

Асматулаев Нұрсұлтан Борисович 6D074500 - «Көлік құрылысы» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін «Төмен және теріс температураларда автомобиль жолдарын салу технологиялары (төселген наноқұрылымдалған бетондар мысалында)» тақырыбындағы диссертациясының

## АННОТАЦИЯСЫ

**Тақырыптың өзектілігі:** елімізде 2006 жылдан бастап Қазақстанда Үкімет қаулысымен қабылданған білікке 13 КҚ жүктемесіне салынған халықаралық деңгейдегі автомобиль жолдары бар. Өкінішке орай, қайта қалпына келтірілген жолдарда мерзімінен бұрын деформациялар, жарықтар және жабындардың пиллингті көрінеді. "Жоғарыдан-төменге" қабаттардың серпімділігінің кему модулі бойынша есептелген жол конструкциялары 13 тс және одан да көп білікке жүктемесі бар ауыр жүк автомобильдері қозғалысының үнемі өсіп келе жатқан қазіргі заманғы ағынына жауап бермейді, осылайша жолдардың қызмет ету мерзімі қысқарады. АҚШ-тың "Мәңгілік жолдар" және Еуропалық Одақ елдерінің "ұзақ өмір сүретін жолдар" туралы қазіргі заманғы тұжырымдамалары [1,2] жолдардың қызмет ету мерзімі 50 жыл немесе одан да көп болған кезде өтелетіні атап өтілді. Сарапшылар жолдардың ұзақ мерзімділігі үшін жабындардың сығылу беріктігін және жол конструкциялары қабаттарының "төменнен жоғары"көтергіштік қабілетін арттыру қажет деп санайды.

Егер сіз баяу қатайтатын байланыстырғыштар негізінде қатты илектелген бетондардан жол жамылғысының қабаттарын салу технологиясын қолдансаңыз, жоғарыда аталған технологиялық қиындықтарды болдырмауға болады. Асфальтбетон жабындарын орнату үшін пайдаланылатын жалпы құрылыс техникасын, машиналар мен жабдықтарды пайдалану есебінен жылжымалы бетоннан жасалған бетон жабындарының құны аз болады. Мұндай жабындар мен негіздерді салуға арналған шығындар Цемент және асфальтбетон жабындары мен негіздерімен салыстырғанда шамамен 30-50% - ға төмен. Алайда, нормативтік құжаттардағы баяу қатайтатын байланыстырғыштар белсенді емес байланыстырғыштарға жатады және 90 күннің есептік мерзімінде 4-6 МПа және F25 дейін максималды беріктігі бар тас материалдарын өңдеу және топырақты нығайту үшін қолданылады. Ұзақ уақыт бойы мұндай байланыстырғыштар іс жүзінде зерттелмеген.

Жыл бойы жол құрылысы мәселелеріне әлі де көп көңіл бөлінбейді, бұл 5-7 айлық үзіліс. Диссертациялық жұмыста белит байланыстырғыштары негізінде наноқұрылымды уктываемый бетоннан жасалған жолдардың қысқы құрылысы технологиясын зерттеу нәтижелері келтірілген. Бетондағы негізгі құрылым түзуші ісіктер басым мөлшерде—С-S-H типті кальцийдің гелевидті төмен негізді гидросиликаттары, наноөлшемді шамалар болып табылады, бұл құрылыс кезінде жоғары технологиялылықты қамтамасыз етеді және климаттық және көліктік жүктемелерден жолдарды ұзақ уақыт

пайдаланбайды. Портландцемент пен басқа бейорганикалық байланыстырғыштардың қатаюының мәнін зерттеген цемент өнеркәсібінің ғалымдары А. А. Байков ұсынған және кейіннен басқа ғалымдар — В. А. Кинд, В. Н. Юнг, в. ф. Журавлев, П. П. Будников, П. А. Ребиндер, Н. А. Торопов, А. Е. Шейнин, а.в. Волженский және басқалары негізінен өнеркәсіптік-азаматтық және көпір құрылысы үшін қолданылатын тез қататын цементтер мен шлак портландцементтерін зерттеді, бұл жол құрылысына кеңінен таралды.

В. Михаэлис [51, 285 б.] және т. б. цементті орнату кезінде коллоидты-химиялық құбылыстар шешуші болып табылатын қатаю теориясын алға тартты. Коагуляциялық құрылымдар-гельдер тиксотропияға ие-броундық қозғалыстағы бөлшектердің соқтығысуы және коагуляция орталықтарының адгезиясы нәтижесінде механикалық бұзылудан кейін қайтымды қалпына келтіру мүмкіндігі. Мұндай дисперсті құрылымдардың тиксотропиясы, икемділігі, салыстырмалы түрде төмен беріктігі және жоғары серпімді қасиеттері дисперсті фазаның бөлшектері арасындағы адгезия орындарындағы сұйық ортаның қалдық жұқа қабаттарымен анықталады. Шамасы, коллоидтық құрылымдардың "салыстырмалы түрде төмен беріктігі" бар деген тұжырым мұндай құрылымдардың беріктіктің ұзақ уақыт бойына зерттелмегенін көрсетеді. Монолитті материалдарды қолдану қозғалыс қарқындылығының ғана емес, сонымен қатар көлік жүктемелерінің өсуін ескере отырып, әртүрлі табиғи-климаттық жағдайларда жол киімінде алынған құрылымдық қабаттардың сапасын және олардың жұмысының сенімділігін қамтамасыз етеді.

Демек, ұзақ мерзімді жолдардың әлемдік тұжырымдамаларының шарттарын ескере отырып, күрделі мәселені шешу өзекті болып табылады.

**Зерттеу объектісі:** белитті байланыстырғыштардан жасалған жол конструкциясының негізі, өнеркәсіптік қалдықтарды кәдеге жарату, жол құрылысы.

**Зерттеу пәні:** Өнеркәсіп қалдықтарынан Қазақстанда төмен және теріс температуралар кезінде автомобиль жолдарын салу технологиялары.

**Зерттеу мақсаты:** қысқы құрылыс жағдайында белит байланыстырғыштарын қолдануды зерттеу. Төмен және теріс температураның материалына әсері.

**Зерттеу міндеттері:**

- белитті қож цементтері мен байланыстырғыштар негізінде монолитті илектелген бетондардан берік автомобиль жолдарын салу мүмкіндігін теориялық негіздеу;

- физика-химиялық іргелі зерттеулерді қолдану негізінде белитті қож цементтері мен байланыстырғыштарды нығайту кезінде неоплазмалардың фазалық құрамын зерттеу және қож цементтерінің коллоидты беріктендіру құрылымының нано өлшемін негіздеу;

- автомобиль жолдарының жол төсемдерінің берік монолитті негіздерін орнату үшін белитті байланыстырғыш негізінде наноқұрылымды илектелген бетондардың құрамын зерттеу және әзірлеу;

- автомобиль жолдарын жыл бойы салу және пайдалану үшін ақталған шлак цементтері негізінде илектелген нанокұрылымды бетондардан және өнеркәсіптің техногендік қалдықтарынан жасалған тұтқырлардан оң және теріс температуралар кезінде автомобиль жолдарын салу технологиясын зерттеу және әзірлеу;

- белитті қожды Цемент және тұтқырлық негізінде нанокұрылымды илектелген бетоннан жасалған автомобиль жолдарының құрылысына техникалық-экономикалық негіздеме жүргізу. Нормативтік техникалық құжатты әзірлеу және тәжірибелік учаскелерді сынау.

**Дәрежесі тақырыптың зерттелуі.** Зерттеу отандық және шетелдік құрылысшылардың ғылыми және шығармашылық еңбектерінің нәтижелеріне, практикалық тәжірибесіне негізделген:

- Сынақтың негізгі әдістері МЕМСТ, ҚНЖЕ, ҚР БК, ҚР СТ, сондай-ақ түрлі ұсынымдарда баяндалған.

- Материалдар мен Өнеркәсіп қалдықтарын қайта пайдаланумен жол төсемдерін салудың практикалық тәжірибесі отандық ғалымдардан алынды

- Шетелдік ғалымдардың еңбектерінде қатайту теориялары алға тартылды, оған сәйкес коллоидты-химиялық құбылыстар цементті орнату кезінде шешуші болып табылады. Коагуляциялық құрылымдар-гельдер тиксотропияға ие-механикалық бұзылудан кейін қайтымды қалпына келтіру мүмкіндігі.

- Құрылыста Өнеркәсіп қалдықтарын пайдалану негіздері кеңес ғалымдарының еңбектерінде қаланды.

Шамасы, коллоидтық құрылымдардың "салыстырмалы түрде төмен беріктігі" бар деген тұжырым мұндай құрылымдардың беріктіктің ұзақ уақыт бойына зерттелмегенін көрсетеді.

Алынған қождың байланыстырғышының ерекше қасиеттері (жоғары беріктік, төмен қаттылық, баяу және ұзақ қаттылық) оң температурада зерттелгенде оларды жол құрылысында қолданудың орындылығы туралы айтады. Алайда, төмен оң және теріс температуралардың жолдарды жыл бойы пайдаланудың табиғи жағдайларында орын алатын байланыстырғыштың қасиеттеріне әсері мәселелері зерттелмеген күйінде қалып отыр. Сондықтан, неғұрлым егжей-тегжейлі зерттеу және жыл бойы салу және пайдалану кезінде байланыстырғышты қолдану мүмкіндігі үшін төмен температураның және әсіресе ерте мұздатудың оның қасиеттеріне әсерін зерттеу қажет.

#### **Жұмыстың ғылыми жаңалығы келесідей.**

— белит цементтері (Нанокұрылым-бұл атомдар немесе молекулалар ансамблі, кем дегенде бір өлшемде өлшемі 100 нм-ден аз және қоршаған ортадан құрылымдық жағынан ажыратылатын) және тұтқыр, олардың негізгі компоненттері техногендік болып табылатын монолитті жолдың өзін-өзі емдейтін бетондарын алу мүмкіндігі теориялық тұрғыдан негізделген. өнеркәсіптің минералды қалдықтары (ТМО), берік және үнемдікұрылымдарды салу үшін жол киімдері;

- белитті цемент негізіндегі монолитті жол бетондарының тозу қабаты бар негіздер мен жабындарда 13 т және одан да көп жүктемеде қолдануға арналған жол конструкциялары ұсынылды;

- әртүрлі температурада белит цементтерінің құрылымын қалыптастыру заңдылықтары белгіленді, бұл олардың негізінде жол бетондарынан автомобиль жолдарын салудың және ұзақ мерзімді Жазғы пайдаланудың технологиялық ерекшеліктерін негіздеуге мүмкіндік береді;

-асфальт-минералды және жол бетондарының белит цементтері мен тұтқыр заттар негізінде, оның ішінде жаңашылдығы ҚР №45589, 45869 және 48373 патенттерімен қорғалған асфальт түйіршіктерін қайта пайдалана отырып, оңтайлы құрамдары ұсынылды.

### **Ғылыми гипотеза-өзара байланысты екі идея:**

- жол құрылысы және жолдарды пайдалану жағдайында ұзақ уақыт катаю кезінде баяу қататын байланыстырғыштардың құрылымын зерттеу. Коллоидты нығайту құрылымдары тиксотропиямен қатар сыртқы күштердің әсерінен реопексия - созылу қасиетіне ие екенін ескере отырып. Тиксотропия мен реопексияны ұзақ уақыт қамтамасыз ету белитті коллоидты құрылымдарды нығайту құрылымы жол құрылысы технологиясын тиімді қамтамасыз ету және көлік және климаттық жүктемелердің тұрақты әсерімен жолдарды ұзақ уақыт пайдалану үшін жұмыс гипотезаларымен қабылданады.

- қазіргі заманғы көлік қозғалысы жағдайында монолитті негіздерімен жол төсемдерін салуға арналған шығындарды азайту кезінде олардың ұзақ мерзімділігін арттыру;

- өнеркәсіптің көп тоннажды техногенді минералды қалдықтарын (бұдан әрі ТМТ) пайдалану және асфальт сынықтарын екінші рет пайдалану негізінде белитті цементтер негізінде қатты жол бетондарынан жол төсемдерін салу құрамы мен технологиясын негіздеу және әзірлеу.

**Зерттеу әдістері** Бейорганикалық байланыстырғыштарды (цементтер, қож, күл, қоқыс және т.б. байланыстырғыштар) қолдана отырып, жол төсемдерін салудың заманауи технологиялары келесі механикаландырылған жұмыстарды қолдануды қарастырады: жол қоспаларын дайындауға арналған араластырғыштар, қоспаларды жол төсеміне тасымалдау және төсеу, жол төсемінің қажетті тығыздығына дейін төсегішпен немесе вибропресспен басу арқылы қоспаның материалдарын тығыздау. Содан кейін күтім жұмыстары ылғалдың төселген қабаттан булануын және ылғалдың ағып кетуін және монолитті қабаттың катаюын болдырмау үшін жүзеге асырылады. Зертханалық жағдайда сапалы материал алу үшін барлық көрсетілген технологиялар сақталады. Алынған белитті илектелген бетондардың сапасы құрылыстың технологиялық режимдерінің оңтайлылығын бағалайды.

Барлық сметалық есептеулер ҚАЗАВТОЖОЛДАҒЫ техникалық кеңесте таныстырылған Қалбатау-Өскемен А/Б үлгісінде АВС-4 бағдарламалық кешенінде жүргізілді.

Ал 50 жылға пайдалану кезіндегі үнемдеу есептері " ҚР р 218-139-2017 макро және микро экономикалық деңгейінде автомобиль жолдарын салудан, реконструкциялаудан, жөндеуден және күтіп-ұстаудан болатын

экономикалық әсерлерді есептеу жөніндегі ұсынымдар. Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігі Автомобиль жолдары комитетінің бұйрығымен бекітілді және қолданысқа енгізілді".

**Зерттеу шекаралары:** географиялық-Қазақстан Республикасының шегінде.

**Қорғауға шығарылатын ережелер:**

- белитті цементтер мен байланыстырғыштар негізінде алынған жол бетондарынан берік автомобиль жолдарының құрылысын теориялық негіздеу;

- белитті цементтер мен байланыстырғыштар негізінде жол шлак -, шлам - және күл бетондарын қолдана отырып салынған автожолдардың тәжірибелік учаскелерін эксперименттік зерттеу және зерттеу нәтижелері;

- баяу қататын белитті цементтер негізінде өздігінен қалпына келетін жол бетонынан жол төсемдерін салу технологиясын эксперименттік зерттеу нәтижелері.

**Практикалық маңыздылығы.** Наноқұрылымды жол бетонын және өнеркәсіптің техногенді минералды қалдықтарынан алынған белитті цементтер, ұнтақтар және тұтқыр материалдар негізіндегі асфальт-минералды бетонды негіз және жабын материалдары ретінде пайдалану (тозу қабатымен) жарыққа төзімділік мәселесін шешеді, жол конструкциясының беріктігі мен беріктігін 50 және одан да көп жылға дейін арттырады, бұл әлемдік стандарттарға сәйкес келеді. Бұл ретте құрылыс құны мен пайдалануға арналған шығындар 2-3 есе және қымбат цементке қажеттілік азаяды. битум және тас материалдар, экологиялық жағдайды жақсартады. Тозу қабаты бар бетон жабындары мен бетон негіздері бар асфальт-бетон жабындары құрылысының қарқыны артып келеді, бұл баяу қататын цементтердің мүмкіндіктерін неғұрлым толық іске асыруға мүмкіндік береді.

**Зерттеу нәтижелерін іске асыру** ізденушінің қатысуымен авторлар ұжымы әзірлеген нормативтік-техникалық құжаттар түрінде жүзеге асырылды:

1. Автомобиль жолдарын және әуеайлақтардың ЖҰҚЖ салу кезінде тұтандырғышсыз негіздегі жазылатын бетондардан жасалған жол төсемдерін қолдану бойынша ұсынымдар " Р. РК 218-314-2017. ҚР ИИДМ ҚАД.Қазғзжи"Дортанс". Астана, 20017.С 36.

2. ҚР СТ 981 техникалық шарттар "жол құрылысына арналған тұтқыр кожды".

3. Петропавл ЖЭО-ның су шығару күлі негізінде күл-кожды байланыстырғышты пайдалана отырып, "Петропавл айналма жолы" автомобиль жолын жобалау

**Ғылыми ережелердің, тұжырымдар мен ұсынымдардың дұрыстығы** іргелі теорияларға және белитті цементтер негізінде жол бетондарын қолданудың оң нәтижелеріне негізделген зерттеулердің әдіснамалық базасымен расталады, бұл тәжірибелік учаскелерді тексеру және сынау нәтижелерімен расталады. Жаңалық ҚР патенттерімен қорғалған:

№3419, № 3607, № 3913, №4110, № 4871, №6701. Ізденуші Дүниежүзілік

зияткерлік меншік ұйымының "WIPO AWARD FOR BEST YOUNG INVENTOR ASTANA" Алтын медалімен марапатталды

**Практикалық нәтижелерді сынақтан өткізу.** Жұмыстың негізгі нәтижелері Халықаралық ғылыми-техникалық конференцияда, 2014 жылғы 22 сәуірде "қауіпсіз жолдар" (Мәскеу, БСМ, 2014), "Құрылыс конструкцияларын дамытудың өзекті мәселелері мен перспективалары: құрылыстағы инновациялар, жаңғырту және энергия тиімділігі" (ҚазБСҚА Қазақстан мемлекеттік Құрылыс және Сәулет академиясы, Алматы, 2016), Бішкек қаласындағы "қауіпсіз автомобиль жолдары" халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (2019ж. Бішкек МСД), Р. А. Қабашевтің 80 жылдығына және Қазадидің 20 жылдығына арналған "автомобиль жолдары және көлік техникасы: даму мәселелері мен перспективалары" 8-ші Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы (Алматы 2019), Мәди 78 - ші Халықаралық ғылыми-әдістемелік және ғылыми-зерттеу конференциясы, "ізденістер және жолдарды жобалау" (Мәди, Мәскеу 2020).

Жұмыс нәтижелері халықаралық конкурстарға ұсынылды; ізденуші Дүниежүзілік зияткерлік меншік ұйымының "WIPO AWARD FOR BEST YOUNG INVENTOR ASTANA" Алтын медалімен марапатталды.

**Жарияланымдар.** Диссертация материалдары бойынша 12 жұмыс жарияланды, оның ішінде автордың қатысуымен 3 нормативтік-техникалық құжат шығарылды және Қазақстан Республикасының 6 патенті алынды.

**Құрылымы мен көлемі.** Диссертация кіріспеден, 5 бөлімнен, жалпы қорытындылардан және пайдаланылған көздер тізімінен тұрады. Диссертацияның негізгі мәтіні 115 бетте көрсетілген, оған 28 сурет, 18 кесте, 83 атауды және 3 қосымшаны қамтитын пайдаланылған дереккөздер тізімі кіреді көлемі 40 бет.

## **ЖҰМЫСТЫҢ НЕГІЗГІ МАЗМҰНЫ**

"Қазақстан автомобиль жолдарының техникалық - пайдалану жағдайын арттырудың өзектілігі" деген бірінші бөлімде тақырыптың өзектілігі, құрылыстың негізгі мәселелері, жолдарды реконструкциялауға арналған шикізат базасы және олардың сипаттамасы қарастырылады.

### **Бірінші бөлім бойынша негізгі қорытындылар.**

1. Қазіргі уақытта республикада автомобиль жолдарын салуға және жөндеуге көп көңіл бөлінеді. Жыл сайын екі мыңнан астам жол салынуда және жөнделуде, бірақ осыған қарамастан, жол жабындары мен негіздер жойылуды жалғастыруда, өйткені қолданылатын материалдардың беріктігі және, тиісінше, жол жамылғысының конструкциялары жоғары жылдамдықты және ауыр жүк автомобильдерінің қазіргі заманғы қозғалыс ағынына төтеп бере алмайды. Әсіресе республикалық және халықаралық маңызы бар автомобиль жолдарын конструкцияларда монолитті материалдарды пайдалана отырып, көп қабатты етіп жобалау қажет.

2. Автомобиль жолдарының беріктігі көбінесе оларды салу кезінде қолданылатын материалдардың сапасымен анықталады. Бірнеше динамикалық, діріл және температура мен климаттық жүктемелерге қарсы тұруды ескере отырып, жол жамылғысын жобалау үшін материалдардың жарамдылығын бағалаудың жаңа тәсілі қажет. Қазақстанда өнеркәсіптің техногендік қалдықтарынан (қождар, күл, шламдар және т.б.) жол-құрылыс материалдарының орасан зор ресурстары бар. Кейбір қалдықтар жасырын гидравликалық белсенділікке ие. Активаторлармен (эк, цемент шаңы және т.б.) өзара әрекеттескен кезде гидросиликаттар мен кальций гидроалюминаттары пайда болады, олар материалдағы негізгі құрылымдық байланыстар болып табылады. Қалдықтарға негізделген байланыстырғыштар жол төсемдерінің материалдарын нығайту үшін жолдарды салу және қайта құру кезінде қолданылады, ал олардың бетондардағы әрекеті жеткіліксіз зерттелген.

3. Жол конструкцияларын пайдалану процесінде туындайтын деструкцияларды өздігінен жоюды және жол төсемінің қабаттарында пайда болатын қалдық деформациялардың теріс әсерін бейтараптандыруды қамтамасыз ететін коагуляциялық-кристаллизациялық құрылымдары бар өнеркәсіптің техногендік қалдықтарынан баяу қататын цементтер негізінде нығайтылған материалдарға басымдық беру қажет.

Екінші бөлімде "**Жол құрылысы үшін илектелген бетондарда белит қож цементтерін қолдану бойынша теориялық алғышарттар мен эксперименттік зерттеулер**". Белит қожды цементтерді дайындау портландцементтерді өндіру жолымен жүзеге асырылды; клинкер мен қоспаларды бірлесіп ұнтақтау, тек клинкердің орнына химиялық құрамы Алит портландцементінен (с3s 65% - дан астам) ерекшеленетін және құрамында екі кальцийлі Силикат (с2s 85% - дан астам) бар белит құрамына жататын фосфорлы түйіршіктелген шлак қолданылды, орташа сілтілі цемент шаңы белсенді қоспа ретінде пайдаланылды.

### **Екінші бөлім бойынша негізгі қорытындылар.**

1. Қатты сығымдалған қоспалардағы қожды белитті байланыстырғыштар (илектелген Бетон технологиясы үшін) оң және төмен және теріс температурада  $-10^{\circ}\text{C}$  дейін қатайтуға қабілетті.

2. Төмен оң және теріс температура баяу қататын белит қожының байланыстырғыштарының қатаю процесін одан әрі баяулатады. Сонымен қатар, 5-ші жол-климаттық аймақ жағдайында,  $0^{\circ}\text{C}$  арқылы өтулердің көп мөлшерімен сипатталады, еріту кезінде гидратталмаған байланыстырғыштың едәуір резерві жасалады, ол төмен температурада ылғалдандыру процесінің тереңдеуін ескере отырып, цемент мөлшерінің 60-90% аралығында болады. Көрсетілген резервті гидратациялау кезінде деструкцияларды "өздігінен басу" ғана емес, сондай-ақ қалыпты қатаюдың соңғы беріктігінен 15-25% - ға асатын беріктік жиынтығы қамтамасыз етіледі.

3. Зерттелетін қожды белитті байланыстырғыштың қасиеттері оны жыл бойы автомобиль жолдарын салу және пайдалану мақсатында суды аз қажет ететін қатты қоспалардан илектелген бетондар үшін пайдалану мүмкіндігі мен орындылығын көрсетеді.

4. Белитті байланыстырғыштар негізіндегі жол бетондары қалыпты орнату мерзімі бар цементтерді қолданғандағыдай мұздатуға дейін сыни беріктік жиынтығы үшін жылы жағдайда ұстаудың қажеті жоқ. Оларды қатырудың кез келген кезеңінде қатыруға болады, белитті цементтер мен олардың негізіндегі бетондардың беріктік және деформативтік қасиеттері, бұл ретте жолды пайдалану процесінде өздігінен қалпына келтірілетін және нығайтылатын болады. Бұл белит байланыстырғыштары коллоидты құрылымдарға ұқсас, тиксотропияны ұзақ уақыт сақтау қасиетіне ие – капиллярлық ылғалдың бір бөлігін механикалық сығудан кейін өзін – өзі қалпына келтіру және реопексия-ұзақ механикалық әсер ету процесінде қатаю.

5. Цемент тасын төмен температурада ұстау кезінде (5-8 сынамалар) беріктіктің төмендеуі олардың капиллярларындағы ылғал массасының 10-30% мөлшерінде талшықты ісіктерден берік байланысқан судың ығысуымен қатар жүреді, ал одан әрі қалыпты жағдайда ұстау кезінде олардың саны мен цемент тасының беріктігі бір ай ішінде қалпына келтіріледі. Үш ай бойы қалыпты жағдайда әрі қарай ұстау беріктігі мен берік байланысқан судың мөлшері қалыпты қатаю сынамаларынан асып түседі. Бұл цемент дәндерінің ылғалдану процестерінің тереңдеуін және төмен температура кезінде неоплазмалардың дисперсиясының жоғарылауын көрсетеді, бұл цемент тасының беріктігін арттырады.

6. Алайда, автомобиль жолдарын салу және жыл бойы пайдалану кезінде қожды белитті байланыстырғышты пайдалану мүмкіндігі туралы түпкілікті шешім қабылдау үшін жылжымалы бетондарда егжей-тегжейлі зерттеулер жүргізу қажет.

Үшінші бөлімде **"жылжымалы наноқұрылымды бетондардан автомобиль жолдарын салу технологиясын тәжірибелік негіздеу"** белитті жылжымалы бетондардың беріктік және деформациялық қасиеттерін зерттеу. Зерттеулер мен қолдану мүмкіндіктері жыл бойы құрылыста және пайдалануда төмен температуралардың және әсіресе ерте мұздатудың оның қасиеттеріне әсерін зерттеу қажет.

### **Үшінші бөлім бойынша негізгі тұжырымдар.**

1. Белитті байланыстырғыштар мен цементтер негізінде алынған инновациялық илектелген наноқұрылымды бетондар жоғары технологиялық құрылыс материалдары болып табылады, олардың жаңалығы өнертабысқа бірқатар патенттермен расталады. Белит байланыстырғыштары негізінде илектелген наноқұрылымды бетондарды қолданудың артықшылықтары::

- бетон жолдарының құрылыс қарқыны бетонның есептік беріктік жинағына дейін ұстамдылығының болмауы есебінен жеделдетіледі, нано



бетон бойынша қозғалысты тығыздау аяқталғаннан кейін тікелей ашуға болады;

- цемент зауыттарында жол нано-белит байланыстырғыштарын өндіру кезінде зауыттардың өнімділігі 2 еседен астам артады, өйткені құны цемент құнының шамамен 70% – ын құрайтын клинкерді күйдіру цементтерін өндіру циклынан шығарылады;

- елімізде 45 млрд.тоннадан астам тонна құрайтын көп тоннажды өнеркәсіптік техногендік шөгінділерді кеңінен қолдану қолданыстағы "Жасыл экономика" заңы бойынша басымдық болып табылады және қоршаған орта экологиясын жақсартуға жәрдемдесетін болады. Өнеркәсіптің гидравликалық белсенді техногендік қалдықтарын: ЖЭС күл шығару, фосфор және домна пештерін қолдану және қайталама жол-құрылыс материалдары мен топырақтарды қайта пайдалану арқылы автомобиль жолдарын салу және пайдалану тиімділігі құрылыс сапасын арттыруға, өзіндік құнын төмендетуге, қоршаған ортаның сапасын жақсартуға және жол құрылысының экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

2. Қазақстан мен АҚШ тәжірибесінен дәстүрлі портландцементтердің минералогиялық құрамын түзету және ұзақ уақытқа жауап беретін c2s гидросиликаттарының санын арттыру арқылы цементбетон жабындарының ұзақ мерзімділігін арттыру жолдары алынып тасталмайды, бұл жол портландцементтері мен олардың негізіндегі бетондарға қойылатын талаптарды өзгертуді талап етеді.

3. Жаңа әлемдік тұжырымдамаларға сәйкес "төменнен жоғарыға" өсіп келе жатқан беріктігі бар жол конструкцияларын қолдану қатаң емес және қатаң түрдегі жол жамылғысын жобалау және есептеу әдістемелерін өзгертуді талап етеді.

4. Нано технологиялар мен нано материалдарды кеңінен апробациялау ҚР ИИДМ мақұлдаған, Қазақстан Республикасының Ұлттық Инженерлік академиясы басқаратын "өнеркәсіптік техногендік қалдықтар мен қайталама шикізатты кешенді кәдеге жарата отырып, әлемдік стандарттар бойынша жол-көлік конструкцияларын монолитті салудың тиімді экологиялық технологияларын әзірлеу және енгізу"2022-2024 жылдарға арналған ғылыми-техникалық бағдарламаға сәйкес көзделген.

Төртінші бөлімде "төмен және төмен температураданананоқұрылымды илектелген бетондардың құрылыс технологиясын эксперименттік зерттеу" балама мұздату мен ерудің илектелген наноқұрылымды бетондардың беріктік қасиеттеріне әсерін зерттеу. Аяқталмаған жұмыс әдісі бойынша және ұзақ уақыт мұздатылғаннан кейін илектелген наноқұрылымды бетондардан жол салу технологиясын зерттеу.

### **Төртінші бөлім бойынша негізгі қорытындылар.**

Автомобиль жолдарын салу кезінде нано-құрылымдалған илектелген шлакбетондардың зерттелген технологиялық қасиеттері оларды оң

температурада-құрылыс маусымында (3-бөлім), сондай-ақ төмен және теріс температурада пайдалану мүмкіндігін көрсетеді, бұл құрылыс маусымын 3-5 айға ұзартуға мүмкіндік береді. Төмен температурада жұмыс жасау кезінде нано құрылымдалған илектелген шлакбетондарды пайдалану кезінде портландцемент негізіндегі дәстүрлі бетондарды қолданумен салыстырғанда келесі артықшылықтар бар:

1. Теріс температурада алдын-ала ұзақ уақыт ұсталғаннан кейін құрылымның толық бұзылуымен қайта құру бетонның беріктігіне оң әсер етеді, ал бетонның беріктігі 2-28% - ға артады, бұл укатондағы белит байланыстырғышының мөлшеріне байланысты. Сондықтан, қыста, қажет болған жағдайда, көктемде, егер сіз оларды түзетіп, бетін тегістей отырып, оларды алдын-ала тығыздай аласыз.

2. Қиыршықтас-құм қоспаларының агрегаттарындағы илектелген наноқұрылымды бетондар, белитті қожды байланыстырғыштар негізінде, кезек-кезек мұздату-еріту кезінде, 3 ай бойы ерте жаста, одан әрі қатаю үшін өз қасиеттерін жоғалтпайды, өйткені байланыстырғыштың негізгі бөлігі материалды оң температурада ерігеннен кейін осы процеске қатысады. Сонымен қатар, мұздату белит байланыстырғышын ылғалдандыру процестеріне жағымды әсер етеді, бұл, сайып келгенде, микроқұрылымның емделуіне, материалда жартылай қопсытуға және төмендеместен беріктікке әкеледі. Бұл қысқы құрылыс жағдайларында илектелген шлак бетондарын қолдану мүмкіндігі мен орындылығын тағы да растайды.

3. Жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, илектелген наноқұрылымды бетондардың аязға төзімділігі жоғары, бұл кез-келген санаттағы жол төсемдерінің қабаттарында осындай бетондарды қолдануға мүмкіндік береді. 200 мұздату-еріту циклынан кейін алынған илектелген шлакбетондардың аязға төзімділігі бірліктен көп, бұл 1-2 санаттағы автомобиль жолдарында асфальтбетоннан жасалған тозу қабаты бар бетон жабындарын салу талаптарын қанағаттандырады.

4. Илектелген наноқұрылымды бетондардың аязға төзімділігінің жоғарылауы қатайтылған шлак белит цемент тасы құрылымының ерекшелігімен түсіндіріледі (1 бөлім).

5. Шлак бетон қоспаларын нөлдік және теріс температурада ұстау материалдардың беріктік қасиеттеріне оң әсер етеді, оларды одан әрі тығыздау және қалыпты жағдайда қатайту кезінде. Сондықтан, қыста прокатталған шлак бетондардан жол жамылғысының қабаттарын орнатқан кезде, климаттық және басқа да себептер бойынша жұмыстардың кенеттен тоқтатылуы олардың беріктік қасиеттеріне теріс әсер етпейді деп болжауға болады.

6. Жоғарыда келтірілген зерттеу нәтижелері бойынша жалпы қорытынды ретінде белит шлак цементтеріне негізделген илектелген шлак бетондарын құрылыста жыл бойы қолдануға болатындығын атап өткен жөн. Құрылыстың қысқы кезеңінде жұмыстарды толық аяқтау қажет болған жағдайда бетонды қажетті тығыздыққа дейін катоктармен нығыздау және объектіні пайдалануға беру кезінде аязға қарсы қоспаларды қолдану қажет. 15%  $nasl$  және 10%  $Sasl2$  су концентрациясын қолдану іс жүзінде шлак

бетондарының беріктігіне зиянды әсер етпейді, бұл қыста қолданған кезде минус 15°C болатын шлак бетон қоспаларының минималды рұқсат етілген температурасын анықтайды.

**"Жолдардың тәжірибелік-эксперименттік учаскелерін салу және зерттеу нәтижелері және әзірлемелердің техникалық-экономикалық негіздемесі"** деген бесінші бөлімде илектелген наноқұрылымды шлак бетондардан жолдардың тәжірибелік учаскелерін тексеру және сынау жүргізілді. Бетон құрамы мен құрылыс әдістері боялған. Илектелген наноқұрылымды бетоннан жасалған жол төсемдерін салудың техникалық-экономикалық негіздемесі есептелген.

### **Бесінші бөлім бойынша негізгі қорытындылар.**

1. Шлак бетондардың беріктік және деформативтік көрсеткіштері беріктігі жоғары цементбетондардың көрсеткіштеріне сәйкес келеді, оларды ЦМА типті цементбетондардан немесе асфальтбетондардан жасалған екі қабатты жабындардың төменгі қабаттарында неғұрлым тиімді пайдалану, бұл ретте оларға жалған температуралық жіктерді кесу міндетті болып табылады. Жолды 15 жыл пайдаланғаннан кейін қож-бетон негізінен іріктелген керндерді сынау нәтижелері қож – бетон беріктігінің өсуі жалғасатынын және сығылу беріктігіне 48,8 МПа, ал ию кезінде-8,6 МПа жеткенін көрсетті, бұл беріктігі жоғары цементбетонға ұқсас бетон жабындарын алу мүмкіндігін көрсетеді. Негіздерде асфальт түйіршіктері 50%-дан артық және "Полидор" полимерлі қоспасы бар белит қожын байланыстырғышты пайдаланған кезде температуралық тігістер кесілмейді, өйткені асфальт-минералды илектелген бетон асфальтбетонның тұтқыр қасиеттерін сақтайды.

2. Жол төсемінің дәстүрлі конструкциялары мен белитті цементтер негізінде илектелген наноқұрылымды бетондардан жасалған жол төсемінің конструкциясын салудың сметалық құнын салыстыру кезінде біз 28,74% - дан 42,14% - ға дейін үнемдеуді аламыз, ал жолдарды 50 жыл бойы ұстау және пайдалану кезінде шығындарды үнемдеу 100,84% - дан 121,73% - ға дейін құрайды.

## Жарияланымдар тізімі

1. B.Asmatulayev, R.Asmatulayev, N.Asmatulayev, Use of self-recovering slowly-hardening concrete to longevity of highways // DS ART 2019 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 832. - UK 2020 ж. 012019. - pp. 2-13.
2. B.Asmatulayev, R.Asmatulayev, N.Asmatulayev, Construction of durable roads from rolled concrete based on belite slag cement and binders // International Journal of GEOMATE. - Japan 2023 г. Vol.24 Issue 104. - pp. 27-35.
3. Асматулаев Н.Б., Автомобиль жолдарын салу кезінде құрамында мұнай бар және құрамында битум бар материалдарды қайта өңдеу және қолдану перспективалары // «Нефть и газ» ғылыми журналы. – Алматы 2021 - №6 (126). - С.113-127.
4. Асматулаев Б.А., Асматулаев Н.Б., Амирханов Ж.А., Бессонов Д.В., Қиыршық тас-мастикалық асфальтбетон қоспасы // Патент №3419. - Астана 2018ж.
5. Асматулаев Б.А., Асматулаев Н.Б., Амирханов Ж.А., Бессонов Д.В., Кешенді полимерлі дисперсті арматуралық қоспа // Патент №3607. - Астана 2018ж.
6. Асматулаев Б.А., Асматулаев Р.Б., Асматулаев Н.Б., Бессонов Д.В., Шардинов Ш.А., Мурадов Х.Я., Автомобиль және темір жол жол төсемінің конструкциясы және оны көпірдің жағалау тірегімен түйістіру // Патент №3913. - Астана 2019ж.
7. Асматулаев Б.А., Асматулаев Р.Б., Асматулаев Н.Б., Мазгутов Р.А., Чумаченко В.И., Езмахунов Р.Р., Аманкосов Ж.А., Наномодификацияланған бетонға негізделген жол киімінің дизайны // Патент №4110. - Астана 2019ж.
8. Асматулаев Б.А., Асматулаев Р.Б., Асматулаев Н.Б., Бессонов Д.В., Исламов В.А., Амирханов Ж.А., "Фрезерленген асфальт түйіршіктерін (нұсқаларын) пайдалана отырып жол салу тәсілі" 21.04.2020 жылғы пайдалы модельге ҚР № 4871 патенті Бюл. № 16 // Патент №3607. - Астана 2018ж.
9. Асматулаев Б.А., Асматулаев Р.Б., Асматулаев Н.Б., Бессонов Р.А., Чумаченко В.И., Исламов В.А., Нанокұрылымды минералды ұнтақ және нанокұрылымды асфальтбетон // Патент №2021/0271.2. - Астана 2019ж.
10. Асматулаев Б.А., Асматулаев Р.Б., Асматулаев Н.Б., Ұзақ уақыт қатайтылатын белит цементтері мен қайталама шикізатты пайдалану арқылы жол төсемдерінің беріктігін арттыру // Научно-технический журнал Автомобильные дороги и мосты. – Минск 2021г. - № 2 (28). - С. 61-73
11. Асматулаев Б.А., Асматулаев Р.Б., Асматулаев Н.Б., Автомобиль жолдарын салу кезінде нанокұрылымды шлак минералды бетондарды қолдану // Журнал Наука и Техника в дорожной отрасли – Москва 2022ж. - №1. - С. 29-37
12. Асматулаев Б.А., Асматулаев Р.Б., Асматулаев Н.Б., Жол-құрылыс маусымын ұзарту үшін наномодификацияланған оралатын бетондарды

пайдалану перспективалары // Проектирование автомобильных дорог –  
Москва 2020ж. - №78. - С. 75-88