бойынша жасалады. Жасуша қайнаған суда 30 минут ұсталады. Су тым көп қайнамауы керек. Қоспадан бөлініп, қайнау процесі нәтижесінде су бетіне қалқып шыққан Битум сүзгі қағазының көмегімен алынады. Қайнатудың соңында битумы бар тор бір стақан суық суға жіберіледі, онда 3-5 минут ұсталады. Содан кейін ол сүзгі қағазына орналастырылады. Осыдан кейін битумның беткі минералды материалдарға адгезиясы битум-минералды қоспаның бастапқы үлгісімен салыстырылады.

- Битум-резеңке композиция және оны алу тәсілі кірпіш және бетон құрылыс конструкцияларын гидрооқшаулауға арналған битум негізіндегі композициялар өндіруге, жабындарға, автожолдар мен аэродромдардың цементбетон және асфальтбетон жабындарының деформациялық жіктерін, жіктері мен жарықтарын бітеуге арналған. Битум-резеңке құрамына резеңке үгіндісі, белсенді модификатор және байланыстырғыш - битум кіреді, сонымен қатар белсенді модификатор ретінде олар парабан қышқылдарының қатарынан қосылысты қолданады, олар битумдағы резеңке бөлшектерін ыдырату және тігу процесін айтарлықтай сегрегациясыз реттей алады, белсенді модификатордың ыдырауы кезінде пайда болатын химиялық белсенді бөлшектердің пайда болуына байланысты. оқшауланған газ микротолқындары, компоненттердің келесі қатынасы, мас.% : резеңке үгіндісі 5-15, бірқатар парабан қышқылдары және олардың туындылары 1-2, битум қалғаны. Битум-резеңке композициясын алу тәсілі қыздырылған битумды алынған қоспаға белсенді модификатор қосып, резеңке үгіндісімен араластыруды қамтиды, бұл ретте битумды резеңке ұнтағымен араластырмас бұрын 190-205°C температураға дейін алдын ала қыздырады, ал резеңке үгіндісін екі сатыда жүктейді: біріншіден - қара резеңке үгіндісі (амориттелген автомобиль шиналарынан немесе тозған шиналардан және камералардан)

және берілген ұсталымнан кейін араластыра отырып, - араластыру уақытында тиісті ұсталуы бар сұр резеңке үгіндісін (кәдеге жаратылған Техникалық резеңке бұйымдардан), содан кейін белсенді модификаторды да екі сатыда, газ бөлу аяқталған сәтке дейін әр сатыда тұрақты араластыру кезінде қосады.

3 Нәтижелер мен талдаулар

3.1 Битумға полимерлердің әсерін зерттеу нәтижесі

Талдаудың негізгі әдісі болып саналатын полимерлі битум қоспасын дайындаудың мәні жоғары температурада (150-200°C) компоненттерді біркелкі араластыру және еріту болып табылады. Екіншілік полимерлі молекулалардың ыдырау температурасы неғұрлым жоғары болса, дәлірек айтқанда балқу температурасы битуммен қоспаның құрамы соғұрлым жоғары болады. Битум қызған кезде жұмсарады, екінші полимер тұтқыр-сұйық күйге өтеді, ал екі сұйықтықтың дисперсті қоспасы 175-180 ° С температурада тұтқыр күйге жетеді. Екінші полимерлер битуммен жақсы араласады, сақтау кезінде қабаттаспайды. Екінші полимердің құрылымы өзгерген кезде өзінің физика-химиялық қасиеттері бар жаңа композициялық органикалық тұтқыр материал пайда болады. Полимер-битум қоспасының сапасы компоненттердің қатынасы бойынша сараланады. Осыған байланысты жұмыста битумға 1% концентрациясы бар қайталама полимерлердің (екіншілік ЖТПЭ) әсері зерттелді. Полимер-битумды қоспаның пенетрация мәндері 1.4-кестеде көрсетілген.

Кесте 1.4 – Полимер- битумды қоспаның пенетрация мәндері

Битум үлгісі	Жұмсару температурасы, °С			
	I	II	III	Орташа мән
БНД 90/130	47	43	46	45,3
БНД 90/130 +ЖТПЭ	55	71	75	67

Жоғарыдағы келтірілген мәндерден екіншілік полимер негізінде битумның физика-химиялық жоғарылағанын байқауға болады. БНД 90/130 маркалы битумға 1 мас. %, 5 мас. %, 7 мас. % екіншілік ЖТПЭ қосқан кезде алынған қоспалардың жұмсару температурасы өседі, яғни термотұрақтылығы артады, сәйкесінше пенетрация индексі де жоғарылайды.

1,5 -кестеде полимер-битумды қоспаладың созылғыштығының полимер мөлшеріне тәуелділігі көрсетілген. Кесте бойынша, тауарлы жол битумына екіншілік полимер қосқанда битум үлгілерінің созылғыштығы төмендейді. Мұны алынған қоспалардың құрылымының өзгеруімен және екіншілік полимер битум компоненттерімен химиялық әрекеттесуге түсетіндігімен түсіндіруге болады.

Кесте 1.5 –Полимер-битумды қоспалардың созылғыштығы

Битум үлгісі	Созылғыштығы, см
--------------	------------------

	I	II	III	Орташа мән
БНД 90/130	47,5	48	47	47,5
БНД 90/130 +ЖТПЭ	28	7	5	13,3

Байқағанымыздай 1 мас. % екіншілік ЖТПЭ қосқан кездегі үлгі қалған екі үлгіге қарағанда созылғыштығы жоғары, бірақ стандартқа сай келмейді.

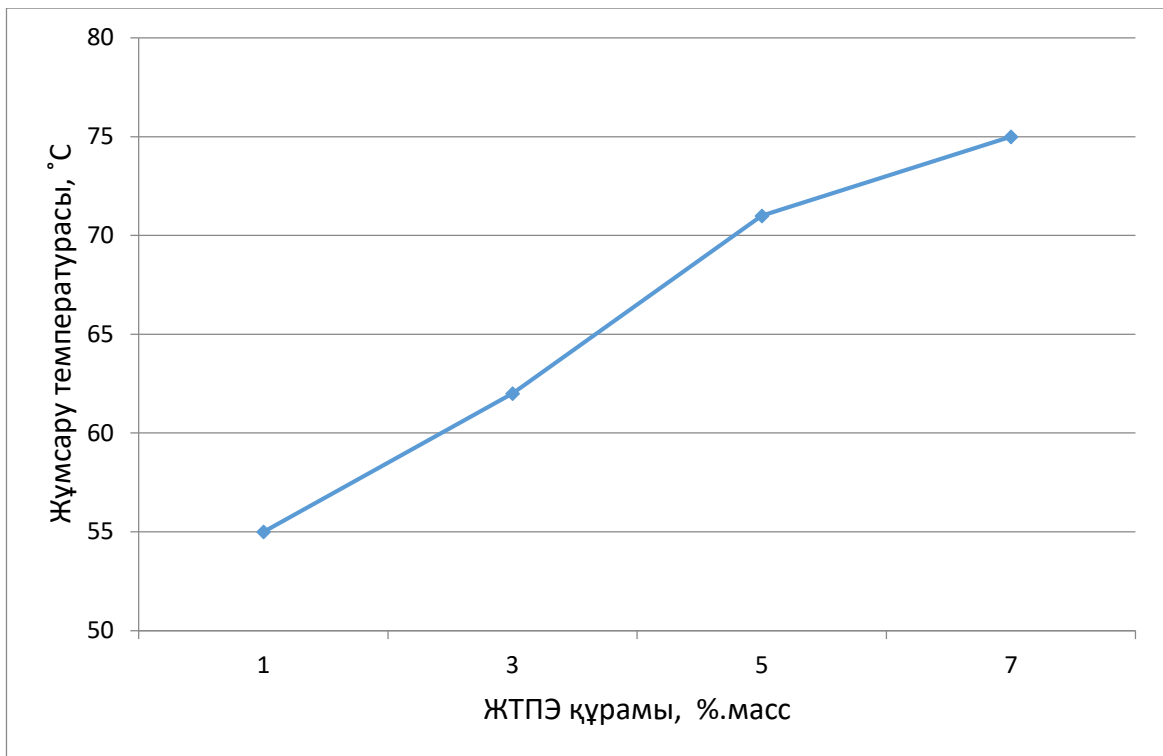
Битумды екіншілік жоғары тығыздықтағы полиэтиленмен модификациялау жұмысы жүргізілді. Массасы бойынша 1-7% мөлшерінде ЖТПЭ 150-160°C температурада БНД 90/130 маркалы битумға енгізілді, содан кейін біртекті жүйе алу үшін қоспаны 3 сағат бойы тұрақты араластыру арқылы одан әрі қыздыру жүзеге асырылды (кесте 1.6).

Кесте 1.6 - Екіншілік ЖТПЭ-мен модификацияланған битумның физикалық қасиеттері

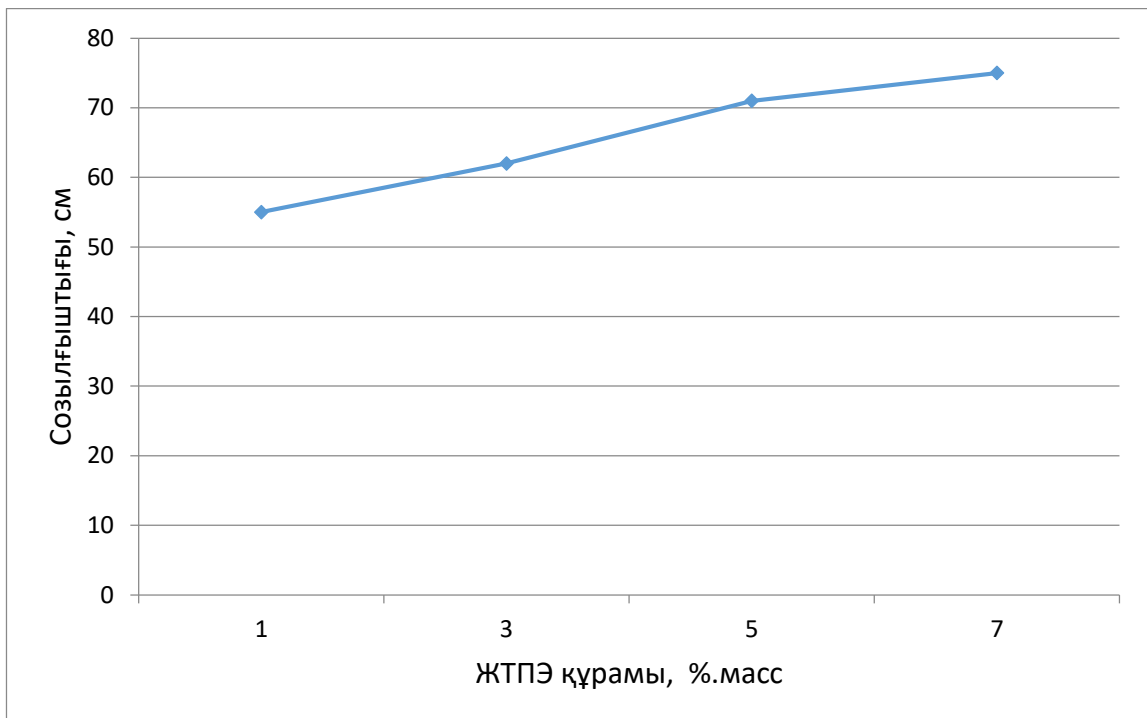
Көрсеткіштері	Екіншілік ЖТПЭ-мен модификацияланған битум			
	ЖТПЭ құрамы			
	1% масс	3% масс	5% масс	7% масс
Сақина және шар арқылы жұмсару температурасы, °C	55	62	71	75
Созылуы, см	28	15	7	5

Кестеде көріп тұрғанымыздай битумға полимер енгізу жұмсару температурасын едәуір жоғарылатады. Ал созылғыштығы төмендейді. Екіншілік полиэтиленнің 7% масс ерітіндісі жұмсару температурасын көтергенімен созылғыштығын едәуір төмендетті. [3,4]

Төмендегі 8,9 –суреттерде полиэтилен мөлшерінің битумның жұмсару температурасына және созылғыштығына әсерін графикалық түрде көрсетілді.



Сурет 8 - Полиэтилен мөлшеріне байланысты битумның жұмсару температурасының өзгерісі



Сурет 9 - Полиэтилен мөлшерінің битумның созылғыштығына әсері.

3.2 Модификацияланған битумның тас материалдарымен жабысуын анықтау әдісі

Модификацияланған битумның тасқа адгезиясы "МЕСТ 11508-74 - битумның мәрмәр мен тасқа адгезиясын анықтау әдістері" сәйкес жүргізілді. Әдістің мәні судың қатысуымен органикалық байланыстырғыштардың құм немесе мәрмәр бетіне жабысу қабілетін анықтау болып табылады. Түрлендірілген битумның тас материалдарға адгезиясы МЕСТ 11508-74 бойынша анықталады. Байланыстырушы Адгезия байланыс аймағындағы бетіне тас материалдарының қатты адгезиясын сипаттайды. Адгезия байланыстырғыштың физика-химиялық қасиеттеріне, олардағы белсенді функционалды топтардың құрамына, полярлыққа және беттік керілуге байланысты. Бұл әдіс бұрын тұтқыр затпен өңделген тас материалдарының суда қайнату кезінде байланыстырғыштан шығарылған пленканы ұстап тұру қабілетін негіздейді.

Минералды толтырғыштар ретінде жол құрылысында қолданылатын қиыршық тастар (щебенка) алынды. Экспериментте қолданар алдында мұндай материалдар арнайы дайындық операцияларына ұшырады: олар 5 мм дейінгі түйіршіктерге ұсақтау машинасында өңделді, содан кейін Елек талдауы жүргізілді. Тұтқыр битумның тас материалдарға адгезиясын (адгезиясын) анықтау әдісімен 10-суретте көрсетілген нәтижеге қол жеткізілді.



а- бастапқы битум



б- екіншілік полимер мен битум қоспасы

Сурет 10 - Полимер-битумды қоспаның тас материалдарымен жабысу түрлері

3.3 Резеңке үгінділерінің битумның эксплуатациялық қасиеттеріне әсері

Резеңке үгіндісі ТШ 38.108035-97 "РД 0,01-ден РД 10,0-ға дейін ұсақталған резеңке" техникалық бұйымдарына, тозған автомобиль амортизацияланған шиналары, тозған дөңгелектері мен жүру камералары және кәдеге жаратылған газқағарлары сияқты вулканизацияланған

қалдықтарға арналған техникалық шарттарға немесе тұтынушының келісімі бойынша белгіленген арнайы талаптарға сәйкес келуі тиіс. Оның бөлшектерінің мөлшері 10 мм-ден аспауы керек. Резеңке үгінділерінің концентрациясының төменгі шегі композиция қасиеттерінің нашарлауына байланысты, яғни сынғыштық температурасын төмендетеді, ал жоғарғы шегі бастапқы массаның тұтқырлығының жоғарылауымен шектеледі, яғни жұмсарту температурасын жоғарылатады және икемділіктің төмендеуіне әсер етеді. Сынғыштық температурасы неғұрлым төмен болса және жұмсарту неғұрлым жоғары болса, икемділік температурасының ауқымы неғұрлым кең болса, композиция соғұрлым қолайлы болады. Резеңке үгінділерінің, әсіресе шиналардың маңызды ерекшелігі-құрамында антиоксиданттар мен қартаюға қарсы агенттер сияқты арнайы химиялық заттардың болуы, олар байланыстырғыштың көлеміне еніп, оның құрылымын одан әрі тұрақтандырады және осылайша алынған композицияның адгезиялық қасиеттері мен тұрақтылығын жақсартады, қартаюдың алдын алады.



Сурет 11 – Резина –битум қоспасын дайындауға қосылатын резина үгінділері

Битум-резеңке композициясын жасаудың технологиялық процесі реакциялық газ фазасы бөлінгеннен кейін аяқталады. Дайын материал алынған композицияның температурасы $20-30^{\circ}\text{C}$ төмендегеннен кейін құйылады. дайын материалда ашық тесіктер мен газ қосындыларының мөлшері жоқ. Мастика біртекті, бөгде қоспалардан және битуммен жабылмаған резеңке ұнтақтың бөлшектерінен бос болуы және МЕСТ 12.1.004-91 бойынша стандарттарға сәйкес болуы тиіс.

Бұл жұмыста резеңке үгіндісімен модификацияның екінші әдісі де қарастырылды. Әдіске сәйкес, резеңке чиптері минералды тастармен бірге жол құрылысы кезінде битум құрамына тікелей араласады. 12- суретте резина үгінділері мен минералды тастармен араластырылған битум корсетілген.



Сурет 12 –Резина үгінділері мен минералды тастар араластырылған битум

Дайындалған қоспа пресске салынып оның мықтылығы тексерілді. 13-суретте резина –битум қоспасын 17кН күшпен пресстеу көрсетілген.



а



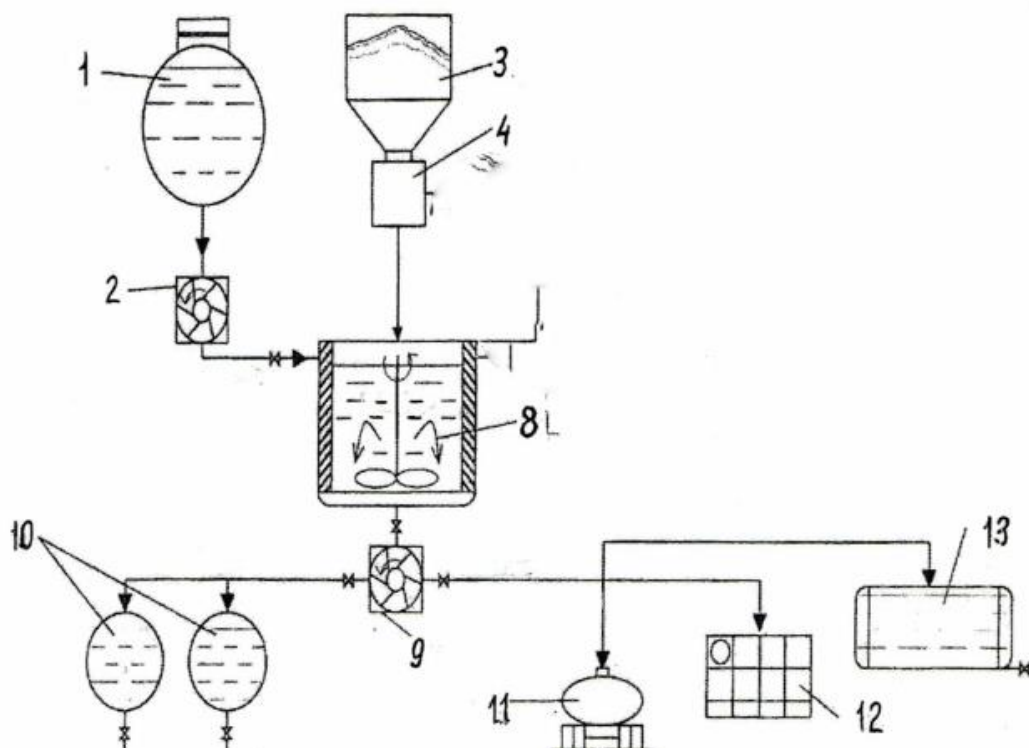
б

Сурет 13 –а)пресс, б) 17кН күшпен басылған резина-битум қоспасы

Осы екі әдістің кемшіліктері мен айырмашылықтары да бар. Битум құрамына резина үгінділерін бірден жол жасау барысында қосу тиімдірек болып табылады, себебі жол жасау барысында уақытты көп кетірмейді және артық реагенттер, катализаторларды қажет етпейді.

4 Модификациялау блогы

Бұл диссертациялық жұмыста битум алудың танымал технологиялық сызбанұсқасына модификациялау блогын қосу ұсынылады.



Сурет 14 - Қалақты араластырғышы бар қондырғыда ПББ алудың технологиялық схемасы:

1-битумға арналған сыйымдылық; 2-битумды сорғы станциясы; 3- полимерге арналған бункер; 4-дозатор, 8-араластырғыш; 9-ПББ айдауға арналған сорғы станциясы; 10 -сақтау орны; 11 – автобитум тасығыш; 12-тасымалданатын ыдыс; 13- асфальт араластырғыш қондырғыға арналған сыйымдылық.

ПББ дайындаудың технологиялық схемасы (сурет 14) тұтқыр заттарды бір және екі сатылы тәсілмен алуды көздейді. 1 битумға арналған сыйымдылықта битум сусыздандырылып, 150 -160 °С температураға дейін қызады, содан кейін 2 сорғы арқылы 8 араластырғышқа жіберіледі. 3-бункерден алынған полимер 4-дозатор арқылы 8-араластырғышқа беріледі.

Араластырғыштың сыйымдылығы жылу оқшауланған және жылытумен жабдықталған, бұл ПББ араластыру кезінде тұрақты температураны сақтауға мүмкіндік береді. ПББ айналымы және айдау 9 сорғымен жүзеге асырылады.

ПББ дайындау температурасы 140 – 160 °С, араластыру уақыты 2 сағат, дайын ПББ 10 сыйымдылықтарға, автобитум тасығышқа 11, тасымалданатын ыдысқа 12 немесе асфальт араластырғыш қондырғының сыйымдылығына 13 түседі.[5]

Осылайша битумды өндіру технологиялық сызбанұсқасына модификациялау блогын, яғни ПББ алатын қалақты араластырғышы бар қондырғыны қосу ұсынылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қаражанбас кен орнының мұнайынан алынған жол битумын әртүрлі полимерлермен модификациялаған кезде:

- битум құрамындағы компоненттер мен екіншілік полимер арасында химиялық өзара әрекеттесуі, олардың эксплуатациялық қасиеттерін өзгерісі дәлелденді;

- полимерлік-битумдық композициялардың эксплуатациялық қасиеттерінің бірі жұмсару температурасы жоғарылады. Бұл жағдай битумның деформацияға төзімділіктің жоғарылауымен қатар оның температураға сезімтал қасиеттерінің күшеюі дәлелденді;

- битумды қолдану кезінде қасиеттерін арттыратын қоспа концентрациясының оптимальды көрсеткіштері эксперимент жүзінде дәлелденді;

- минералды материалдармен полимерлі-битум қоспасының адгезиясы жоғары екендігі анықталды;

- битумды модификациялау үшін битум өндірісінің технологиялық сызбанұсқасына модификациялау блогын қосу ұсынылды.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

БНД	Битум нефтяной- дорожный
САЗ	Смоласфальтенді заттар
МЖБ	Мұнай жабындық битум
СБС	Стирол бутадиен стирол
ПББ	Полимер битумды байланыстырғыш
БРБ	Битум резеңке байланыстырғыш
ДСТ	Дивинил-стирол термоэластопласт
ПП	Полипропилен
ЖТПЭ	Жоғары тығыздықты полиэтилен

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Гезенцвей Л.Б. Дорожный асфальтобетон / Л.Б. Гезенцвей. – М.: Транспорт, 1985.
- 2 Гохман Л.М. Комплексные органические вяжущие материалы на основе блоксополимеров типа СБС: учеб. пособие / Л.М. Гохман. – М.: ЗАО «ЭКОНИНФОРМ», 2004.
- 3 Дорожно-строительные материалы / под ред. И.М. Грушко. – М.: Транспорт, 1991.
- 4 Колбановская А.С. Дорожные битумы / А.С. Колбановская, В.В. Михайлов. – М.: Транспорт, 1973.
- 5 Галдина В.Д. Модифицированные битумы / Учеб. пособие. – Омск: СибАДИ. – 2009. – 230 с.
- 6 Органические вяжущие для дорожного строительства: учеб. пособие / С.К. Илиополов и др. – Ростов н/Д: Изд-во РГСУ, 2003.
- 7 Печеный Б.Г. Битумы и битумные композиции / Б.Г. Печеный. – М.: Химия, 1990.
- 8 Платонов А.П. Полимерные материалы в дорожном и аэродромном строительстве / А.П. Платонов. – М.: Транспорт, 1994.
- 9 Полимерно-битумные вяжущие на основе СБС для дорожного строительства / Л.М. Гохман и др. – М., 2002. (Автомобильные дороги: Обзорная информация / Информавтодор. – Вып. 4).
- 10 Рекомендации по использованию полимерно-битумных вяжущих материалов на основе блоксополимеров типа СБС при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. – М.: Росавтодор, 2007.
- 11 Рекомендации по применению битумно-резиновых композиционных вяжущих материалов для строительства и ремонта покрытий автомобильных дорог (для опытного применения). – М.: Росавтодор, 2003.
- 12 Руденская И.М. Органические вяжущие для дорожного строительства / И.М. Руденская, А.В. Руденский. – М.: Транспорт, 1984.
- 13 Кинг Г.Н. Свойства полимерно-битумных вяжущих и разрабатываемые в США методы испытания / Г.Н. Кинг, Б.С. Радовский // Материалы и конструкции. – 2004. – Октябрь.
- 14 Лаврухин В.П. Свойства асфальтобетонов на модифицированных битумах / В.П. Лаврухин, Ю.И. Калгин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2002. – No 1.
- 15 Леоненко В.В. Некоторые аспекты модификации битумов полимерными материалами / В.В. Леоненко, Г.А. Сафонов // Химия и технология топлив и масел. – 2001. – No 5.
- 16 Маркина Г.Я. Исследование асфальтобетона с добавкой нефтеполимерной смолы / Г.Я. Маркина, Л.Б. Гезенцвей // Применение полимерных материалов в дорожном строительстве: сб. науч. трудов. – М.: СоюздорНИИ, 1977.

17 Миркин В.И. Усталостная трещиностойкость асфальтобетона, модифицированного эластомерами / В.И. Миркин, А.М. Богуславский, В.П. Лаврухин // Повышение эффективности применения цементных и асфальтовых бетонов в Сибири: сб. науч. тр. – Омск: СибАДИ, 1981.

18 Повышение качества шероховатой поверхностной обработки / Г.И. Надыкто и др. // Повышение эффективности дорожных и строительных материалов для условий Сибири: сб. науч. тр. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2000.

19 Поздняева Л.В. Нефтеполимерная смола в качестве модифицирующей добавки в дорожные битумы // Интернет: file:///D:\-G-N-S\Piroplast (ru).

20 Поконова Ю.В. Химия высокомолекулярных соединений нефти / Ю.В. Поконова. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980.

21 Применение атактического полипропилена для улучшения свойств битумов и асфальтобетонов / Л.М. Гохман и др. // Автомобильные дороги. – 1990.

22 Золотарев В.А. Долговечность дорожных асфальтобетонов / В.А. Золотарев. – Харьков: Высшая школа, 1977.

23 Золотарев В.А. Битумы, модифицированные полимером типа СБС: особенности состава, структуры, свойств / В.А. Золотарев. – Харьков: Изд-во «ХНАДУ», 2003.

24 Иваньски М. Асфальтобетон как композиционный материал (с нанодисперсными и полимерными компонентами) / под ред. Н.Б. Урьева. – М.: Техполиграфцентр, 2007.

25 Измаилова Г.Г. К вопросу повышения качества асфальтобетона / Г.Г. Измаилова // Вестник КаздорНИИ. – 2004. – No 1(2).

26 Каганович Е.В. Полимерные модификаторы битума и асфальтобетона / Е.В. Каганович, И.И. Карцева, Г.Г. Измаилова // Вестник КаздорНИИ. – 2004. – No 1 (2).

27 Калгин Ю.И. Экономическая целесообразность применения модифицированных битумов при устройстве верхних слоев асфальтобетонных покрытий / Ю.И. Калгин // Дороги России XXI века. – 2002. – No 3.

28 Калгин Ю.И. Научные основы получения и применения дорожных материалов с использованием модифицированных битумов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Ю.И. Калгин. – Пенза, 2006.

29 Калгин Ю.И. Как продлить дорожный век / Ю.И. Калгин, В.В. Черессельский // Автомобильные дороги. – 2003. – No 1.

30 Кемалов А.Ф. Битумно-полимерные вяжущие для дорожного строительства / А.Ф. Кемалов, Т.Ф. Ганиева, Р.З. Фахрутдинов // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2001. – No 4.

31 Кинг Г.Н. Свойства полимерно-битумных вяжущих и разрабатываемые в США методы испытания / Г.Н. Кинг, Б.С. Радовский // Материалы и конструкции. – 2004. – Октябрь.

32 Кинг Г.Н. Материалы и технологии компании Koch Materials для строительства и ремонта дорожных покрытий / Г.Н. Кинг, Б.С. Радовский. –

М., 2004. (Новости в дорожном деле: Науч.-техн. информационный сб. / Информавтодор. – Вып. 6).

33 Кисина А.М. Полимербитумные кровельные и гидроизоляционные материалы / А.М. Кисина, В.И. Куценко. – М.: Стройиздат, 1983.

34. Худякова Т.С. Особенности структуры и свойств битумов, модифицированных полимерами / Т.С. Худякова, А.Ф. Масюк, В.Н. Калинин // Дорожная техника. – 2003. – No 7. – С.

35. Эфа А.К. Улучшение структуры нефтяных битумов путем модифицирования атактическим полипропиленом / А.К. Эфа, Л.В. Цыро, В.П. Нехорошев //Тез. докл. II Международной науч.-техн. конференции «Автомобильные дороги Сибири». – Омск: Изд-во СибАДИ, 1998. – С.

36. Яромко В.Н. Влияние полимерных добавок на свойства асфальтобетона/ В.Н. Яромко // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2003.

37. Guzman B.R. Modifizierung bituminöser bindemittel mit Polymeren // Strassen- und Tiefbau. – 1977. – No 11, 16. – S. 18 – 19.

38. Korner M., Crein G. Verenderung der Eigenchaften bituminöser Bindemittelund Gemische durch hohpolimere Zusatze // Strasse. – 1975. – No 12.

39. Modificacion de los bitumes para carrateras con polimeros // Bol. inf. Lab. carret y geotecn. – 1982. – No 149.

40. Liants modifies routiers // Revue generale des routes et des aerodromes. – 1989. – No 661.

41. Polumers for bitumen modification. – England: Exxon chemical. – 1996.

42. СТ РК 1373-2013 Битумы и битумные вяжущие. Битумы нефтяные дорожные вяжущие. Технические условия.

https://online.zakon.kz/document/?doc_id=36246789#pos=3;-104