

8D07102 – «Органикалық заттардың химиялық технологиясы»
мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған
Бызова Юлия Сергеевнаның диссертациялық жұмысы

«Модификацияланған битум-минералдық композицияларды әзірлеу»

тақырыбына арналған

АҢДАТПА

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Тиімді жол төсемдерін жасау мәселесі ресурстарды үнемдеу, олардың пайдалану сипаттамаларының сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін қамтамасыз ету тұрғысынан өзекті болып табылады. Күшіне қарай химиялық асфальтбетонның табиғаты мен құрылымдық ерекшеліктері жабындардың қызмет ету мерзімін жақсартудың негізгі әдісі органикалық байланыстырғыштардың құрылымы мен қасиеттерін өзгерту болып табылады. Барлық жерде органикалық байланыстырғыштар ретінде қолданылатын жол битумдары заманауи жағдайларда жабындардың қажетті физикалық және механикалық қасиеттерін және олардың беріктігін қамтамасыз ете алмайды. Жол битумдарын модификациялау, әлемдік тәжірибе көрсеткендей, оның технологиялық жүзеге асырылуының әмбебаптығымен, тармақталуымен сипатталады, оның мәні екі негізгі бағытқа алып келеді. Битумның сапасын жақсартудың технологиялық бағыттарының бірі беттік-белсенді модификаторларды енгізуге негізделген. Көбінесе катиондық беттік белсенді заттар битум мен тротуардың минералды құрамдас бөлігі арасындағы жоғары адгезияны қамтамасыз ету үшін қолданылады. Басқа бағыт битумдарды полимерлі материалдармен модификациялауға негізделген, олар битум битумда кеңістіктік құрылымдық торды құру есебінен битумдарға оларға тән физика-механикалық қасиеттер береді. Алайда, оларды қолданудың тежегіш факторы модификациялық битумдық байланыстырғыштың өзіндік бағасының едәуір артуы болып табылады

Ең заманауи әлемдік талаптарға жауап беретін битумды байланыстырғышты жасаудың перспективалы бағыты тиімді беттік белсенді заттарды (өнеркәсіптік және синтезделген номенклатурадан) және полимерлерді (қалдықтарды және кәдеге жаратуды қажет ететін) бірлесіп енгізу болып табылады. Дегенмен, оларды қолдану битумның берілген беттік қасиеттері мен микроқұрылымдарының генерациясы химиялық жолмен емес, молекулааралық әрекеттесу деңгейінде жүзеге асырылатын түрлендірулер арқылы жүзеге асатындығымен қиындайды. Жеңіл түрлендірілетін модификацияланған пішіндердің әртүрлі күйлері жүзеге асырылатын энергия

мәндерінің тар диапазоны мыналарды талап етеді, мақсатты таңдау және оңтайлы мөлшерлеу қосымшалар қажетті әсерге қол жеткізу және жағымсыз жанама әсерлерді болдырмау үшін.

Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі. Диссертациялық жұмыс ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарымен сәйкес ғылыми және ғылыми-техникалық жобаларды гранттық қаржыландыру ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігі 2023-2025 жылдарға арналған ғылымды дамытудың басым бағыттары бойынша, АР19677707 «Өндіріс қалдықтарын қайта өңдеу өнімдерін пайдалана отырып модификацияланған асфальт-бетон композицияларын әзірлеу» бағдарламаласы шеңберіне сәйкес орындалды.

Зерттеу нысаны: МЖБ 100/130 маркалы мұнай жол битумы, АГ-4И полиизобутилен негізіндегі пайдаланылған герметикалық сұйықтық, АМДОР-10 өнеркәсіптік адгезиялық қоспа, мұнай-химия қалдықтарынан синтезделген АС-1 беттік белсенді заты.

Зерттеу пәні: модификацияланған битумоминералды композициялар құрамындағы аддитивтердің адгезиялық, гидрофобизациялық және беріктік әсерлері; физика-механикалық сипаттамалардың жетілдірілген кешені бар асфальт-бетон өндіру үшін ұсынылған оңтайлы рецептура.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты физика-химиялық және физика-механикалық зерттеулердің нәтижелері бойынша құрамды оңтайландыру арқылы эксплуатациялық көрсеткіштердің жетілдірілген кешені бар модификацияланған битум-минералды композицияларды әзірлеу болып табылады.

Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

1. Олардың жеке құрамдас бөліктері мұнай жол битумы, органикалық амин туындылары негіздегі аддитивтер және өңделген минералды майдағы полиизобутилен ерітіндісі (АГ-4И тығыздағыш сұйықтығы) болып табылатын "Битум-АС-1", "битум-АМДОР-10", "битум-АГ-4И" модельдік екілік және "битум-АГ-4И-АС-1" үштік жүйелерінің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу болып табылады;

2. Битумдағы аддитивтердің концентрациясының әртүрлі сипаттағы минералды толтырғыштардың сулану процестеріне және битум пленкаларының гидрофобтылығына, модификаторлардың адгезиялық тиімділігінің көрсеткіштеріне, сондай-ақ битумның дисперсті жүйесінің көлемінде құрылымдау процестерінің дамуына әсерін зерттеу;

3. Модификацияланған битум мен асфальт-бетон қоспаларының физика-механикалық сипаттамаларына композициялар құрамының әсерін бағалау;

4. Физика-механикалық сипаттамалардың жетілдірілген кешені бар модификацияланған битум-минералды композициялардың оңтайлы құрамын жасау.

Зерттеу әдістері. Аттестатталған химиялық және аспаптық талдау әдістері қолданылды: инфрақызыл спектроскопия (ФТ-08), атомдық-күштік микроскопия (Solver Spectrum), АСАМ сериясының автоматты қондырғысында беттік керілуді және ылғалданудың шеткі бұрышын анықтау, вискозиметриялық талдау (ВЗ-DIN4 вискозиметрі). Оның негізінде модификацияланған битумды тұтқыр заттың физикалық-механикалық сипаттамаларын және асфальт-бетонның беріктік қасиеттерін бағалау мұнай өнімдерін жұмсарту температурасын анықтауға арналған аппаратты (КиШ-20), мұнай битумдарының (АТХ-20) сынғыштық температурасын анықтауға арналған автоматты аппаратты, автоматты пенетрометрді (ДС-20), битумның дуктильділігін анықтауға арналған аспапты қолдана отырып, стандартталған әдістемелер (ДБ-20-100), ИП-100М автоматты сынақ прессі, математикалық модельдеу әдістері бойынша жүзеге асырылды.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы.

- Алғаш рет жол битумы үшін модификатор ретінде мұнай-химия қалдықтарынан синтезделген полиизобутилен және АС-1 беттік-белсенді заты негізінде пайдаланылған герметикалық сұйықтықты бірлесіп қолдану тиімділігі анықталды. Модификацияланған битумды байланыстырғыштың минералды толтырғыштың бетіне қатысты максималды ылғалдандыру әсері әртүрлі табиғи адсорбциялық қиыршық тас орталықтарында локализацияланған екі модификатордың тіркесімі арқылы орнатылады, бұл меншікті беттік энергия мен шеткі сулану бұрышының тереңірек төмендеуіне әкеледі.

- Жол жабынының минералды компонентімен битумның максималды адгезиясы модификаторлардың бірлескен қатысуымен қамтамасыз етілетіні және $S_{AG-4И}=1,0$ г/дм³ және $S_{AC-1}=1,0$ г/дм³ кезінде максимумға жететіні дәлелденді.

- Алғаш рет АСМ әдісімен белгіленген модификацияланған битумның дисперсті құрамының өзгеру сипатында және асфальт-бетон үлгілерінің сығылу беріктігі көрсеткіштерінде тығыз корреляция анықталды. "Битум-АГ-4И-АС-1" ($S_{AG-4И}=1,0$ г/дм³; $S_{AC-1}=1,0$ г/дм³) үштік композициясы негізінде асфальт-бетонның беріктігін арттырудың максималды әсеріне (R_{20} 28,13%-ға және R_{50} 63,63% - ға)

модификацияланған битумның ($a_{орт}=1,66$ мкм) асфальтен агрегаттарының ең аз мөлшерінде қол жеткізілді.

- Битумдағы модификаторлардың гидрофобизациялық әсері мен модификацияланған асфальт-бетонның суға төзімділігі арасындағы корреляция анықталды. Асфальт-бетон үлгілерінің минималды су қанықтылығы модификаторлардың бірдей концентрациясында ($C=1,0$ г/дм³) тіркелген, онда сумен суланудың максималды жиек бұрышы байқалған.

- Аддитивтердің модификациялық әсерлері – адгезия, гидрофобизация, қатайту – тұтқыр битум құрамындағы аддитивтердің оңтайлы концентрациясын белгілеу және жабындардың пайдалану сипаттамаларын болжау үшін қолданылатын көп факторлы тәуелділіктер түрінде жүйеленген.

Практикалық маңыздылығы тиімді аддитивтердің ассортиментін кеңейту және олардың негізінде полимер мен ББЗ-ның бірлескен қатысуын қамтитын модификацияланған битумдық композицияны әзірлеу болып табылады, оның тиімділігі Солтүстік Қазақстан облысы бойынша "Жол активтері ұлттық сапа орталығы" сынақ зертханасында тәуелсіз сараптама нәтижелерімен расталады. Битумды полимермен және ББЗ-мен модификациялаудың құрылған технологиясы кәсіпорындардың қалдықтарын оларды модификатор ретінде қайталама қолдану жолымен ұтымды кәдеге жаратуға мүмкіндік береді, ҚР-да асфальт-бетон өндірісінде қымбат импорттық адгезиялық қоспаларды қолдануды болдырмайды.

Диссертацияның қорғауға шығарылатын ережелері:

- "Битум-АС-1", "битум-АМДОР-10", "битум-АГ-4И" және "битум-АС-1-АГ-4И" екілік жүйелердегі модификаторлар концентрациясы мен температураның беттік керілу мен құрылымдау процестеріне әсері. Асфальт-бетон үлгілерінің беріктік көрсеткіштерінің өзгерістерінің модификацияланған битумның дисперсті құрамына тәуелділігі.

- Битумды байланыстырғыштың құрамындағы аддитивтердің концентрациясының әртүрлі сипаттағы минералды толтырғыштарды сулау процестеріне және олардың адгезиялық тиімділігіне әсері. Модификацияланған битум композицияларының ылғалдандыру қасиеттеріне аддитивтердің бірлескен әсерін модельдеу.

- Модификаторлардың битум пленкаларының гидрофобтылығына әсерінің тәуелділігі. Асфальт-бетонның сумен қанығу көрсеткішінің Модификацияланған битум пленкаларын сумен сулаудың шеткі бұрышына тәуелділігінің номограммасы.

- Модификацияланған битум композицияларының құрамдарының битум тұтқыр заттың физика-механикалық сипаттамаларына әсері. АГ-4И және АС-1 бірлескен қатысуын қамтитын жол жабындарына арналған модификацияланған асфальт-бетон қоспасының оңтайлы құрамы.

Нәтижелердің негізділігі мен сенімділігі корреляция коэффициенті жоғары эксперименттердің нәтижелерін статистикалық өңдеу әдістерін қолдана отырып, стандартты тексерілген әдістер мен зерттеу әдістерін қолдануға негізделген.

Жұмысты апробациялау. Диссертацияның негізгі мазмұны Scopus және Web of Science базаларына кіретін 4 журналда және ҚР ҒЖБМ ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету Комитеті ұсынған 3 басылымда жарияланған. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері 5 халықаралық симпозиумдар мен ғылыми-практикалық конференцияларда баяндалды және талқыланды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытындыдан, 217 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздердің тізімінен тұрады, мәтін 164 бетті, 65 суретті, 45 кестені қамтиды.

Кіріспеде тақырыптың өзектілігі негізделген. Асфальт-бетонның физика-механикалық сипаттамаларын жақсарту мәселесін битумды байланыстырғышты өзгерту арқылы тиімді шешу мұнай-химияның өнеркәсіптік қалдықтары мен пайдаланылған полимерлі материалдар негізінде синтезделген аддитивтер ассортиментін кеңейтуге негізделетіні атап өтілді. Зерттеудің мақсаты, міндеттері, объектісі мен пәні анықталды, ғылыми жаңалығы, жұмыстың практикалық маңыздылығы ашылды, зерттеу әдістері келтірілген.

Бірінші бөлімде асфальт-бетон жол жабындарының қанағаттанарлықсыз сапасының себептері, сондай-ақ олардың функционалдық сипаттамаларын жақсарту үшін битум-минералды композицияларды өзгертудің заманауи бағыттары талданады. Мұнай жол битумын беттік белсенді заттармен және пайдаланылған полимерлермен модификациялаудың орындылығы негізделеді, бұл әсіресе ресурстарды үнемдеу тұрғысынан өзекті болып табылады. Битум композицияларын модификациялаудың жалпы физика-химиялық теориясының болмауына байланысты тиімді модификаторлардың номенклатурасын және оларды бірлесіп қолдану мүмкіндіктерін анықтау кезінде туындайтын проблемалар осы зерттеулердің бағыттарын анықтады.

Екінші бөлім бинарлы "битум-ББЗ", "битум-полимер" және үштік "битум-АГ-4И-АС-1" беттік қасиеттерін модификатордың концентрациясына және ауа интерфейсіндегі модификацияланған тұтқыр заттың беттік керілуін өлшеу арқылы

температуралық режимдерге байланысты өзгертілген битум композицияларын зерттеуді қамтиды.

Үшінші бөлімде модификаторлар концентрациясы мен температуралық режимдердің вискозиметриялық жүйені қолдана отырып, екілік "битум-АС-1", "битум-АМДОР-10", "битум-АГ-4И" және үштік ""битум-АГ-4И-АС-1" жүйелеріндегі құрылымдау процестеріне әсерін бағалау бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген атомдық күш микроскопиясын талдау және әдісі.

Төртінші бөлімде модификаторлардың әртүрлі сипаттағы минералды толтырғыштардың битуммен сулануына және битум-минералды құрамдағы аддитивтердің адгезиялық тиімділігіне әсерін анықтау нәтижелері келтірілген.

Бесінші бөлімде судың қанығуының минималды көрсеткіштеріне қол жеткізу үшін модификаторлардың битум пленкаларының гидрофобтылығына әсерін анықтау қарастырылған. Модификацияланған битуминозды пленкалардың сумен сулануының шеткі бұрышы мен асфальт-бетон үлгілерінің сумен қанығу көрсеткіші арасындағы корреляциялық қатынастар анықталды, бұл қалыптасқан асфальт-бетон жабындарының гидрофобтылығын болжауға мүмкіндік береді.

Алтыншы бөлімде модификацияланған битумды байланыстырғыштың физика-механикалық сипаттамаларының кешенін талдау ұсынылған, бұл бұрын орнатылған битумды байланыстырғышқа модификаторларды енгізудің ұсынылған концентрациялық режимдерін растауға мүмкіндік береді; асфальтбетон қоспасының оңтайландырылған құрамы және техникалық-экономикалық бағалау келтірілген.

Қорытындыда жүргізілген эксперименттік зерттеулер кешенінің нәтижелері бойынша негізгі тұжырымдар келтірілген.

Автордың жеке үлесі. Автордың жеке үлесі қорғауға ұсынылған негізгі ережелерді негіздейтін теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу болып табылады, сонымен қатар автор алынған нәтижелерді жалпылау мен талдауда маңызды рөл атқарады.

Докторанттың ғылыми жарияланымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы. Диссертант өткізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша жарияланған барлық ғылыми мақалалардың корреспондент-авторы (corresponding author) болып табылады. Диссертациялық жұмыстың негізгі мазмұны мен нәтижелері 12 ғылыми жұмыста көрсетілген, оның ішінде 4 мақала Scopus және Web of Science базаларына кіретін ғылыми басылымдарда, 3 мақала уәкілетті орган бекітетін ғылыми қызметтің негізгі нәтижелерін жариялау үшін ұсынылатын ғылыми басылымдар

тізбесіне кіретін республикалық журналдарда, халықаралық конференция материалдарында және симпозиумдарда 5 баяндама.

Автор х.ғ.к., профессор, М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университетінің "Химия және химиялық технологиялар" кафедрасының меңгерушісі, Дюрягина Антонина Николаевнаға және шетелдік ғылыми кеңесші, PhD, София химиялық технология және металлургия университетінің аналитикалық химия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Сурлева Андриана Рискке диссертациялық зерттеулер барысында баға жетпес қолдау мен кеңес бергені үшін үлкен алғысын білдіреді.