

М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті

ӘОЖ: 666.3-1

Қолжазба құқығында

ӘУЕСБЕК СҰЛТАН ТЕМІРБЕКҰЛЫ

Модификациялаушы қоспалары бар фосфор қожысынан алынған ұсақ ұнтақталған цемент негізіндегі бетондар өндірісі.

8D07340 – «Құрылыс материалдарының, бұйымдарының және құрастырылымдарының өндірісі»

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілер
т.ғ.д., профессор
Сарсенбаев Б.К.
т.ғ.д., профессор
Лесовик В.С.

Қазақстан Республикасы
Шымкент, 2025

МАЗМҰНЫ

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	3
АНЫҚТАМАЛАР	4
БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	5
КІРІСПЕ	6
1. ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫНА ҚАЙТА ӨНДЕУ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ	10
1.1 Қазақстандағы цемент өндірісінің жағдайы	10
1.2 Энергия үнемдеу технологияларын пайдалана отырып композициялық материалдар өндіруге арналған техногендік қалдықтар	12
1.3 Техногендік шикізат негізінде жылу оқшаулағыш материалдар өндіру	20
2 ЗЕРТТЕУ ОБЪЕКТІЛЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ	28
2.1 Шикізат материалдары	28
2.2 Зерттеу әдістері	35
3 ӨНЕРКӘСІПТІК ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ҰСАҚ ҰНТАҚТАЛҒАН ЦЕМЕНТТЕРДІ АЛУ ЖӘНЕ ҚҰРАМДАРЫ МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ	42
3.1 Ұнтақтау жабдықтарын таңдау	42
3.2 Ұнтақтау тиімділігі	46
3.3 Меншікті беттің ұсақ ұнтақталған цементтердің белсенділігіне әсері	48
3.4 Ұсақ ұнтақталған цементтерді алу және ықшамдау әдісі	54
3.5 Ұсақ ұнтақталған цементтердің пайдалану қасиеттері	57
3.6 Ұсақ ұнтақталған цементтерді өндірудің технологиялық схемасы	61
4 ӘР ТҮРЛІ МАРКАЛЫ ЖӘНЕ БЕРІКТІГІ БАР ҰСАҚ ҰНТАҚТАЛҒАН ЦЕМЕНТ НЕГІЗІНДЕ ҰСАҚ ТҮЙІРШІКТІ ЖӘНЕ АУЫР БЕТОНДАРДЫҢ ҚҰРАМДАРЫН ӘЗІРЛЕУ	63
4.1 Ұсақ түйіршікті бетонның құрамын таңдау	63
4.2 Ұсақ түйіршікті бетонның қасиеттерін эксперименттік бағалау	65
5 ТӘЖІРИБЕЛІК-ӨНЕРКӘСІПТІК ПАРТИЯ ШЫҒАРУ, ҰСАҚ ҰНТАҚТАЛҒАН ЦЕМЕНТТЕР МЕН БЕТОНДАР ӨНДІРІСІНІҢ ӨНЕРКӘСІПТІК ИГЕРІЛУІ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ.	73
5.1 Тәжірибелік-өнеркәсіптік партия шығару, ұсақ ұнтақталған цементтер мен бетондар өндірісін өнеркәсіптік игеру	73
5.2 Ұсақ ұнтақталған цементтер мен бетондар өндірісінің техникалық-экономикалық тиімділігі.	77
ҚОРЫТЫНДЫ	83
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	84
ҚОСЫМША	93

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы диссертациялық жұмыста мынадай нормативтік құқықтық, нормативтік (Қазақстан Республикасының мемлекеттік стандарттары және мемлекетаралық стандарттар) және нормативтік-техникалық құжаттарға сілтемелер пайдаланылды:

- МЕСТ 24211- 2008. Бетондар мен ерітінділерге арналған қоспалар
- МЕСТ 25094-2015. Цементтерге арналған белсенді минералды қоспалар
- МЕСТ 24640-91. Цемент қоспалары
- МЕСТ 1 0 1 7 8 -8 5. Портландцемент және шлакопортландцемент
- МЕСТ 310 .6 -85 Цементтерді сынау әдістері
- МЕСТ 8736 -93. Құрылыс жұмыстарына арналған құм
- МЕСТ 10181-2000 Бетон қоспалары. сынақ әдістері
- МЕСТ 12730.4-78. Бетондар
- МЕСТ 10060.1-95 Бетондар аязға төзімділікті анықтаудың негізгі әдісі
- МЕСТ стандарт 31108 - 2003. Жалпы құрылыс цементтері
- МЕСТ 12730.0-78. Бетондар
- МЕСТ 10180-90. Бетондар бақылау үлгілері бойынша беріктікті анықтау әдістері
- МЕСТ 18105-86. Бетондар беріктікті бақылау ережелері

АНЫҚТАМАЛАР

Композициялық материал - әртүрлі құрылымдағы заттардың физикалық, химиялық қоспаларынан пайда болған жаңа сападағы материал.

Қысуға беріктік шегі — қирау алдында, қысқан кездегі максималды күшті дайындаманың көлденең қимасының бастапқы ауданына бөліп анықталатын шартты кернеу.

Тығыздық-дене массасының сол дене алатын көлемге қатынасы немесе массаның көлем бойынша туындысы ретінде анықталатын скалярлық физикалық шама.

Нағыз тығыздық - бұл абсолютті тығыз күйдегі материалдың бірлік көлемінің массасы.

Беттік белсенді зат — термодинамикалық фазалардың интерфейсінде шоғырлану арқылы беттік керілудің төмендеуіне әкелетін химиялық қосылыс.

Ірілік модулі-құм, қиыршық тас және олардың қоспалары сияқты материалдарының үлкендік дәрежесін сипаттайтын эмпирикалық көрсеткіш.

Рентгендік фазалық талдау - ұнтақты рентгендік дифракция негізінде сынаманың химиялық құрамы туралы мәліметтер алуға негізделген.

Дифференциалды термиялық талдау - үлгіні белгілі бір жылдамдықпен қыздыру немесе салқындату және зерттелетін үлгі мен салыстыру үлгісі (ЭТАЛОН) арасындағы температура айырмашылығының қарастырылып отырған температура интервалында ешқандай өзгеріске ұшырамайтын уақытша тәуелділігін жазудан тұратын зерттеу әдісі.

Меншікті бет-кеуекті дененің ішкі қуыстарының (арналарының, кеуектерінің) немесе дисперсті жүйенің бөлшектелген фазасының бөлшектерінің орташа сипаттамасы.

Клинкер - әктас, саз және токсиндердің күйдірілген қоспасын жоғары температурада күйдіру және кейіннен ұнтақтау өнімі.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

ПЦ	-портландцемент;
ҰҰЦ	-ұсақ ұнтақталған цемент ;
ЭТФҚ	-электротермофосфор қожысы;
СП	- суперпластификатор;
ББЗ	- беттік белсенді заттар;
РФТ	- рентгендік фазалық талдау;
ДТТ	- дифференциалды-термиялық талдау;
ЖЫӨ	- Жылу ылғалды өңдеу;
ЖШС	- жауапкершілігі шектеулі серіктестік
МПа	- мегаПаскаль;
ҒЗЖ	-ғылыми зерттеу жұмыс
M_i	- ірілік модулі;
$S_{мб}$	- беттік меншікті ауданы;
кг/м ³	- килограмм метр куб;
t	- температура;
сағ	- сағат;
ρ	- тығыздық;
С/Ц	- су цемент қатынасы;
тәул.	- тәулік;

КІРІСПЕ

Цемент-құрылыстың наны. Құрылыс экономиканы дамытудың негізі, халық шаруашылығының қор құраушы саласы, сондықтан цемент - экономикалық тәуелсіздіктің негізгі компоненттерінің бірі болып табылатын стратегиялық шикізат.

Мәселенің өзектілігі: Жұмыс жаңа арзан цемент шығарудан ғана емес, сонымен қатар Қазақстан Республикасының көп тоннажды қалдықтарын (фосфор және металлургия қождарын) кәдеге жаратудан тұратын ұсақ ұнтақталған цементтер өндірісін ұйымдастырудан жоғары экологиялық және экономикалық қайтарымды көздейді. Ұсақ ұнтақталған цемент өндірістерінің кең таралуы құнды табиғи шикізатты үнемдеуге және экологиялық жағынан зиянды болып табылатын цемент зауыттарының қымбат құрылысынан бас тартуға мүмкіндік береді.

Нәтижелер негізінде жұмыс өндірістердің техногендік қалдықтарымен қоршаған ортаға келтірілетін зиянды барынша азайтуға, атмосфераға шығарындыларды азайтуға, жұмыс орындарын құруға және жалпы халықтың өмір сүру сапасын арттыруға мүмкіндік береді. Ұсақ ұнтақталған цементтердің дамыған технологиясының негізгі артықшылықтарына мыналар жатады:

- қалдықсыз;
- құнды табиғи шикізат қорларын үнемдеу;
- тұтқыр заттың белсенді компоненттері ретінде әртүрлі техногендік өндірістік қалдықтар мен кен емес қазбалардың қалдықтарын пайдалану мүмкіндігі. Бұл жағдайда көмірқышқыл газы да, шаң да атмосфераға шығарылмайды.

Жұмыстың мақсаты: Өнеркәсіп қалдықтарын, оның ішінде тұтқырлық қасиеті бар электротермофосфор қождарын пайдалана отырып, пластификациялаушы қоспалар қосылған меншік беті жоғары ұсақ ұнтақталған цемент шығару өндірісін ұйымдастыру және сол цементтің бетон беріктігіне әсерін зерттеу.

Диссертациялық жұмыстың мақсатына қол жеткізу үшін келесі міндеттер қойылды:

- Қазақстан Республикасының минералдық-шикізат базасын, көп тоннажды техногендік қалдықтарды (электротермофосфорлық қождар, жылу энергетикасының күл-қож қалдықтарын, түсті металлургия қождарын) олардың техникалық жарамдылығын және ҰҰЦ екінші компоненті ретінде пайдаланудың экономикалық орындылығын бағалау мақсатында талдау;
- Техногендік қалдықтардың ұнтақталуын зерттеу және осы процеске энергия шығынын азайту мақсатында ұнтақтау технологиясын оңтайландыру. ҰҰЦ алудың энергия шығыны аз технологиялық схемаларын таңдау;
- ҰҰЦ -30-дан ҰҰЦ -70-ке дейінгі цемент мөлшерін төмендету және Қазақстан цемент нарығындағы беріктіктің маркалық мәндерін (300, 700) ең төменгі өзіндік құнымен қамтамасыз ету мақсатында ҰҰЦ ұнтақтау құрамы мен меншікті беттік ауданын оңтайландыру. Жоғары беріктікті ҰҰЦ құрамдарын әзірлеу;

- ҰҰЦ гидратациясы кезінде құрылымның қалыптасу процестерін зерттеу, тұтқыр заттың механикалық белсендірілген компоненттерінің жаңа реакциялары мен өзара әрекеттесу өнімдерін анықтау;

- ҰҰЦ негізінде ұсақ түйіршікті және ауыр бетондардың құрамын әзірлеу, олардың технологиялық және пайдалану-техникалық қасиеттерінің кешенін анықтау;

- ҰҰЦ және оның негізіндегі бетондардың тәжірибелік-өнеркәсіптік партиясын шығару және олардың қасиеттерін анықтау.

Қойылған міндеттерге қол жеткізу әдістері:

- Жақсартылған физика - механикалық қасиеттері мен беріктігі жоғары өнімдерді шығаруды қамтамасыз ететін фосфор қожысы негізінде ұсақ ұнтақталған цементтердің өнеркәсіптік өндірісін ұйымдастыру.

- Электротермофосфор қождары негізінде ұсақ ұнтақталған цементтерді өндірудің кешенді технологиялық негіздерін әзірлеу.

Зерттеу нысаны: Электротермофосфор қожысы мен өнеркәсіптің техногендік қалдықтары қосылған цемент және олардың негізіндегі бетондар

Зерттеу пәні: Фосфор қожысынан алынған ұсақ ұнтақталған цементтер негізіндегі бетондардың тиімділігін анықтау.

Ғылыми жаңалығы:

- Фосфор қожысы мен модификациялаушы қоспалар негізінде механикалық белсендірілген ұсақ ұнтақталған цементтің оңтайлы құрамы жасалды;

- Гидратация қатаю процестері және қажетті беріктікті қамтамасыз ететін алынған ұсақ ұнтақталған цементтің жаңа түзіліс ерекшеліктері зерттелді;

- Фосфор қожысы мен модификациялаушы қоспалар негізінде механикалық белсендірілген ұсақ ұнтақталған цемент негізінде ұсақ түйіршікті және ауыр бетондардың оңтайлы құрамы жасалды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми нәтижелер:

- Құрамдарды ықшамдалған және модификациялаушы қоспалары бар механикалық белсендірілген ұсақ ұнтақталған цементтердің ұнтақтау технологиясы және цементті алу тәсілдері;

- ҰҰЦ-30 және ҰҰЦ-70 аралық қатынастардағы жоғары беріктіктегі ҰҰЦ ықшамдалған құрамдары;

- Модификациялаушы қоспамен механикалық белсендірілген ұсақ ұнтақталған цемент негізіндегі ұсақ түйіршікті және ауыр бетондардың оңтайлы құрамы;

- Модификациялаушы қоспасы бар механикалық белсендірілген ұсақ ұнтақталған цемент тасының гидратациялау өнімдерінің пайдалану сипаттамалары мен құрамдарын зерттеу нәтижелері;

- Модификациялаушы қоспамен механикалық белсендірілген ұсақ ұнтақталған цементтердің өндіру технологиясы және экономикалық тиімділігі.

Диссертацияның практикалық құндылығы:

Модификациялаушы қоспалары бар фосфор қожысына негізделген ұсақ ұнтақталған цементтерді қолдану аясы кеңейтілді.

Құрылыстың әртүрлі түрлеріне арналған модификациялық қоспалары бар фосфор қожысына негізделген ұсақ ұнтақталған цементтердің құрамы және олардың негізінде бетондардың құрамдары жасалды.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері құрылыстың әр түріне арналған модификациялаушы қоспалары бар фосфор қожынан жасалған ұсақ ұнтақталған цементті өндіріске енгізу актісін әзірлеу кезінде пайдаланылды.

Ғылыми ережелердің, қорытындылар мен ұсыныстардың негізділігі мен дәйектілігі:

- модификациялаушы қоспасы бар механикалық белсендірілген ұсақ ұнтақталған цементтерді физика-химиялық (рентгендік фазалық, дифференциалды термиялық талдау) зерттеу нәтижелері, сондай-ақ физика-механикалық сынау және пайдалану нәтижелері;

- тәжірибелік жұмыстардың және нәтижелердің тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтарының, сондай-ақ модификациялаушы қоспасы бар механикалық белсендірілген ұсақ ұнтақталған цементтерді өндіру технологияларының ұқсастығы.

Жұмыстың ғылыми-зерттеу жоспарларымен байланысы. Жұмыс гранттық қаржыландыру №0113РК00663 "Қазақстан Республикасының ірі тоннажды өнеркәсіптік қалдықтары негізінде аз клинкерлі ұсақ ұнтақталған цементтер" тақырыбына, ҚР БЖҒМ тарапынан Ғылым қоры АҚ жоспарына енгізілген ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық қызмет нәтижелерін коммерцияландырудың неғұрлым перспективалы жобаларын гранттық қаржыландыру бағыты бойынша №АР15573148 "Өнеркәсіп қалдықтары негізінде аз клинкерлі ұсақ ұнтақталған цементтерді өндіруді ұйымдастыру" мемлекеттік бюджеттік тақырыбына және бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру бойынша Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті мен М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеттері арасында бірлескен BR21882292 "Тұрақты құрылыс саласын интеграциялық дамыту: инновациялық технологиялар, өндірісті оңтайландыру, ресурстарды тиімді пайдалану және технологиялық парк құру" тақырыбына сәйкес жүргізілді.

Диссертациялық зерттеудің идеясы. Жұмыстың ғылыми мүдделерінің саласы Қазақстан Республикасының көп тоннажды өнеркәсіптік қалдықтары мен табиғи кенді емес шикізатын пайдалана отырып, тұтқыр заттардың алуан түрлерінің құрамын әзірлеу болып табылады. Жоба көптеген басқа елдерге тән Қазақстан Республикасының екі өзекті өзара байланысты проблемаларын шешуді ұсынады. Бұл шикізаттық және экологиялық. Біріншісі - табиғи шикізатты үнемдеу, екіншісі-техногендік қалдықтарды кәдеге жарату. Құрылыс индустриясы ең көп материалды қажет етеді және 1 тонна портландцемент өндірісі үшін 2,4 тонна табиғи шикізатты қажет етеді және 930 кг-нан астам CO₂ және жүздеген кг шаң шығарады. Жұмыс цементтер мен клинкерсіз байланыстырғыштарды өндіруге және оларды қара және түсті металлургияның көп тоннажды қалдықтарының, жылу энергетикасының күл-қож қалдықтарының үйінділеріне жақын жерде өндіруге бағытталған.

Зерттеу нәтижелерінің жариялануы.

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері бойынша 15 ғылыми еңбекте жарияланды. Олардың ішінде 5 мақала Scopus және Web of Science дерекқорына кіретін шет елдік журналдарда, 1 мақала ҚР ҒЖБМ саласындағы сапаны қамтамасыз ету Комитеті ұсынатын ғылыми басылымдарда және халықаралық конференциялар материалдарында жарияланды. 1 пайдалы модельге патент алынды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы, зерттеудің мазмұны мен міндеттеріне сәйкес келеді және кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытындыдан, 2 қосымшадан тұрады. Жұмыс көлемі 97 бетті құрайды, 25 сурет және 40 кестеден тұрады.

1. ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫНА ҚАЙТА ӨНДЕУ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ.

1.1 Қазақстандағы цемент өндірісінің жағдайы

Д.И. Менделеевтің химияның өмір қажеттілігіне қолданылуы арасындағы маңызды сатып алулардың бірін құрайтын цемент - болашақтың құрылыс материалы болып табылады деген болжамы орындалады [1].

Ел өзінің цемент өндірісіне, барлық аймақтарда осы тұтқыр өндірістің дамыған желісіне (құрылымына) ие болуы керек.

Екінші жағынан, цемент өндірісі энергияны көп қажет етеді (клинкерді кептіруге және күйдіруге кететін энергия шығыны, ұнтақтауға арналған электр энергиясы) және экологиялық жағынан зиянды (шикізатты өңдеудің үлкен көлемі: шикізатты өндіру кезінде әктас, саз және өте үлкен көлемде CO_2 шығарындылары, күйдіру кезіндегі шаң).

Цемент өнеркәсібі CO_2 шығарындыларының негізгі көзі болып табылады, қазір әлемде атмосфераға көмірқышқыл газы шығарындыларының шамамен 7-8% құрайды. Қазір CO_2 зиянды шығарындыларын азайту үшін күрес жүріп жатыр. Сол жолдардың бірі-әртүрлі белсенді минералды қоспаларды ұнтақтау кезінде цемент құрамына енгізу арқылы цементтегі клинкердің үлесін азайту.

Қазақстан Республикасында цемент өндіруді 18 зауыт жүзеге асырады, оның 14-і қазіргі заманғы үнемді құрғақ әдіс бойынша жұмыс істейді. Шығарындыларды азайту негізгі міндеттің бірі болып қала береді [2].

Тұтастай алғанда, Қазақстанда цемент өндіруге жарамды өнеркәсіптік қалдықтардың үлкен көлемі жинақталған. Оларды ұтымды кәдеге жарату Қазақстан Республикасының қазіргі заманғы заңнамасының экологиялық сұраныстарын қанағаттандыру тұрғысынан және цемент зауыттарының бірінші кезектегі міндеті болып табылады.

Оңтүстік Қазақстанның жер қойнауы әртүрлі белсенді минералды қоспаларға бай, оларды пайдалану цементтегі клинкердің үлесін азайтуға, атмосфераға көмірқышқыл газының шығарындыларын азайтуға, өнімнің өзіндік құнын төмендетуге, құрылыс компанияларының қажеттіліктері үшін оны шығару көлемін арттыруға мүмкіндік береді.

Көрсетілген жұмыста [3] МЕСТ 31108-2020 бойынша 6-20% және 21-35% мөлшерінде пуццолан, глиеж, күл-тас, күйдірілген сланец немесе әктас қоспалары бар II типті минералды қоспалары бар портландцементтер шығарылған. Сонымен қатар 11-35% және 36-55% мөлшерінде қоспалары бар ЦЕМ IV/A және ЦЕМ IV/B пуццолан цементін шығару көзделеді. Клинкерді алмастыратын әртүрлі қоспаларды енгізу ЦЕМ типті композициялық цементте де қарастырылған.

Елдегі цемент өндірісінің өткір проблемаларының бірі шикізатпен қамтамасыз ету болып табылады, өйткені табиғи шикізат көздерінің едәуір бөлігі жақын жерде таусылған және нақты алмастырылмайды. Жақын болашақта бұл табиғи шикізатты техногендік шикізатпен сөзсіз ішінара немесе

толық алмастыруға әкеледі. Оның маңыздылығы тұрақты түрде артып келеді, оның ішінде табиғатты қорғау себептері де бар.

Бұл жұмысты орындаудың экологиялық-экономикалық алғышарттары жыл сайын қож үйінділері мен әктас карьерлерін тиімді пайдалану болып табылады. Қазақстанда жыл сайынғы шығымы 700-800 мың тоннаны құрайтын 10 млн. тонна электротермофосфор қож жинақталған. (Жаңа - Жамбыл фосфор зауыты, "Қазфосфат" ЖШС, Тараз қ.) және 85 млн. тонна металлургиялық қождар (Теміртау қ. "Испат Кармет" ЖШС Қарағанды металлургиялық комбинаты) жыл сайынғы шығымы өте жоғары көлемде [4].

Күл қалдықтары - Ақмола облысының ЖЭС, Астана, Қарағанды, Көкшетау, Петропавл қалаларында, сондай-ақ Солтүстік-Шығыс Қазақстан қалаларында көптеп кездеседі, себебі ол өңірлерде жылу электр орталықтары көмір отынын қолданады.

Карбонатты, доломитті және доломиттелген жыныстардың ең бай кен орындары Оңтүстік Қазақстан облысында Түлкібас ауданында және Жамбыл облысының Қаратау тауларының баурайында орналасқан, олардың қоры миллиардтаған тоннаны құрайды. Жыл сайын оларды үнемді кәдеге жарату, яғни бұл қалдықтарды толыққанды қайталама шикізатқа айналдыру мәселесі күшейе түсетіні анық. Оларды сіңіре алатын негізгі сала-құрылыс материалдарын қалдықтарды жою арқылы өндіру. Аумақтарды қалпына келтіру үшін автомобиль жолдарының сілемдерін орнату осы қалдықтарды жоюдың дәстүрлі жолы болып табылады [5].

Қазіргі уақытта құрылысты, ең алдымен құрылыс индустриясын экологияландыру энергия - ресурс үнемдеу тұрғысынан да, әртүрлі қалдықтардың үйінділері, әсіресе ЖЭС күл қождары, қара және түсті металлургия қождары алып жатқан орасан зор жер аумақтарын босату тұрғысынан да техногендік қалдықтарды пайдаланудың одан да үлкен қажеттілігін талап етеді.

Бұл тұрғыда негізгі маңызды нәтиже-су қажеттілігі төмен көп компонентті гидравликалық байланыстырғыштардың жаңа жоғары технологиялық түрін өндірудің ғылыми және технологиялық негіздерін әзірлеу болып табылады. Олардың технологиясы экологиялық тұрғыдан толық, аз энергияны қажет етеді. Ғылыми зерттеу жұмыстары (ҒЗЖ) нәтижелерінің ғылыми құндылығы әртүрлі ұсақтау принциптері бойынша көп компонентті жүйелердің механикалық дисперсиясының жаңа заңдылықтарынан тұрады. Беттік белсенді заттар (ББЗ) СЗ суперпластификаторы қатысуымен механоактивтендірілген ұсақ ұнтақталған цементтердің гидратация нәтижесі жаңа өнімдерін анықтау; цементті бетондардың беріктігі жоғары және технологиялық түрлерінің құрамдарын әзірлеу.

Осылайша, ұсақ ұнтақталған цементтер заманауи талаптарға жауап береді. Материалдың физикалық-механикалық сипаттамаларын арттырады, экологиялық жағдайға оң әсер етеді және соңғы өнімнің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

1.2 Энергия үнемдеу технологияларын пайдалана отырып, композициялық материалдарды өндіруге арналған жасанды шикізат

Тау-кен және қайта өңдеу өнеркәсібінің технологиялық процестері өндіріс қалдықтарының пайда болуымен байланысты және оларды белгілі бір күйге (кондицияға) жеткізуді талап етеді. Сондықтан минералдық шикізатты кешенді пайдалану және өнеркәсіптік қалдықтарды кәдеге жарату проблемасы, отын-энергетикалық ресурстардың өткір тапшылығы жағдайында өнімнің бірнеше түрін өндіруге бағытталған энергия үнемдейтін, экологиялық таза технологияларды құра отырып, шешуші мәнге ие және қазіргі кезеңдегі өзекті мәселе болып табылады.

Композиттік құрылыс материалдары өнеркәсібінде Қазақстанның көп тоннажды техногендік қалдықтарын пайдалану мүмкіндігі, орындылығы және тиімділігі көрсетілген. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша күйдірілген карбонат-барий қалдықтары (8-12%), электротермофосфор қожы (82-90%) немесе цемент пештерінің электрофилтрлерінен құм мен шаң (2-5%) негізінде композициялық силикат массасының құрамы автоклавты қатайту бұйымдарын өндіру үшін әзірленді. Композициялық силикат материалдарындағы тұтқыр зат кальций силикат гидраты CSH(B), тоберморит және серпентинмен ұсынылатыны анықталды. Гидратация өнімдерінде кальций мен магний силикаттарының талшықты және кристалды гидраттарының бір мезгілде болуы максималды беріктігі 41-49 МПа болатын композициялық өнімдерге әкеледі [6].

Ресурстардың барлық түрлерін пайдалану тиімділігін арттыру кез-келген заманауи қоғамның стратегиялық мақсаты болып табылады. Осы мақсатқа жетудің дұрыс жолын таңдаудың түпкілікті критерийі адамның өмір сүру ортасының жайлылығын арттыру, соның ішінде әл-ауқатын, денсаулық және қауіпсіздік деңгейін арттыру болып табылады. Бұған қол жеткізудің маңызды құралы "Қазақстан-2050" стратегиясында басым бағыттардың бірі ретінде айқындалған кең тәжірибеге бағдарланған тиімді жоғары технологиялық материалдар мен технологияларды жасау кешенін дамыту болып табылады. Ол өз кезегінде инновациялық индустрияға көшуге алып келеді.

Азаматтық құрылыста дәстүрлі түрде қолданылатын материалдар жақсы игерілген және зерттелген, бірақ 20-30 жыл бұрын немесе одан да көп уақыт бұрын әзірленгендіктен, олар ғимараттардың тиімділігін қазіргі заманға сай арттыру қасиетіне ие емес. Мәселен, Қазақстанның солтүстік өңірлеріндегі тұрғын үй ғимараттары үшін (сыртқы қабырғалардың жылу беру кедергісі 3,5 °C/Вт құрайды) орташа тығыздығы 700-800 кг/м³ керамзит бетон негізіндегі бір қабатты қоршау құрылымының қалыңдығы 0,7-1,4м, ал орташа тығыздығы 500 кг/м³ силикаты үшін 0,4–0,5м болуы тиіс. Кеңейтілген сазды бетонмен көрсетілген нәтижелерді қанағаттанарлық деп санауға болмайды, ал силикатты кірпіштің кемшілігі оны тек ірі кәсіпорындарда өндірудің орындылығы болып табылады, бұл оны құрылыс алаңына тасымалдауды едәуір қымбаттатады, монополиялық баға белгілеудің алғышарттарын жасайды және құрылыс

материалдарын өндіруге инновацияларды енгізуге жол бермейді. Сонымен қатар, қарастырылған материалдар жүк көтергіш қабырғаларды қоспағанда, басқа құрылымдар үшін кешенді шешімдер алуға мүмкіндік бермейді [7].

Жылу үнемдеу және акустикалық қасиеттерді жақсарту қазіргі уақытта негізінен әртүрлі материалдарды біріктіру арқылы жүзеге асырылады, бұл сөзсіз құнның өсуіне және құрылыс қарқынының төмендеуіне әкеледі, сонымен қатар сенімділік пен қауіпсіздікке қауіп төндіреді. Адамдарды қарапайым ғимараттардағы жағымсыз сыртқы және ішкі әсерлерден қорғау мәселелері іс жүзінде шешілмеген күйінде қалып отыр, сондықтан олар ұлт денсаулығын жақсарту міндеттеріне жауап бермейді [8,9].

Мәселенің кешенді шешімі табиғи және техногендік шикізатқа негізделген заманауи композициялық материалдардың кең спектрін және тәжірибені жан-жақты теориялық зерттеулер мен талдауға негізделген әзірлеулер болып табылады. Олардың айрықша белгілері жергілікті шикізатты басым пайдалануға бағдарлану, өндірісті ұйымдастыру мен қолданудағы икемділік, сондай-ақ жоғары ғылымды қажетсіну және жаңғырту әлеуеті болып табылады [10,11].

Қалдықтарды кәдеге жарату мәселесін шешу үшін кешенді тәсіл қажет: кәсіпорындардың техногендік өнімдерін әртүрлі салаларда тауарлық өнім алу үшін құнды шикізат ретінде пайдалануға мүмкіндік беретін теориялық және практикалық әзірлемелер мен ұсыныстар қажет. Жаңа материалдар мен технологияларды әзірлеу Қазақстанның индустриялық-инновациялық дамуының объективті қажеттілігі болып табылады. Қазақстанда 2030 жылға дейінгі "Жаңа материалдар мен технологиялар" бағытын дамытудың ұсынылып отырған сценарийі "Жасыл" экономикаға және орнықты дамуға көшу мүмкіндігін білдіретін жаңа композиттік материалдарға қамтамасыз етілген сұранысты ескере отырып, ресурс үнемдейтін жаңа технологияларға бағдарлана отырып, жаңа энергетикалық және өндірістік қуаттарды біртіндеп пайдалануға беруге мүмкіндік беретін Қазақстан Республикасы экономикасының үдемелі және серпінді дамуын болжайды [12,13].

Жоғары пайдалану қасиеттері мен жаңа функционалдық мүмкіндіктері бар композициялық материалдарды әзірлеу Қазақстанда табиғи және техногендік шикізатты игеру және жаңа ресурс үнемдеуші технологияларды құру сияқты экологиялық проблемаларды шешуде маңызды фактор болып табылады [14-16].

Өкті неғұрлым тұрақты, арзан және тиімді шикізатпен: өнеркәсіптің жанама өнімдерімен және қажетті құрамдағы тау жыныстарымен алмастыру жұмыстары сәтті жүргізілуде.

Жанама өнімдерден композиттік құрылыс материалдарын өндірудің теориялық негіздері мен технологиясын құру кезінде жұмыста келесі принциптер қолданылды:

- Аймақтың қайталама шикізатын пайдалануға негізделген әзірленетін технологиялық шешімдердің максималды материал сыйымдылығын қамтамасыз ету;

- Өзірленіп жатқан технологиялар мен композициялық материалдардың жоғары техникалық-экономикалық тиімділігін алу;

- Экология және биосфераны қорғау талаптарын сақтау, табиғи ресурстарды, пайдалы ауыл шаруашылығы алаңдарын, атмосфераны сақтау және қож және қалдық қоймаларын босату [17-20].

Қазіргі уақытта силикат кірпіші сұраныс бойынша ұсақ бөлшектелген қабырға материалдары арасында үшінші орында [21]. Жақын болжамдар бойынша болашақта ол өзінің нарықтық орнын сақтап қана қоймай, оның өндірісі қазіргі технологиялық деңгейде одан әрі дамиды [22]. Осылайша, бұл зерттеулердің мақсаты екінші реттік шикізат ретінде техногендік қалдықтарды қолдана отырып, композициялық материал-силикат кірпішін жасау болды.

Біздің мақалада [23] силикатты кірпіш түріндегі композициялық материал алу үшін шикізат ретінде мынадай техногендік қалдықтар пайдаланылды: доломит-барий қалдықтары, түйіршіктелген электро-термофосфорлы қождар, силикатты кірпішті электротермиялық өңдеу кезінде фосфорды сублимациялаудан кальций силикатты қалдықтары.

Құрамында 5% - дан аспайтын магний оксиді бар кальцийлі әк автоклавты құрылыс материалдары мен бұйымдарын өндіру үшін қолданылады. Геологиялық зерттеулерге сәйкес, әктастардың шамамен 60% - ы бұл талаптарға жауап бермейді. Таза әктастарға сұраныс артып, кальций әктастарының қоры азайып келеді. Сондықтан құрамында 5% - дан астам магний оксиді бар әкті қолданудың экономикалық маңызы зор. Айта кету керек, жоғары магнийлі әктастар мен доломиттер таза кальцийге қарағанда біркелкі орналасқан.

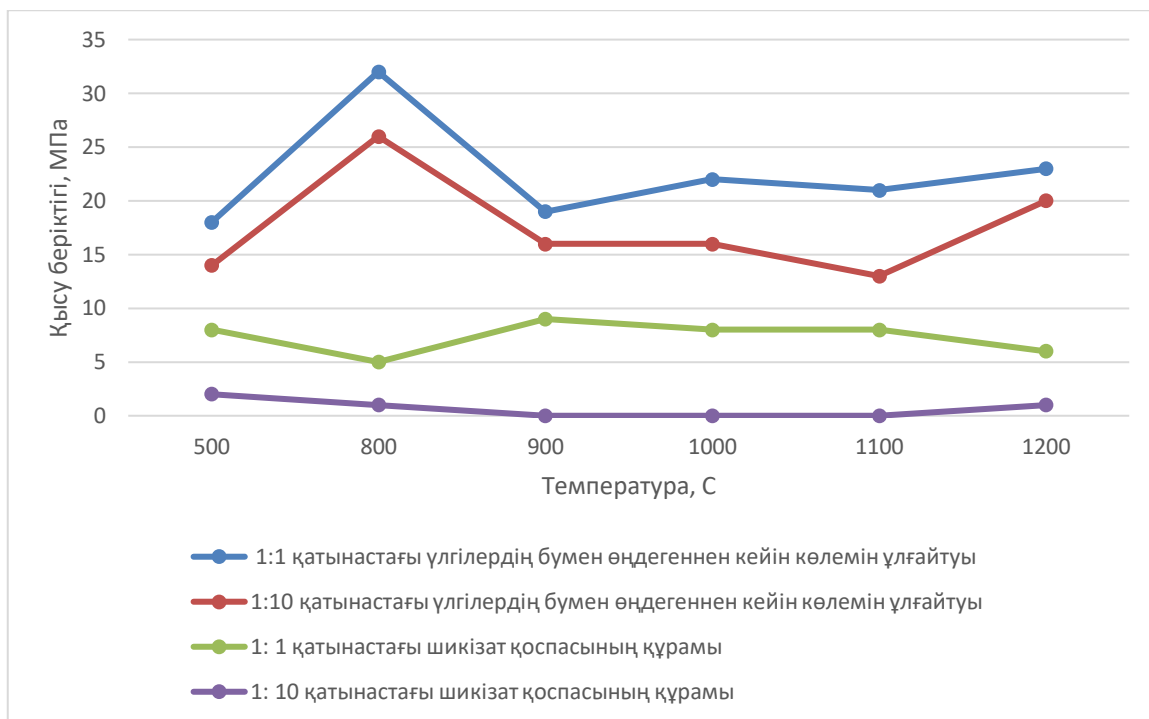
Қазіргі кезеңде автоклав технологиясы біртіндеп дамып келеді. Оның өндіріс көлемін, жұмысшылардың еңбек өнімділігі мен өнім сапасын арттыру, олардың эстетикалық қасиеттерін жақсарту және өзіндік құнын төмендету үшін үлкен резервтері бар. Әкті неғұрлым тұрақты, арзан және тиімді шикізатпен: өнеркәсіптің жанама өнімдерімен және тиісті құрамдағы тау жыныстарымен алмастыру жұмыстары сәтті жүргізілуде [24,25].

Бірқатар салалардың қалдықтарынан силикат кірпіш түріндегі композиттік силикат материалын алу мәселелері талдаудың физика-химиялық және физика-механикалық әдістерінің кешенін тарта отырып шешілді. Осылайша, нақты бетті анықтау бойынша зерттеулер жүргізу кезінде анықтау ПСХ-12 құрылғысында ауа өткізу әдісімен жүргізілді. Рентгендік құрылымды талдау басқа физика-химиялық талдау әдістерімен салыстырғанда материалдарды зерттеудің ең әмбебап және жетілдірілген әдісі болып табылады. Бұл әдістің басты артықшылығы-өзгермеген күйдегі қатты затты зерттеу: талдау нәтижесінде зат немесе оның компоненттері тікелей анықталады және қажет болған жағдайда жеке модификацияларды анықтауға болады (мысалы, CaCO_3 — кальцит немесе арагонит). Әдіс жеке минералдарға жоғары сезімталдыққа ие, бұл талдау уақытын едәуір қысқартуға мүмкіндік береді және егер оның құрамындағы материал 3% - дан аз болса, белгілі бір минералдың болуын анықтауға мүмкіндік береді. Рентгендік кескін алу үшін шамамен 1-2г

мөлшеріндегі үлгі електен толығымен өткенше ерітіндіде сүртіледі. Рентген сәулелері ДРОН-3 құралында мыс антикатодымен және никель сүзгісімен пі сүзгісі бар СИКА сүзілген сәулеленуінде 2,5-тен 64 градусқа дейінгі қос шағылысу бұрыштарының диапазонында алынды, түтік кернеуі 20 кВ, мұнда анод тогы түтіктің кернеуі 20 мА, өлшеу шегі 1000-нан 4000 UI/с-қа дейін, ал есептегіштің жылдамдығы минутына 4 градус, бұрыштық белгісі ≈ 1 . Сканерлеуші электронды микроскопия әдісімен талдау Carl Zeiss фирмасының пи-2е оптикалық ғылыми микроскопында 5-тен 2500 есеге дейін ұлғайтумен жүргізілді. Силикатты кірпіш түріндегі композициялық материалды физика-механикалық зерттеу ПГМ-100МГ4 маркалы гидравликалық пресс көмегімен жүргізілді.

50-100°C аралықпен 750-1300°C температурада хвосттарды күйдіру және күйдіру өнімдерінің рентгендік фазалық талдауы оңтайлы температураны 800-900°C деп санау керек екенін көрсетті. Күйдірілген материал ең үлкен меншікті бетке ие, ал әк концентрациясы магний оксидінің салыстырмалы түрде әлсіз қайта кристалдануымен максималды мәндерге жетеді. Соңғы күйдірілген қалдық - цемент зауытының электр сүзгілерінен шыққан шаң. Оның мөлшері 22% құрайды.

Қазіргі кезде айналмалы пештерде клинкерді күйдіру процесін күшейту және цемент зауыттарында электр сүзгілерін іске қосу арқылы ұсталатын шаңның мөлшері айтарлықтай өсті. Әдетте, карбонат компоненті едәуір көп дәрежеде, сазды компонент аз мөлшерде, ал құрамында темір бар қоспалар, клинкер фазалары (10-15%) және сілтілер (калий мен натрий сульфаттары) аз мөлшерде тасымалданады [26-28]. Айналмалы цемент пештерінің электр сүзгілерінен шаңның негізгі сілтілі компоненттері K_2SO_4 және Na_2SO_4 болып табылады. Магний оксидінің жоғары концентрациясы 1-суретте көрсетілген силикат қоспаларына (1:1 және 1:10) біріктірілген Ачполиметалл АҚ Хантагин қалдық қоймасының доломит-барий қалдықтарын пайдалану мүмкіндігін анықтау бойынша алдын ала эксперименттер жүргізілді, сондай-ақ өзгерістерді алдын ала анықтады.



Сурет 1 – Байланыстырғыштың күйдіру температурасының көлемі мен беріктігінің өзгеруіне әсері

Әр түрлі температурада күйдірілген қалдықтар $S_{мб} = 5000 \text{ см}^2/\text{г}$ меншікті бетіне дейін ұсақталды, содан кейін алынған байланыстырғыштар автоклавты қатайту өнім күйінде сыналды. Осы қоспалардан 20 МПа қысыммен престелген 2x2 см кубиктер жасалды. Үлгілер автоклакта 3-6-3 сағат режимінде, қысым 2 МПа бұмен өңделді. Шихтаның ылғалдылығы құрғақ қоспаның массасының 15% құрады. Кремний диоксидінің құрамдас бөлігі ретінде $2500 \text{ см}^2/\text{г}$ меншікті бетіне дейін ұсақталған Вольский құмы пайдаланылды.

Сынақ нәтижелері автоклакта өңдеу кезінде байланыстырғыштың қасиеті оның алдын ала күйдіру температурасына және байланыстырушы: шихтаға толтыру қатынасына байланысты екенін көрсетеді.

Деформация мен сызаттың пайда болуы құрамында 10% байланыстырғыш бар үлгілерде 1300°C күйдіру температурасына дейін байқалмады. Үлгілердің көлемінің ұлғаюы, жарықтар торының пайда болуы және сайып келгенде, беріктіктің төмендеуі гидротермиялық өңдеу кезінде периклазды гидратация нәтижесінде пайда болды.

Күйдіру температурасының $900-1300^\circ\text{C}$ -қа дейін көтерілуі және байланыстырғыштың үлесінің 50% - ға дейін артуы көлемнің ұлғаюына (21% - ға дейін) және үлгілердің беріктігінің төмендеуіне әкелді.

Шикізат қоспаларының компоненттері 8% ылғалдылықта араластырылды. Дайындалған шикізат қоспаларын дірілдету арқылы (3 мин) ұзындығы 4-16 см шламдар пайда болды, олар автоклакта 3-6-2 режимі бойынша 2,0 МПа қысыммен бұмен өңделді. Біз байланыстырғышта магний оксиді көп болатын силикат массасын қалыптастыру кезінде діріл әдісі ең перспективалы екенін

білдік. Бүмен өндегеннен кейін және автоклавты өндеуден кейінгі үлгілерді физика-механикалық сынау нәтижелері 1-кестеде келтірілген. Өнімдер зауыт жағдайында силикатты кірпіш зауытында (Шардара, Қазақстан) жылу-ылғалдылықты өндеудің зауыттық режиміне сәйкес алынды.

1 кесте - Шикізат қоспалардың құрамы және тұрақты және автоклавты өндеуден кейінгі өнімдердің беріктігі

Компоненттердің мөлшері, %		Қысу беріктігі, МПа	
Электро-термофосфорлы қожы	Күйдірілген доломит-барий	Жылумен өндегеннен кейін	1.5-10-1.5 сағ режимге сәйкес P = 0,8 МПа автоклавпен өндеуден кейін
85	15	19,8	44,0
70	30	23,9	54,2
65	35	22,0	48,2

Силикатты кірпіш өндірісіндегі шикізатты (әк пен құмды) өндірістік қалдықтармен ауыстыру стандартты беріктіктен айырмашылығы жоғары беріктігі 45,2-49,3 МПа бұйымдарды алуға, сондай-ақ тиімді құрылыс бұйымдарын қолдану мүмкіндіктерін кеңейтуге және техногендік қалдықтарды пайдалана отырып, құрылыс құнын төмендетуге мүмкіндік берді. 2-кестеден көріп отырғанымыздай, жаңа байланыстырғышты қолдану өте берік силикат үлгілерін (5, 6, 7 композициялар) алуға мүмкіндік берді.

2 кесте - Шикізат қоспаларының құрамы және өндірістік қалдықтар негізінде алынған өнімдердің (силикат кірпіштерінің) беріктігі

№ р/с	Құрамы, %					Автоклавты өндеуден кейінгі қысу беріктігі, МПа
	Әк	Күйдірілген доломит-барий	Құм	Электр сүзгілерінде қалған шаң	Электро термо-фосфорлы қожы	
1	12	-	88	-	-	27,0
2		8	90	2	-	40,6
3		10	86	4	-	42,7
4		12	83	5	-	41,2
5		8	-	2	90	45,3
6		10	-	4	86	48,9
7		12	-	5	83	44,9
8		100	-	-	-	1,3

Автоклавты материалдардың рентгендік-фазалық талдауының нәтижелеріне сәйкес, тұтқыр негізіндегі силикат өнімдеріндегі тұтқыр зат (1-композиция) CSH (B) D = 0,304 нм кальций гидросиликаттарынан және D = 0,307 нм тобермориттен тұратындығы белгілі болды. Қалдықтарға негізделген үлгілердегі гидратация өнімдерінің рентгендік-фазалық талдауы гидратацияның

негізгі өнімдері $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, тоберморит және $\text{CSH}(\text{B})$ екенін көрсетеді және дифракция максимумы $d=0,210$ нм, BaSO_4 -ке қатысты.

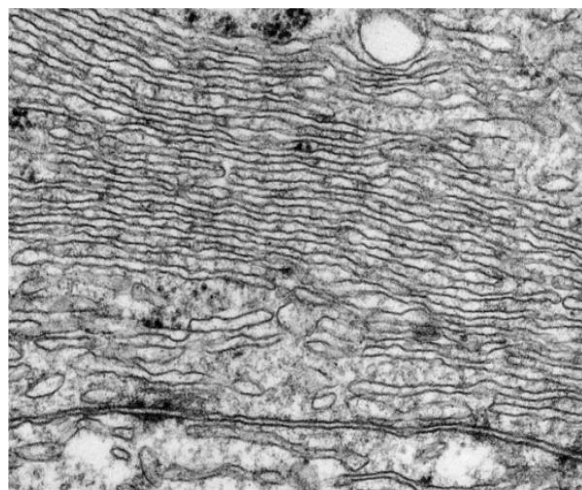
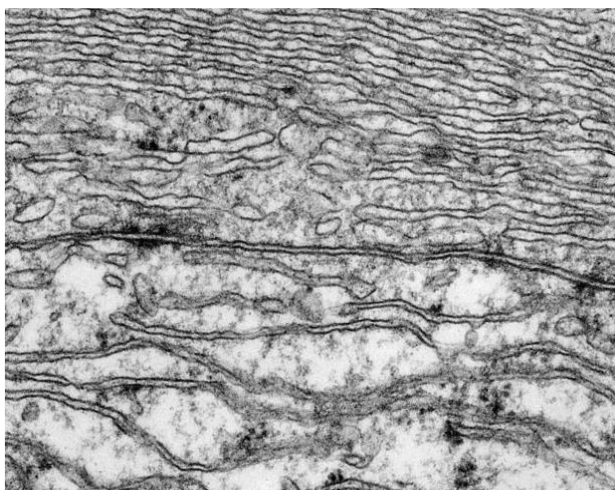
Электр сүзгілерінен ұнтақталған құм мен шаң қосылған кезде $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ге жататын дифракциялық максимумдар толығымен жоғалады және $\text{CSH}(\text{B})$ - ге тән шағылыстар пайда болады, бұл гидросиликаттың концентрациясы 8-ші үлгіге қарағанда жоғары. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -ге қатысты шағылыстар аз және $\text{Mg}(\text{OH})_2$ бөлігі $d = 0,369; 0,247; 0,457; 0,152$ нм серпентин құрамындағы гидросиликатпен байланысады. Осылайша, әк қалдықтармен ауыстырылған кезде, тек CaO мен SiO_2 арасында ғана емес, сонымен қатар MgO мен SiO_2 арасында серпентин түзіліп, өнімнің беріктігі артады.

Үлгідегі тұтқыр заттың фазалық құрамы құрамында күйдірілген хвосттар, электрофосфор қожы және электрофилтрлерден алынатын шаң бар тұтқыр зат негізінде төмен негізді кальций гидросиликаттары кешенінің болуымен сипатталады. Рентгендік фазалық талдау $\text{CSH}(\text{B})$ -D = 0,302; C5S5H - $d = 0,275; 0,311; 0,365; 0,205$ нм; және тоберморит – $d=0,307$ нм болуын көрсетеді. Гидратация өнімдерінде әртүрлі құрамдағы талшықты және кристалды кальций гидросиликаттарының бір мезгілде болуы максималды беріктігі бар өнімдерге әкелетін негізгі фактор болып табылады [29-33].

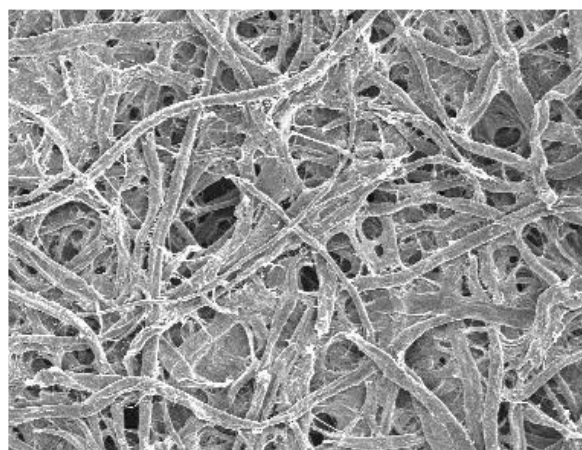
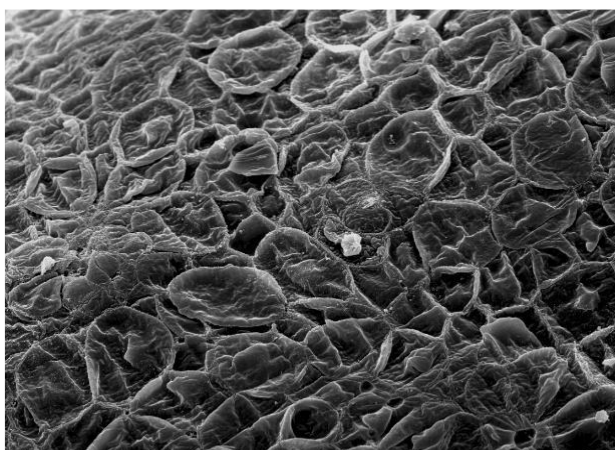
Талшықты (жіп тәрізді) кальций гидросиликаттары бұйымдарға созылу және иілу беріктігін, қаттылық пен жарыққа төзімділігін арттырады. Олар микроарматура рөлін атқарады және жарықтардың таралуын болдырмайды [34,35].

Электрондық микрографта үлгілердің жоғары беріктігін қамтамасыз ететін киізден тоқылған гидратация өнімдері көрсетілген. Тұтқыр 3 және 6-дан алынған өнімдер (3–кесте) әк негізіндегі өнімдерге қарағанда 19,2-23,3 МПа жоғары беріктікке ие.

Кальций гидросиликаттарының талшықты түрлерінің түзілуіндегі сілтілі катиондардың рөлі әк–кремнеземді байланыстырғыштың автоклавты қатаюында ұсақ сілтілі қоспалар болған кезде сұйық фазадағы кремнезем концентрациясы жоғарылайды және $\text{Ca}(\text{OH})_2$ концентрациясы төмендейді. Осылайша, жоғары полимерленген тізбекті және таспалы кремний–оттегі аниондары бар кальций гидросиликаттарының түзілуіне ықпал ететін байланысты кремний–оттегі кешендерінің болуы үшін жағдайлар жасалады, мұнда олардың кристалдарының жіп тәрізді пішіні олардың кристаллохимиялық құрылымының ерекшеліктеріне байланысты [36].



Сурет 2 – Массалардан алынған автоклавты өңдеуден кейін өнімдердің электрондық микрографтар (200 есе үлкейтілген)



Сурет 3 - Массалардан алынған автоклавты өңдеуден кейін өнімдердің электрондық микрографтар (2500 есе үлкейтілген)

Әзірленген байланыстырғыш композициялар силикат өнімдерінде аязға және сульфатқа төзімділікке сыналған. Физика-механикалық қасиеттері 3-кестеде келтірілген.

3 кесте - Өнеркәсіптік қалдықтар негізінде алынған композиттік өнімдердің сипаттамалары

№	Қысу кезіндегі үлгілердің беріктігі, МПа			Мұздату мен ерітудің 200 циклы	Жұмсару коэффициенті	Аязға төзімділік коэффициенті
	Автоклавтау	12 ай қатаю				
1	25,9	28,6	25.4	20.32	0.9	0.8
3	44	46,2	42.1	35.7	0.93	0.85
5	45,3	48,1	45..0	39.15	0.94	0.87
6	46,5	49,8	47.9	41.7	0.94	0.87

Мұздатуды SM - 70/180-2000 климаттық камерасында -17-20°C температурада төрт сағат бойы жүргізілді, содан кейін үлгілер үш сағат бойы $17 \pm 3^\circ\text{C}$ температурада ерітілді. Аязға төзімділік пен жұмсарту коэффициенттерінің мәндері жаңа тұтқыр затты қолданған кезде силикат-бетон бұйымдарының жоғары сапасын растайды.

МЕСТ 379-95 сәйкес кірпіштің маркасы қысу беріктігіне сәйкес келеді: 30; 25; 20; 15; 12,5; 10; және 7,5 МПа. Соңғы мағына тек қуыс кірпішке қатысты. Кірпіш кем дегенде 15 мұздату және еріту циклына төтеп беруі керек.

Ұсынылған композициялар сульфаттарға жоғары төзімділікпен сипатталады. Үлгілер үш агрессивті ерітіндіде 12 ай көлемінде сыналды: натрий сульфаты (3%), магний сульфаты (3%) және магний хлориді (5%).

Сонымен қатар, бұл үлгілердің натрий сульфатының әсерінен иілу күші тек 4-5% - ға, ал магнезия тұздарының ерітінділерінде 16-18% - ға төмендеді. Магнезия-силикат массаларының төзімділігінің жоғарылауы магний агрессиясына ұшырамайтын магний гидросиликаттарының пайда болуына байланысты. Әк негізіндегі силикатты бетон үлгілері агрессивті магнезиялық ерітінділердің әсеріне төзімділігі нашар болып шықты: 12 айдан кейін олардың беріктігі 50-55% - ға төмендеді.

Қазақстанда өндірілетін құрылыс қабырға материалдарының ішінде силикат кірпіші қазіргі уақытта жетекші орындардың бірін алады және болашаққа деген сөзсіз перспективаға ие, өйткені оның өндірісі, саз кірпіш өндірісінен айырмашылығы, өндіріс процесінің қарапайымдылығы, механикаландырудың жоғары деңгейі және төмен құны сияқты айтарлықтай техникалық және экономикалық артықшылықтарға ие. Сонымен қатар, оны өндірудің құны мен еңбек сыйымдылығы екі есе төмен, ал өндіріс циклінің ұзақтығы 5-10 есе аз. Силикат кірпіштің сапасы жоғары, ал өлшемдері мен сыртқы түрі әрқашан МЕСТ-қа сәйкес келеді.

Автоклав өнімдері үшін байланыстырғыш ретінде әктің орнына техногендік қалдықтарды төмен температурада күйдіруді пайдаланудың экономикалық және технологиялық орындылығы бұл ретте пайдалы қазбаларды өндіру және тау жыныстарын жару жұмыстарын жүргізу талап етілмейді, сондай-ақ ұсақтау сатылары жоқ. Процесс төмен күйдіру температурасын (700-900°C) пайдаланады және күйдіру өнімдері қосымша ұнтақтауды қажет етпейді, өйткені 700-900°C температурада күйдіру материалды өздігінен ыдыратады. Мұның бәрі техногендік өнеркәсіптік қалдықтарды қатар кәдеге жарату есебінен қоршаған ортаға бір мезгілде әсер ете отырып, елеулі экономикалық әсер береді. Бұл осы технологияны ресурс үнемдеуші етеді.

Бұл зерттеулер алдыңғы зерттеулермен байланысты және олардың жаңалығы мен практикалық маңыздылығын композициялық құрылыс материалдары саласына әкеледі.

1.3 Техногендік шикізат негізінде жылу оқшаулағыш материалдар өндіру

Көрсетілген [37] жұмыста біз жылу оқшаулағыш материал алу үшін дәстүрлі минералды шикізатты (доломит және асбест) техногендік шикізатпен - полиметалл кендерінің қалдықтарымен (доломитбарий хвосттары) және фосфор қожынан алынған синтетикалық волластонитпен алмастыру мүмкіндігі қарастырылған. Зерттеу нәтижелері доломит-барий хвосттары жылу оқшаулағыш материал-совелит алу үшін техногендік шикізат базасы бола алатындығын анықталды. Жылу оқшаулағыш материалды – совелитті алудың ұсынылған технологиясының дәстүрлі технологиямен салыстырғанда артықшылығы шикізатты алу, ұсақтау және ұнтақтау кезеңдерінің болмауы, күйдіру температурасының төмендеуі, күйдірілген өнімді ұнтақтау кезеңінің болмауы есебінен өндіріске жұмсалатын энергия шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Синтетикалық волластонитті қолдану сапа сипаттамаларын едәуір жақсартады және өнімнің қызмет ету мерзімін арттырады.

Құрылыс материалдарын өндіруді дамыту, жетілдіру және олардың қазіргі кезеңдегі экономикалық тиімділігін арттыру көбінесе шикізатты пайдаланудың ұтымдылығымен және өнеркәсіптің әртүрлі салаларының қалдықтарын өндіріске жаратудың толықтығымен анықталатын болады. Қазақстан Республикасының индустриалды дамыған өңірлерінде жинақталған техногендік қалдықтардың көлемі өте көп [38-47], ал оларды пайдалану мүмкіндіктері алуан түрлі, олар табиғи минералдық ресурстармен қатар тиісті деңгейде және дереу есепке алуды талап етеді. [48,49] Қазақстан Республикасында тау-кен өндіру және қайта өңдеу өндірісі, басқа елдердегідей, тау жыныстарының қалдықтары, байыту қалдықтары, металлургиялық қождар түріндегі өнеркәсіптік қалдықтардың түзілуінің жоғары деңгейімен сипатталады. Шын мәнінде, өндірілген кеннің әр тоннасының 0,15-0,25 тоннаға дейін ілеспе жынысты және 0,8 тоннаға дейін шахта қалдықтарын құрайды. Бүгінгі таңда тау-кен және өңдеу кәсіпорындары өздерінің техногендік үйінділерін, әсіресе хвосттарын және одан әрі байыту үшін баланстан тыс кендерді қайта өңдеу қажеттілігіне тап болады [50-56]. Оның себептері келесідей:

- Қалдық қоймаларының қызмет ету мерзімі шектеулі, олардың көпшілігін толтыру аяқталды немесе алдағы жылдары аяқталады. Үйінділердің жинақталу үрдісі күрделі кендерді өңдеуге енгізу қажеттілігіне байланысты күшейе түсуде.

- Үйінділер кең аумақтарды алып жатыр және тау-кен байыту кешендерін пайдалану аудандары үшін экологиялық қауіп көзі болып табылады, сонымен қатар айыппұлдар өсуде.

- Үйінділер-бұл түсті металлургия қажеттіліктері үшін де, құрылыс материалдарын өндіру үшін де сақталған шикізаттың үлкен қоры. Сондықтан металдарды барынша өндіру, кәдеге жарату және экологиялық жағдайды жақсарту арқылы техногендік кен орындарын кешенді қайта өңдеудің өзектілігі экологиялық және экономикалық маңызы бірдей.

Осыған байланысты Ачполиметалл ААҚ полиметалл кендерінің үйінділері түріндегі Хантагин қалдық қоймасының техногендік үйінділері айтарлықтай қызығушылық тудырады, олардың қоры жүз миллион тоннадан асады. Бұл қалдықтарды жылу окшаулағыш материал – совелит алу үшін зерттеу объектісі ретінде таңдау полиметалл кендерін байыту процесінде химиялық және минералды құрамы бойынша алынған қалдықтардың біртектілігі едәуір артатындығына байланысты болды. Өнеркәсіпте кеңінен қолданылатын негізгі жылу окшаулағыш материалдар ретінде минералды мақта мен полистирол көбігі қолданылады, олардың өзіндік артықшылықтары және кемшіліктері бар [57,58]. Минералды мақта уақыт өте келе бұзылады, ол сығылғанда жылу ағып кететін кеңістіктер түзеді. Пенопласт-жанғыш материал. Осыған байланысты шикізаттың жаңа түрлерін іздеу және өнеркәсіптік қалдықтардан сапалы жылу окшаулағыш материалдар өндірісін ұйымдастыру өзекті және экологиялық тұрғыдан орынды міндет болып табылады. Жылу окшаулағыш материалдар-ғимараттарды, құрылыстарды, технологиялық жабдықтарды және т.б. жылу окшаулау үшін қолданылатын материалдар мен өнімдер. Мұндай материалдарды пайдаланудың негізгі мақсаты ғимаратты жылытуға энергия тұтынуды азайту болып табылады. Сонымен қатар, ғимараттардың құрылысында жылу окшаулауын қолдану құрылымдардың массасын едәуір азайтуға, сондай-ақ қабырға құрылыс материалдарының (цемент, металл, ағаш, керамика және т.б.) шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Жылу окшаулағыш материалдарды пайдалану энергетика, металлургия, машина жасау, химия және қоршаған ортаны қорғауда өте тиімді.

Зерттеу барысында келесі материалдар пайдаланылды: полиметалл кендерінің қалдықтары (Хантаги, Қазақстан); Жетіғары кен орнының хризотил асбесті (Қазақстан); Жоғарғы Бадам кен орнының табиғи волластониті (Қазақстан); Синтетикалық (Жасанды) волластонит. Зерттеудің аналитикалық әдістері ретінде Талдаудың физика-химиялық әдістері қолданылды, атап айтқанда: химиялық, электронды-микроскопиялық, термотехникалық, рентгенофазалық және физика-механикалық.

Полиметалл кендерінің хвосттары-ұсақ ұнтақталған өнім, оны қолданар алдында қосымша ұнтақтауды қажет етпейді. Хвосттардағы негізгі минералдар- доломит-50-60%; әктас - 10-15%; барит - 10-20%; сазды заттар - 5-8%; кен минералдары-2-3%. Кен минералдары темір, қорғасын және түсті металл сульфидтерінен тұрады. Полиметалл кендерінің қалдықтары негізінен доломит, кальцит, барит және сазды заттардан тұратындықтан, құрылыс материалдары өнеркәсібінде күйдірілмеген және күйдірілген қалдықтарды қолданған жөн. Полиметалл кендерінің хвосттарының химиялық құрамы тұрақтылықпен сипатталады және ол 4-кестеде келтірілген [59,60]. Қалдықтардың құрамында каталитикалық және модификациялық элементтер, массалар бар. %: Zn - 0,01-0,05; Cu - 0,002- 0,004; Ti - 0,03-0,05; Cd - 0,002-0,003. Улы шығарындылардың болмауы, радионуклидтердің төмен белсенділігі (53 - 55 Бк/м²) және ауыр металдардың төмен құбылмалылығы қалдықтардың радиациялық және экологиялық қауіпсіздігін көрсетеді.

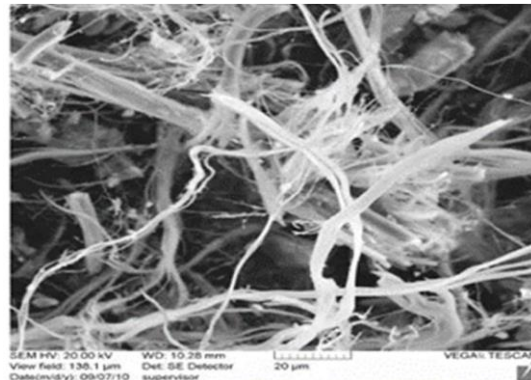
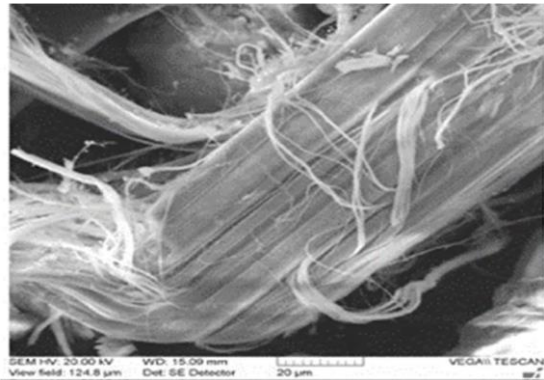
4 кесте - Құрамында оксидтері бар полиметалл қалдықтарын қайта өңдеу қалдықтарының химиялық құрамы, %.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	BaSO ₄	FeS ₂	PbSO ₄	PbCO ₃	PbS	шығындар
4.34-6	0.98-1.2	2.86-3.5	27.79-29	14.03	12.7-13.5	1.39-1.5	0.03-0.05	0.09-1.2	0.14-0.2	35.25-37

Жылу оқшаулағыш материал-совелит өндірісінде арматуралық қоспа ретінде пайдаланылатын Жетіқара кен орнының хризотил асбесті – химиялық құрамы MgO – 42,4%, SiO₂ – 44,5% және H₂O-13,04% массалық арақатынасына сәйкес келетін 3MgO•2SiO₂•2H₂O формуласына сәйкес келетін магний сулы силикаты болып табылады. Қоспалар болған кезде хризотилдегі MgO және SiO₂ мөлшері әдетте 40% немесе одан да төмендейді, органикалық судың мөлшері де өзгереді, кейде 14,5-15% дейін артады, кейде 11,5-12% дейін төмендейді. Хризотил асбестінің химиялық құрамы 5 кестеде, хризотил асбестінің фотосуреті және оның микроқұрылымы 4 суретте көрсетілген.

5 кесте - Құрамында оксидтер, массалар бар хризотил асбестінің химиялық құрамы, %.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O+105°	H ₂ O+105°
42.60	0.65	1.04	0.03	40.77	Іздері бар		13.46	0.95



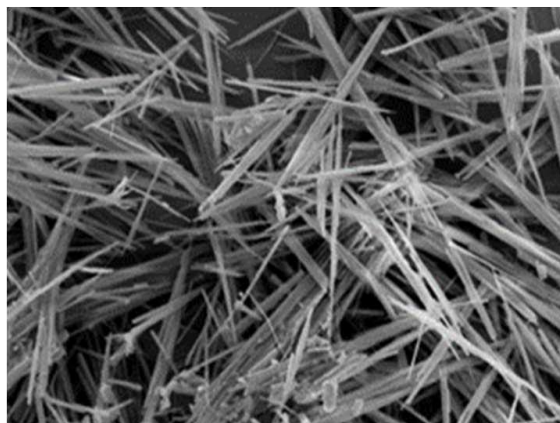
Сурет 4 - Хризотил асбестінің фотосуреті

Жоғарғы Бадам кен орнының табиғи волластониті совелит өндірісінде микро арматуралық қоспа ретінде де қолданылады. Жоғарғы Бадам кен орнының кенінде волластонит – 49,4%, кальцит – 20,6%, кварц – 20,2% және гранит – 5,1% бар. Волластониттің ине тәрізді түрі оны микро арматуралық толтырғыш ретінде қолданудың негізгі бағытын анықтайды. Қолданылған синтетикалық волластонит сілтілі реагенттің қатысуымен CaO-, SiO₂ компоненттерінің қоспасын термиялық өңдеу арқылы алынды, құрамында фосфордың электротермиялық өндірісінің түйіршікті қож бар компонент ретінде пайдаланылды. Құрамында SiO₂ компоненті ретінде кварц құмы, ал натрий сульфаты ретінде сілтілі реагент ретінде натрий сульфаты

пайдаланылды. CaO/SiO_2 қоспасындағы компоненттердің қатынасы 0,75-0,9 және $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{SiO}_2$ 0,12-0,16 болатын ерітінді. 6 кестеде жоғарғы Бадам кен орнының табиғи волластонитінің химиялық құрамы, ал 5 суретте табиғи волластонит мен оның микроқұрылымының фотосуреті берілген.

6 кесте - Оксидтері бар волластонит кендерінің химиялық құрамы, %

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	K_2O	Na_2O	MnO	шығындар
50.4	0.3	14.87	31.51	0.2	0.15	0.3	0.87	0.03	0.02



Сурет 5 - Табиғи волластонит және оның микроқұрылымы

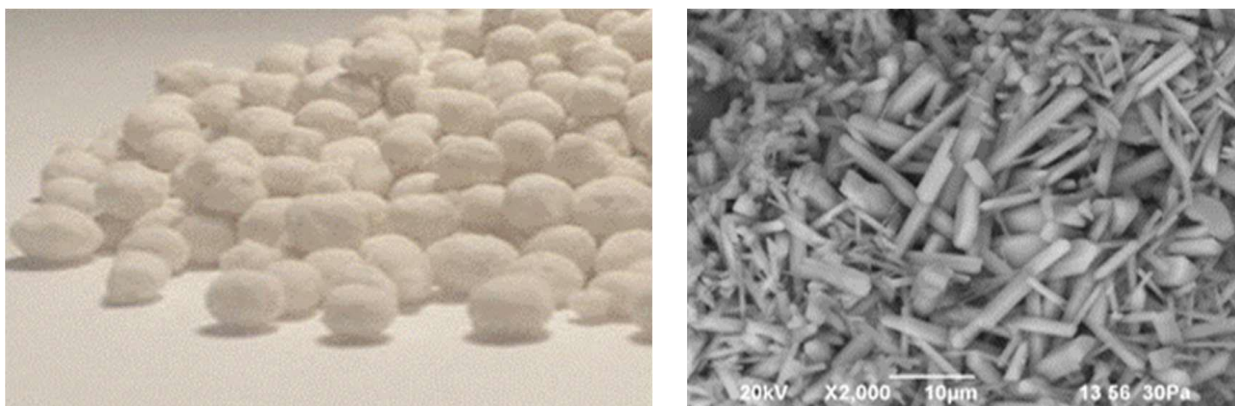
Қоспа - компоненттер мен реагентті бірге құрғақ ұнтақтау арқылы дайындалды, содан кейін қоспаны шихта ылғалданған кезде дөңгелек бөлшектер алу арқылы түйіршіктеді. Шикі түйіршіктерді шихтадан термиялық өңдеу $1000-1050^\circ\text{C}$ температурада 40-60 минут бойы жүргізілді. 7 кестеде синтетикалық волластониттің химиялық құрамы келтірілген.

7 кесте - Құрамында оксидтер, массалар бар синтетикалық волластониттің химиялық құрамы, %

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	R_2O	F	SO_3	П.п.п.	Σ
46,7	1,26	0,35	43,55	3,36	1,35	1,09	1,52	0,87	-	100

Зертханалық жағдайда совелит алу процесін модельдеу келесідей жүргізілді. Қалдықтардың үлгісі магний мен кальций карбонаттарының оңтайлы декарбонизация температурасын белгілеу мақсатында әр 50°C сайын $500-900^\circ\text{C}$ температура диапазонында муфель пешінде термиялық өңдеуден өтті. Күйдіру температурасының жоғарылауымен қалдықтардың меншікті беті ұлғаятыны анықталды. Декарбонизация процесінің динамикасы кальцилену кезіндегі шығындар мөлшерімен анықталды. Полиметалл кендерінің хвосттарындағы доломит фракциясының декарбонизация процесі 800°C

температурада толығымен аяқталатыны анықталды. 6 суретте алынған синтетикалық волластониттің түйіршіктері мен микроқұрылымдарының фотосуреттері көрсетілген.

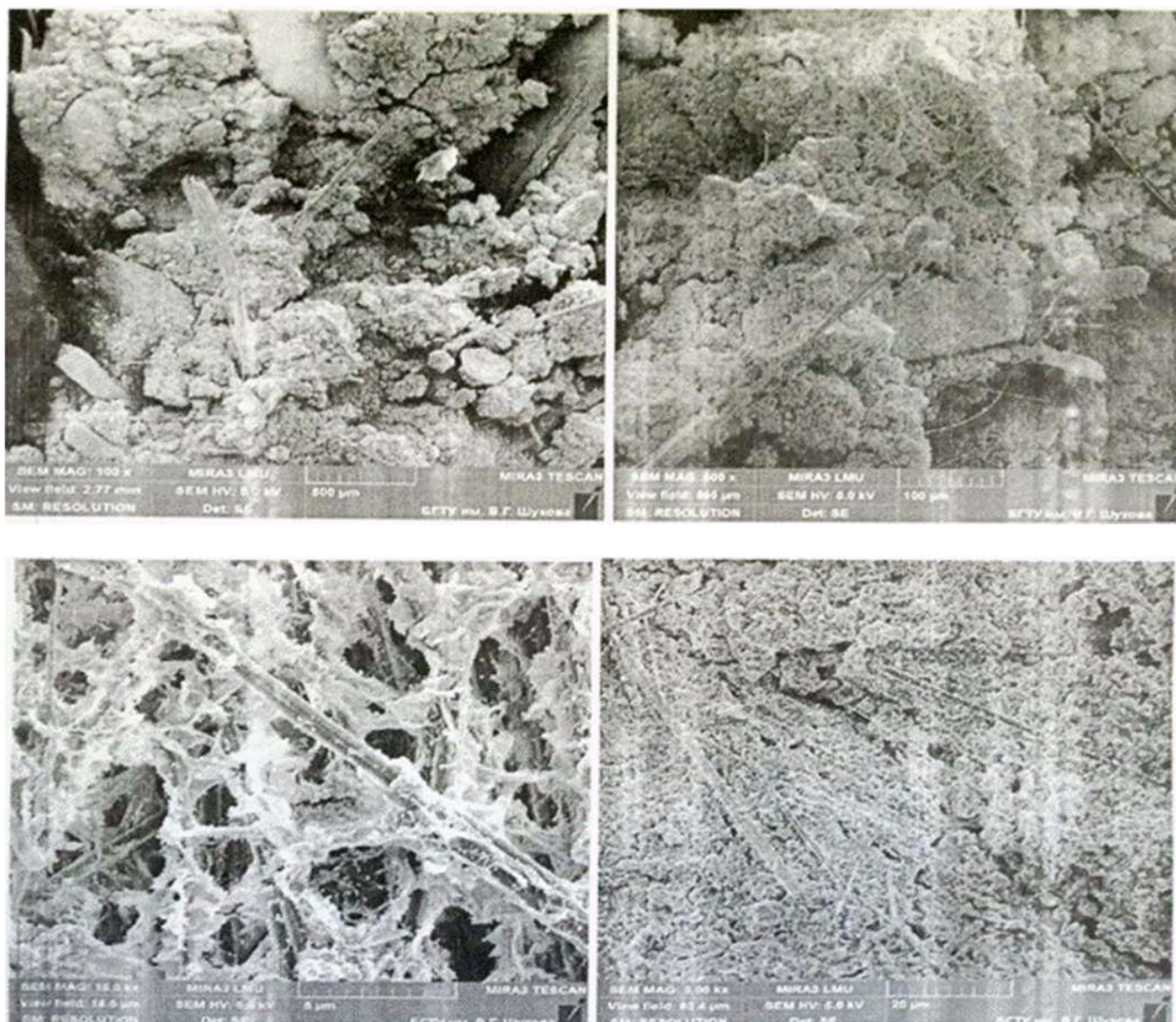


Сурет 6 - Синтетикалық волластонит түйіршіктерінің (а) және оның микроқұрылымының (б) фотосуреттері

Зерттеу барысында зерттелген үлгілердің массасы 20 г-ға тең мөлшерде алынды, содан кейін кальциленген үлгі стаканға салынып, 500 мл мөлшерінде сумен толтырылды, бір күн бойы араластырылған кезде сақталды, сүзгіден өткізілді, ал сүзгідегі қалдық 500 мл сумен жуылды. Ерітіндідегі магний мен кальцийдің құрамына комплексометриялық анықтау жүргізілді. Нәтижелер кальцинация температурасының жоғарылауымен белсенді кальцийдің ерітіндіге шығуы пропорционалды түрде артатынын көрсетті. Магнийге келетін болсақ, 500-ден 600°C-қа дейінгі температура диапазонында оның сулы ерітіндіге ауысуы аздап артады, 600°C-тан 800°C-қа дейін баяулайды және 800°C-тан жоғары қайтадан жоғарылайды. Кейіннен алынған доломит сұйықтығы көмірқышқыл газының ерітіндісі арқылы өту негізінде карбонизацияланды:

Осылайша, магнийдің негізгі карбонаты тетрагидрат пен жаңадан тұндырылған кальций карбонатынан тұратын спутниктік негіз алынды. Алынған негізге арматуралық компонент (табиғи және синтетикалық волластонит) жалпы массаның 20% мөлшерінде ұнтақталған волластонит: үлпілдек асбест 1:0; 1:0,5 және 1:1 қатынасында енгізілді және бүкіл көлемге біркелкі таралу үшін мұқият араластырылды. Алынған масса ылғалдылығы 50-60% дейін паста алынғанға дейін сүзіліп, одан 4x4x16 см өлшемді сынамалар қалыпталды. Кестеде келтірілген сипаттамалар авторлар жасаған технологиялардан алынған синтетикалық волластонитті қолдану жылу өткізгіштік және иілу беріктігі сияқты қасиеттерді жақсартуға мүмкіндік беретіндігін көрсетеді. Айта кету керек, ұсақталған синтетикалық волластонитті арматуралық компонент ретінде қолдану қалыпталған массаға икемділікті арттырады және қалыптылықты жақсартады[58-64]. Зерттеу нәтижелері алынған үлгілердің жылу және физика-механикалық сипаттамалары МЕСТ 6788-74 талаптарына сәйкес келетіндігін көрсетті. 7 суретте жылу

оқшаулағыш материал-совелит үлгілерінің электрондық микрографтары көрсетілген.



Сурет 7 - Жылу оқшаулағыш материал –совелиттің электронды микрографтары.

8 кесте - Совелит өнімдерінің сипаттамалары

Көрсеткіштер	Маркалық өнімдерге арналған стандарттар		Алынған өнімнің көрсеткіштері			
			табиғи		синтетикалық	
			воластонит: асбест			
			1:0	1:0	1:05	1:1
Үйме тығыздығы, кг/м³	350	400	390	395	393	392
Жылу өткізгіштігі, Вт/(м°C), 25±5	0.079	0.082	0.082	0.083	0.083	0.082
	125±5	0.091	0.094	0.094	0.095	0.095
Қысу кезіндегі беріктігі, МПа	0,20	0,20	0,22	0,27	0,25	0,24

Бөлім бойынша қорытындылар:

- Зерттеу нәтижелері полиметалл кендерінің доломит-барий қалдықтары доломиттік құрамдас бөлігінен жылу оқшаулағыш материал – совелит алу үшін, сондай – ақ оның байытылған бөлігінен металдарды алу үшін техногендік шикізат базасы бола алатындығы анықталды, яғни қалдықтарды пайдалы өнімдерге толығымен қайта өңдеуге болатындығы дәлелденді;

- Совелит өндіру кезінде пайда болатын доломит-барий хвосттарының карбонатты емес бөлігі түсті металдарды өндіру үшін шикізат базасы бола алады. Ресурс және энергия үнемдеу технологиясы бойынша алынған жылу оқшаулағыш материал – совелит заманауи талаптарға - жоғары құрылыс және техникалық қасиеттерге және түпкілікті өнімнің төмендетілген құнына жауап беретіні анықталды;

- Буды автоклавтау процесінде және пластикалық қалыптау әдісінде қолданған кезде магнезия мен доломит әк негізіндегі әк-құм қоспаларынан жеткілікті беріктік өнімдерін алуға болатындығы дәлелденді;

- 800°C температурада күйдіргеннен кейін MgO гидратацияның ең үлкен мәніне жететіні анықталды;

-Күйдірілген карбонат-барий қалдықтары (8-12%), электротермофосфор қождары (82-90%) немесе цемент зауыттарының электрофилтрлерінен (2-5%) ұсталатын шаң негізінде композициялық силикат массасының құрамы әзірленді;

- Композиттік силикат өнімдеріндегі тұтқыр зат CSH(B) гидросиликатымен ұсынылғаны анықталды: тоберморит және серпентин. Гидратация өнімдерінде кальций мен магнийдің талшықты және кристалды гидросиликаттарының бір мезгілде болуы, $R_k = 41-49$ МПа максималды беріктігі бар композициялық өнімдерге әкеледі;

- Техногендік қалдықтардың жаңа байланыстырғышына негізделген композиттік өнім әк негізіндегі автоклавты материалдардан айырмашылығы жоғары беріктігімен, аязға төзімділігімен және сульфатқа төзімділігімен сипатталады;

- Құмды электротермофосфор қожымен сәтті ауыстыруға болады, ал белсенді гидравликалық қоспа ретінде цемент зауыттарының электр сүзгілерінен алынған шаңды қолдануға болады;

2 ЗЕРТТЕУ ОБЪЕКТІЛЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ

2.1 Шикізат материалдары

Цемент. Тұтқыр ретінде екі өндіруші зауыттың портландцементі қолданылды:

- Стандартцемент ЖШС-нің ПЦ500Д0 қоспасыз портландцементі МЕСТ 10178.

- Шымкентцемент ЖШС-нің портландцементі ПЦ500Д0 қоспасыз.

МЕСТ 310.1-76; МЕСТ 310.3 – 76; МЕСТ 310.4-81; МЕСТ 310.5-88; МЕСТ 310.6-85 [61]; МЕСТ 30515-97 [62] және МЕСТ 10178-85 сәйкес анықталған портландцементтің физикалық-техникалық сипаттамалары 9-11 кестелерде келтірілген.

9 кесте - Портландцементтердің минералогиялық құрамы

Портландцементтердің түрлері	Минералогиялық құрамы, %			
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
ПЦ500Д0 Стандартцемент ЖШС	63,0	16,0	4,7	14,0
ПЦ500Д0 Шымкентцемент ЖШС	62±3	14±1	6,5±1	12±1

10 кесте - Портландцементтердің химиялық құрамы

Портландцементтердің түрлері	Оксидтер құрамы, %								
	SiO ₂	CaO	CaO/SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	CaO ₂	Al ₂ O ₃	SO ₃	R ₂ O
ПЦ500Д0 Стандартцемент ЖШС	22,1	65,65	-	1,28	4,53	0,16	4,67	0,38	0,73
ПЦ500Д0 Шымкентцемент ЖШС	-	-	2,9±0,2	1,5±0,15	-	0,2±0,1	-	0,7±0,2	0,75±0,25

11 кесте - Портландцементтердің физика-техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштер атауы	ПЦ500Д0 Стандартцемент ЖШС	ПЦ500Д0 Шымкентцемент ЖШС
Меншікті беттік ауданы, см ² /г	3093	2770
Қалыпты қоюлығы, %	25,6	29,0
Қату мерзімі, сағ-мин		
- басталуы	2-55	2-35
- аяқталуы	3-25	3-40

Су цемент қатынасы (С/Ц)	0,45	0,44
Қалыпты қатаудың 1 күнінен кейін тұтқыр заттың орташа беріктігі, МПа: - иілу кезінде - қысу кезінде	2,8 14,0	2,1 7,4
Бумен өндегеннен кейін тұтқыр заттың орташа беріктігі, МПа: - иілу кезінде - қысу кезінде	5,1 33,3	4,3 20,6
28 күндік қалыпты қатаю кезіндегі тұтқыр заттың орташа беріктігі, МПа: - иілу кезінде - қысу кезінде	6,1 51,8	6,4 45,4

Минералды толтырғыштар. Осы уақытқа дейін ҰҰЦ өндірісі құрамында кремний бар минералды толтырғыштарды қолданумен шектелді, сондықтан бақылау құрамы ретінде МЕСТ 8736-93 [63] талаптарын қанағаттандыратын кварц құмы қабылданды. Түйіршіктерінің ең үлкен мөлшері 0,315 мм. Құмның физикалық-техникалық қасиеттері 12 кестеде келтірілген.

12 кесте - Кварц құмының физика-техникалық қасиеттері

Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Көрсеткіштің мәні	
Ірілік модулі	-	2,9	
5...10 мм фракция мөлшері	%	1,9	
10...20 мм фракция мөлшері	%	0,3	
Фракция мөлшері	%	Жеке қалдық	Толық қалдық
2,5		22,9	22,9
1,25		14,3	37,2
0,63		15,6	52,8
0,315		35,5	88,3
0,14		11,4	99,7
< 0,14		0,3	-
Нағыз тығыздығы	г/см ³	2,65	
Үйме тығыздығы	г/см ³	1,6	
Кеуектілігі	%	39,6	
Шаң және саз бөлшектерінің құрамы	%	2,0	

Зерттеулерде толтырғыш ретінде электротермофосфор қожы қолданылды. Физика-техникалық және химиялық қасиеттері 13-14 кестелерде келтірілген

13 кесте - Электротермофосфор қождың физикалық-техникалық қасиеттері

Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Көрсеткіштің мәні	
		Электротермофосфор қожы	
Ірілік модулі	-	3,1	
5... 10 мм фракция құрамы	%	0,5	
10...20 мм фракция құрамы	%	0,2	
Фракциялық құрамы 2,5 1,25 0,63 0,315 0,16 <0,16	%	Жеке қалдық	Толық қалдық
		8,4	8,4
		24,05	32,45
		43,55	76,0
		18,25	94,25
		3,73	98,0
		2,02	-
Нағыз тығыздығы	г/см ³	2,75	
Үйме тығыздығы	г/см ³	1.23	
Кеуектілігі	%	55	
Меншікті беттік ауданы	см ² /г	30...60	
pH	-	10,2	

14 кесте - Электротермофосфор қождың химиялық құрамы

Қож атауы	Құрамы, %													
	SiO ₂	FeO	CaO	BaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	SO ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	F	MnO
Фосфор қожы	42,0	-	45,1	-	2,40	1,25	2,60	2,65	0,43	-	-	0,15	2,2	-

Қазақстанның Оңтүстік өңірлерінде кең таралған ірі тоннажды қалдықтардың бірі фосфор өндірісінің қождары болып табылады. Үйінділерде орналасқан түйіршіктелген электротермофосфор қожының көлемі шамамен 10-12 млн. тоннаны құрайды.

Электротермофосфор қожының негізгі бөлігі кремний (40-41%) және кальций (47-49%) оксидтерінен тұрады, сонымен қатар аз мөлшерде алюминий мен темір оксидтері бар. Бұл оксидтердің құрамы электротермофосфор қожына тұтқыр материалдарды алу үшін шикізат ретінде құнды қасиеттер береді.

Түйіршікті электротермофосфор қожының минералогиялық құрамы, %: шыны 85-90%, псевдоволластонит 10-15%.

Фосфор өндірісінің техногендік қалдықтары қоршаған ортаға мынадай теріс әсерлері бар:

- жер асты және жер үсті суларының ластануына әкеледі. Фторлы және фосфорлы қосылыстар, қалдықтар құрамындағы сульфаттар су объектілеріне үлкен қауіп төндіреді;

- жер ресурстарының жай-күйіне теріс әсер ету. Қазіргі уақытта фосфор өнеркәсібінің қалдықтары шамамен 200 га аумақты алып жатыр;

- сондай-ақ, атмосфералық ауаның ластануы. Фторлы және фосфорлы қосылыстар шаң мен газ түрінде таралатын ластану көзі болып табылады.

Қазіргі уақытта қолданылатын шикізат материалдарының экологиялық қауіпсіздігіне, атап айтқанда радиоактивтілікке байланысты зерттеулер бірінші орынға шығады. Сондықтан түйіршікті электротермофосфор қожы мен фосфогипстің негізгі компоненттері олардың негізінде тұтқыр зат алу үшін радийді, торийді және калийді анықтау үшін радиологиялық зерттеулерден өтті.

Оңтүстік Қазақстан облыстық санитариялық-эпидемиологиялық сараптама орталығының деректері бойынша электротермофосфор қождарындағы табиғи радионуклидтердің шоғырлануы НРБ-99 радиациялық қауіпсіздік нормаларына сәйкес рұқсат етілген талаптар шегінде болды. Электротермофосфор қожды радиациялық факторға шектеусіз құрылыста кез-келген түрде қолдануға болады. Зерттеулер гамма-спектрометриялық әдіс бойынша Прогресс Б-Г құралымен жүргізілді. Зерттеулер нәтижесі 15 кестеде көрсетілген.

15 кесте - Санитариялық-эпидемиологиялық сараптама орталығының нәтижесі

№	Үлгі атауы	Нақты белсенділік, Бк/кг			
		Ra-226	Th-232	K-40	Аэфф.
1	Майдаланған қожы	183	16	116	215± 27
2	Майдаланған қожы	182	15	116	214± 27
3	Майдаланған қожы	183	16	115	215± 27
4	Тұтқыр қамыр	15	4	6	22± 8
5	Тұтқыр қамыр	13	4	5	21± 8
6	Тұтқыр қамыр	15	3	7	22± 8
7	Тұтқырдан алынған бетон	33	16	287	80± 14
8	Тұтқырдан алынған бетон	32	16	285	79± 14
9	Тұтқырдан алынған бетон	34	15	287	80± 14

Зерттеу нәтижелері бойынша құрылыстың кез келген түрінде шектеусіз әзірленген құрамдардың минералды-қожды тұтқыр және бетондарын пайдалануға рұқсат беретін қорытынды алынды.

Сонымен қатар, электротермофосфор қожда (кальций мен магний фосфидтері), фтор, күкірт қосылыстарының қоспаларының болуы оның құрылыста қолданылуын шектейді, өйткені ылғалмен әрекеттескенде бұл қосылыстар гидролизденіп, улы секрециялар түзеді –фосфорлы сутегі (PH₃), күкіртті сутегі (H₂S) және фторлы сутегі (HF). Алматылық Ниистромпроект әзірлемелерімен электротермофосфорлы қожды ұнтақтау және кептіру сатысында залалсыздандыруға Павлодар болат өндірісінің әк және қож қоспаларымен қол жеткізуге болатындығы дәлелденді.

ТУ 6-36-0204229-625-90 сәйкес құрғақ өнімге есептегенде С3 белсенді заттың құрамы 69%- дан кем емес, күлділігі 38% – дан аспайды, рН (2,5% сулы ерітінді) 7-9, үйінді тығыздығы - 400-700 г/л құрайды.

Ұсақ агрегат-ауыр бетондарды дайындау үшін немесе 0,315-1,25 мм фракцияны себу үшін тұтқыр материалдардың белсенділігін бағалау кезінде Бадам кен орнының кварц құмы қолданылды. Табиғи күйдегі құмның қасиеттері 16 кестеде келтірілген.

16 кесте - Майда толтырғыштың физика-механикалық қасиеттері

№	Сипаттама атауы	Өлшем бірлігі	Сипаттаманың мәні
1	Үйме тығыздық	кг/м ³	1500...1600
2	Нағыз тығыздық	кг/м ³	2600...2700
3	Ірілік модулі	-	2,6...2,8
4	Шаң тәрізді, сазды бөлшектердің құрамы	%	3
5	Кеуектілік	%	38...45
6	Су қажеттілігі	%	6...8
7	Дәндерінің максималды мөлшері	мм	5
8	Фракция мөлшері (Ф): 5 ≥ Φ ≥ 2,5 2,5 ≥ Φ ≥ 1,25 1,25 ≥ Φ ≥ 0,63 0,63 ≥ Φ ≥ 0,315 0,315 ≥ Φ ≥ 0,14 0,14 ≥ Φ ≥ 0,063	%	16 20 21 24 15 4
9	Табиғи ылғалдылығы	%	6

Ірі толтырғыш-ауыр бетондарды дайындау үшін Бадам карьерінен жеткізілген 5-20 мм фракциялық қиыршық тас пайдаланылды. Оның физика-техникалық қасиеттері 17 кестеде келтірілген.

17 кесте - Қиыршық тастың физикалық-техникалық қасиеттері

№ р/с	Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Көрсеткіш мәні
1	Фракциялық мөлшері 5-тен кіші 5 < 10 10 < 20 20 < 40 > 40	%	7,0 31,6 61,0 0,4 -
2	Ұнтақталу маркасы	-	1000
3	Нағыз тығыздық	г/см ³	2,6
4	Үйме тығыздық	г/см ³	1,57
5	Шаң тәрізді, сазды бөлшектердің құрамы	%	0,5
6	Табиғи ылғалдылығы	%	0,8

Жұмыста бетон және ерітінді қоспаларын дайындау үшін МЕСТ 23732 [64] талаптарын қанағаттандыратын ағынды ауыз су пайдаланылды.

Қоспалар

Қоспалар. а) химиялық (суперпластификаторлар) - СЗ (ТУ 6-36-0204229-625-90) Полипласт ААҚ өндірген, ол суда оңай еритін қоңыр түсті ұнтақ болып табылады. СЗ анионактивті ББЗ санатына жатады және нафталин сульфоқышқылдарының формальдегидпен конденсациясы кезінде түзілетін олигомерлі және полимерлі қосылыстардың қоспасы болып табылады, содан кейін оларды сілтімен (NaOH) және техникалық лигносульфонаттармен бейтараптандырады.

Анықтама бойынша, ҰҰЦ-бұл беттік белсенді заттардың (ББЗ) қатысуымен минералды толтырғышпен портландцемент клинкерін бірлесіп ұнтақтау арқылы алынған композициялық гидравликалық байланыстырғыш.

Ұнтақтау-бұл цемент өндірудің қымбат кезеңдерінің бірі, сондықтан ең аз энергия шығынымен ұнтақтаудың қажетті ұнтақтығына қол жеткізетін оңтайлы жағдайларды табу қажет. Ребиндер теориясына сәйкес беттік белсенді заттарды енгізу, материалдарды ұнтақтау кезінде олардың дисперсиясына ықпал етеді [65-68]. Беттік-белсенді заттар материалды бұзуға көмектесіп қана қоймайды, сонымен қатар дисперсті күйді тұрақтандырады, өйткені бөлшектердің бетін жабу арқылы олар ұнтақ материалдардың бос энергиясын азайту арқылы оларды біріктіру мүмкіндігін азайтады [69].

Сондықтан ҰҰЦ-дегі ББЗ бірнеше функцияларды орындайды: біріншісі – ұнтақтауды күшейту, екіншісі – материалға белгілі бір технологиялық қасиеттер беру (судың төмен қажеттілігі, жақсартылған реологиялық қасиеттер, катаю кинетикасы және т.б.).

Қазіргі уақытта Ресейде ҰҰЦ өндірісінде қолданылатын беттік белсенді заттар, әдетте, ароматты сульфоқышқылдарға (меламин, нафталин, фенолформальдегид) негізделген сызықтық анионактивті беттік белсенді

заттар болып табылады, ең көп қолданылатыны - С3 суперпластификаторы [70-74].

Еуропада, неміс зерттеушілері ұнтақтауды күшейту үшін басқа сипаттағы қоспаларды – поликарбоксилаттарды қолдануды ұсынады [75], олар сонымен қатар ҰҰЦ-де жақсы беріктік береді.

Бірақ, Қазақстанда ҰҰЦ өндірісінде қолдану олардың үлкен шығынына, демек, түпкілікті өнімнің өзіндік құнының жоғары болуына байланысты шектеледі.

Берілген сападағы цементті алудың маңызды шарттарының бірі - бастапқы компоненттердің қажетті ылғалдылығы, олардың жиынтық мәні композицияның жалпы массасында 3 пайыздан аспауы керек [76], сондықтан беттік белсенді заттарды ұнтақ түрінде қолдану әдетке айналған.

Алайда, [77,78] жұмыстарында жоғары белсенділікке ие сұйық модификаторды қосу арқылы су қажеттілігі төмен тұтқыр өндіруге болатындығы көрсетілген.

Осылайша, ҰҰЦ қасиеттерін жақсартатын және МЕСТ 24211 [79], МЕСТ 25094 [80] және МЕСТ 24640 [81] талаптарын қанағаттандыратын кез келген суперпластификаторларды (сапа сертификаты бар) қолдануға рұқсат етіледі.

Минералды толтырғыш

ҰҰЦ-ті құрамында кремний бар минералды толтырғыштарды қолдану арқылы алады [82 - 87], олар өз кезегінде әк сіңіруге қатысты жоғары (ЖЭС күлі, электротермофосфор қождары және т.б.) және әлсіз белсенді (негізінен кварц құмдары) болып бөлінеді. Біріншісі, аз таралған және цемент зауыттары қоспасыз портландцементтерді сұйылту үшін қолданады (құрамында 20% - ға дейін минералды қоспалары бар ПЦ, 40% - ға дейін қожы бар шлактыпортландцементтер және т.б.). Сонымен қатар, күл мен токсиндердің ылғал сыйымдылығы жоғары және сәйкесінше портландцементтің белсенділігін төмендетеді және оның бетондағы шығынын едәуір арттырады.

Екіншісінің айтарлықтай кемшілігі бар: кварц құмдарының қаттылығы жоғары, бұл ұнтақтауға және ұнтақтау ұзақтығына, сондай-ақ ұнтақтау жабдықтарының тез тозуына ықпал етеді.

Сонымен қатар, Калашников В.И. көрсеткендей, ПЦ және кремнийлі суспензиялардағы пластификаторлардың тиімділігі басқа материалдарға қарағанда төмен.

Құрамында кремний бар толтырғыштардың жалпы кемшілігі, аморфты кремний диоксиді толтырғыштың портландцемент қатайған кезде бөлінетін әкпен әрекеттесуіне байланысты цемент байланыстырғыштың рН ортасының төмендеуі және сәйкесінше темірбетондағы арматураның коррозия қаупі және т. б.

Жоғарыда [30] карбонатты портландцементтің бұрыннан қолданылып келе жатқандығы атап өтілді. Әктас, толтырғыш ретінде бірқатар артықшылықтарға ие: қоспалардың су қажеттілігі мен стратификациясын төмендетуге, олардың суды сақтау қабілетін, икемділігі мен біркелкілігін арттыруға, бетондардың шөгуі мен жылу шығаруын азайтуға көмектеседі,

сонымен қатар олардың ауа-райына төзімділігін, су, аязға және қышқылға төзімділігін, теңіз суының агрессивті әсеріне төзімділігін жақсартады [88-91].

Сондықтан біз ҰҰЦ алу үшін құрамында карбонаты бар шикізатты (эктастар, доломиттер және олардың сорттары) және өнеркәсіптің техногендік қалдықтарын (электротермофосфор қожы) пайдалануға болады деп болжаймыз. Құрамында карбонаты бар шикізат Қазақстан Республикасында, атап айтқанда Жамбыл және Оңтүстік Қазақстан облыстарында кеңінен таралған. Эктастар құрамында кремний бар толтырғыштардан екі есе жұмсақ, беткі энергияның аздығына байланысты реологиялық белсенді және коррозиялық процестерге қауіп төндірмейді. Жамбыл, Оңтүстік Қазақстан және Ақмола облыстарында электротермофосфор қождарының орасан зор қоры бар. Сондықтан оларды ұсақ ұнтақталған цементтер өндірісінде қолдану аймақтардың экологиялық жағдайын жақсарта алады.

Карбонатты толтырғыштардың беріктігі жоғары бетондардағы рөлі аз зерттелгенін атап өту маңызды.

Эктастар негізінен кальциттен немесе организмдердің кальциттік қаңқа қалдықтарынан [92] тұратыны белгілі, олар қоршаған ортаның рН-на әсер етуі керек, әдетте оны көбейтеді. Цементке енгізілген кезде суға қатысты кем дегенде аз белсенділігі бар кез келген майда дисперсті бейорганикалық зат оның кристалдық қаңқасының маңызды элементі болатыны белгілі. Сондықтан ұнтақтау кезінде портландцементтің құрамына эктас енгізу оның қатаю кезіндегі химиялық белсенділігін едәуір арттырады деп болжауға болады.

- Минералды толтырғыш ретінде тығыз сланец қолданылды. Ол келесідей оксидтік химиялық құрамда кездеседі, % : SiO_2 -58.27; Al_2O_3 -15.48; Fe_2O_3 -11.74; MgO -3.26; TiO_2 - 0.85; K_2O -2.95; Na_2O -1.65; шығындар – 5.8.

- Қоспа ретінде Тараз Литейно металлургиялық зауытының қолдығы да қолданылды. Оның оксидтік химиялық құрамы келесідей, %: Mn_3O_4 - 6,64; SiO_2 – 42,68; Al_2O_3 -12,37; CaO -30,07; MgO -0,66; Fe_2O_3 – 0,53; P_2O_5 - 0,07; шығындар -6,98.

2.2 Зерттеу әдістері

Ұсақ ұнтақталған цементтер негізінде бетондардың физика-механикалық қасиеттерін анықтау үшін эксперименттік жұмыстарды жүргізу кезінде мынадай сынақ әдістері пайдаланылды:

- Тұтқыр материалдардың меншікті беті беті ПСХ-12 құрылғысында анықталды. Құрылғының әрекеті ұнтақ материалдарының меншікті бетін Козеини-карман әдісімен-ұнтақтың тығыздалған қабатының ауа өткізу және кеуектілігі және оған сәйкес келетін бөлшектердің орташа массалық өлшемдері бойынша өлшеуге негізделген.

-Бетонның орташа тығыздығы МЕСТ 12730.0 – 78-МЕСТ 12730.4-78 әдістеріне сәйкес 10x10x10 см үлгілерде анықталды.

- Конустың шөгуі МЕСТ 57809 - 2017 бойынша анықталды бетон қоспасын сынау.

-Бетонның қысу беріктігі ПГМ-500МГ4 престерінде МЕСТ 10180-90 және МЕСТ 18105-86 әдістеріне сәйкес анықталды.

Цемент сынағының реологиялық қабілеті әдістемеге сәйкес шағын цилиндрдің (RTC) (диаметрі $d=10$ мм және биіктігі $H=40$ мм өзгертілген Суттард вискозиметрі) диффузиясы бойынша бағаланды [105].

Цемент сынағы үшін реологиялық қабілеттіліктің жоғарылауы ΔP формула бойынша есептелді:

$$\Delta P = \frac{P_{Цн}}{P_{Цс.а.}}$$

мұндағы: ΔP - миницилиндрдің жайылу мөлшері; $P_{Цн}$ -портландцементтен жасалған цемент қамырының жайылу мөлшері; $P_{Цс.а.}$ –су қажеттілігі аз цементтен жасалған цемент қамыры.

Шекті ығысу кернеуінің шамасы τ_0 формула бойынша анықталды:

$$\tau_0 = \frac{hd^2\rho}{kD^2}$$

мұндағы τ_0 – цемент қамырының шекті ығысу кернеуі, Па;

h и d – тиісінше мини цилиндрлердің биіктігі мен диаметрі;

ρ – цемент қамырының тығыздығы, кг / м³;

k – вископластикалық денелердегі кернеулердің қайта бөлінуін ескеретін коэффициент, ол 2-ге тең;

D – цемент қамырының диффузиялық диаметрі, м.

Цемент қамырының тығыздығын анықтау үшін 10 см³ өлшемді цилиндр қолданылды. Цилиндр өлшенеді және 10 см³ белгісіне дейін үш қабатта цемент қамырымен толтырылады. Әр қабатты төсегеннен кейін цемент қамыры бар цилиндр шайқалып, қатты негізге соғылады. Әрі қарай, цемент қамыры бар цилиндр қайтадан өлшенеді. Тығыздығы келесі формула бойынша анықталды:

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

мұндағы m_2 - цемент қамыры бар өлшеуіш цилиндрдің массасы, г; m_1 - цемент қамыры жоқ өлшеуіш цилиндрдің массасы, г; V - өлшеу цилиндрінің сыйымдылығы, см³.

Цемент қамырының қалыпты қоюлығы мен қату мерзімі МЕСТ 310.3 бойынша анықталды.

Цемент қамырындағы су қажеттілігінің төмендеуі (МЕСТ 310.3) келесі формуламен анықталды:

$$\Delta H\Gamma_{\partial} = \frac{H\Gamma_n - H\Gamma_{с.а.}}{H\Gamma_n} * 100\%$$

мұндағы $НГ_n$ – портландцементтің қалыпты қоюлығы; $НГ_{с.а.}$ - ҰҰЦ қалыпты қоюлығы.

Цемент-құм ерітіндісіндегі су қажеттілігінің төмендеуі (МЕСТ 310.4) келесі формуламен анықталды:

$$\Delta C_0 = \frac{(C/Q)_n - (C/Q)_{с.а.}}{(C/Q)_n} * 100\%$$

мұндағы $(C/Q)_n$ және $(C/Q)_{с.а.}$ – сәйкесінше портландцемент пен оның негізіндегі су қажеттілігі төмен цементтің су-цемент қатынастары.

Бетон қоспасының ауа өткізгіштігі 1 л цилиндр өлшегішінің көмегімен жүзеге асырылды. Аспап Бойль-Мариотт заңы негізінде әрекет етеді [93].

Бетон қоспасының тығыздығы МЕСТ 10181-2000 [94] сәйкес анықталды.

Бетон қоспасының су бөлінуі МЕСТ 10181-2000 сәйкес келесі формула бойынша анықталды:

$$P_c = \frac{m_c}{\rho_c * V_{б.а.}} * 100$$

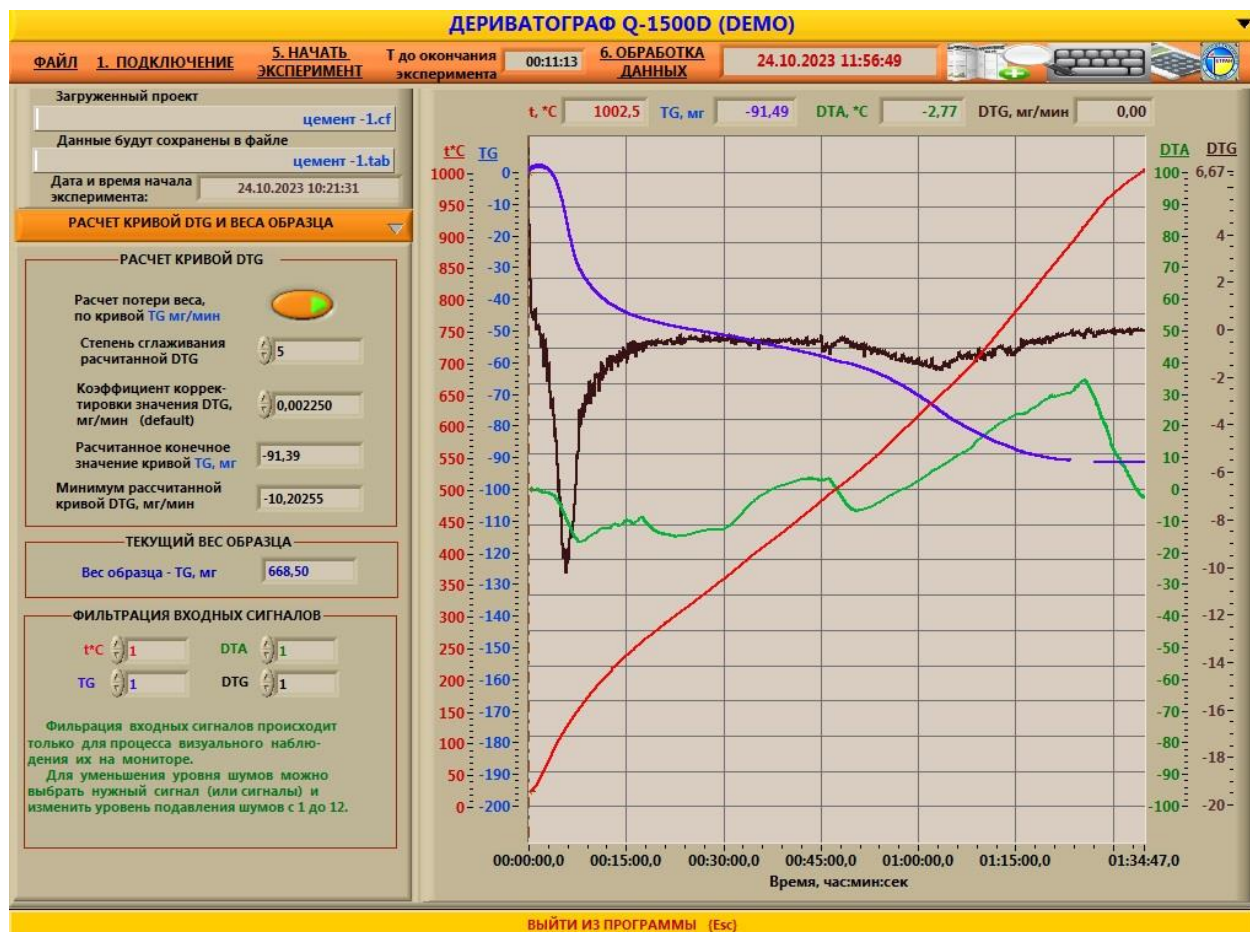
мұндағы m_c - бетон қоспасынан бөлінген судың массасы 1,5 сағ, г;

ρ_c - судың тығыздығы 1 г/см³-ге тең ;

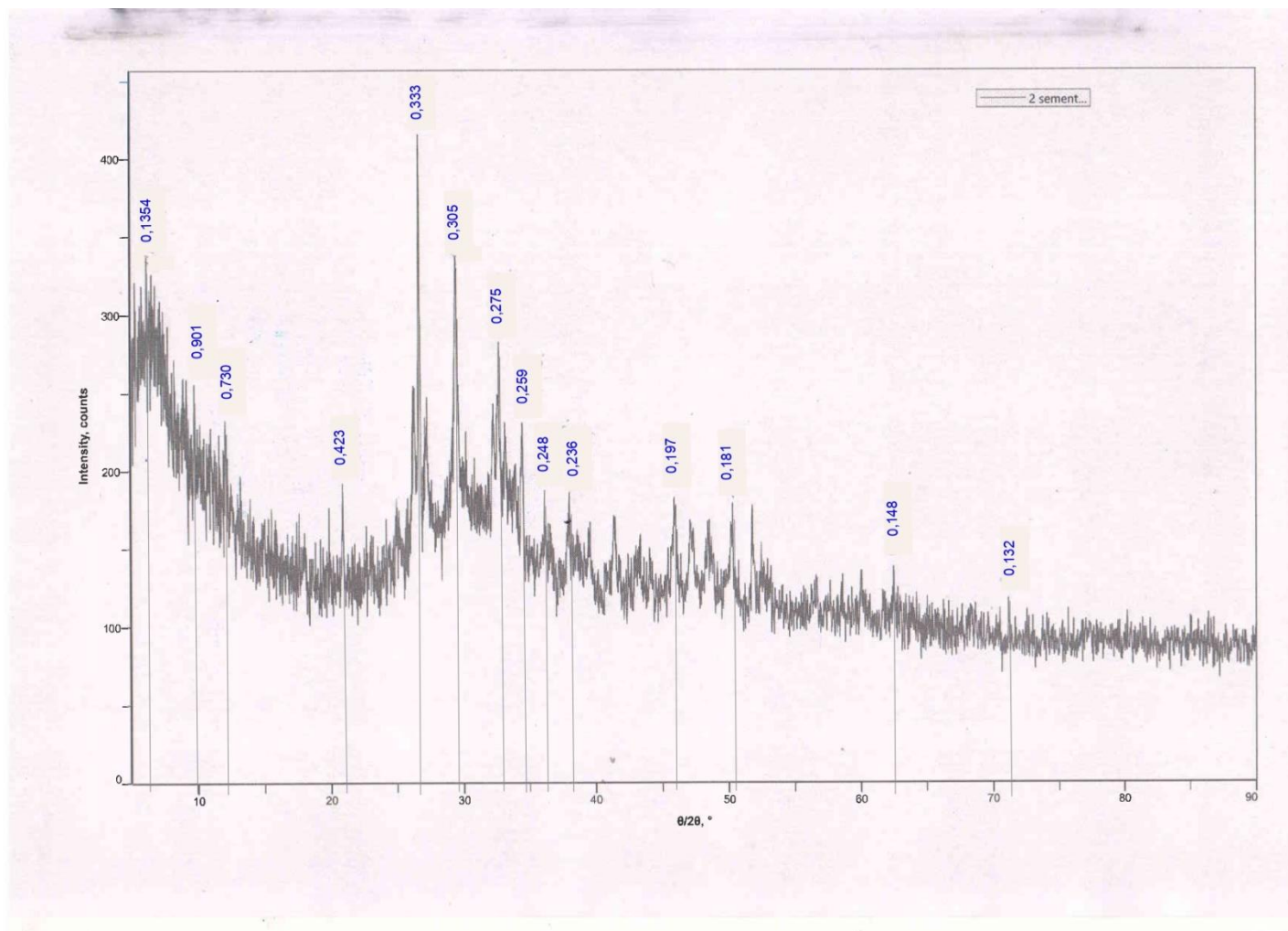
$V_{б.а.}$ - тығыздалған бетон қоспасының көлемі, см³.

Бетон қоспасының қозғалғыштығының сақталуы оның конус шөгуінің бастапқы мәнінен 22-24 см-ден соңғы 4-5 см-ге дейін өзгеру уақытына қарай бағаланды.

Рентгендік фазалық талдауға цемент тасының үлгісін алу үшін ұсақ ұнтақталған цементтердің гидратациялық және қатайту процестерінің ерекшеліктері үлгілер келесідей жасалды. Қалыпты тығыздықтағы қамыр гомогенизацияланған тұтқыр материалдан дайындалып, қалыпқа құйылды. Қамырды тығыздау үшін толтырылған қалып үстелдің шетіне бірнеше рет ұрады. Артық қамыр болат пластинаның көмегімен алынып тасталады, үлгіні сәл тегістейді, содан кейін қақпақпен мұқият жабылады және ол тығыз бекітіледі. Белгіленген қатаю мерзімі өткеннен кейін үлгіні қалыптан абайлап алады және дереу рентгендік құрылымдық талдау жүргізеді. Ұсынылған талдау әдісі дәстүрлі әдіспен салыстырғанда тұтқырларды қатайту өнімдерінің кристалдарын тұтастықта ұстаудың артықшылығы бар және рефлексстердің күшті қарқындылығымен айқынырақ рентгенографияны алуға мүмкіндік береді. ҰҰЦ-тің дифференциалды термиялық, рентгенді фазалық және микроскопиялық талдаулары 8-10 суреттерде көрсетілген.



Сурет 8– Фосфор қожы негізіндегі ҰҰЦ-50 -тің термогравиметриялық қисықтары



Сурет 9 - Фосфор қожы негізіндегі ҰҰЦ-50 -тің рентгендік фазалық талдауы

Үлгілердің рентгендік фазалық талдауы Cu-сәулеленуі бар Miniflex 600 (Жапония) дифрактометрінде жүргізілді. Дифрактограммаларды түсіру шарттары: $U=35\text{kV}$; $I=20\text{ mA}$; масштаб: 2000 uti; 2θ - 2θ түсіру; детектор 2 градус/мин.

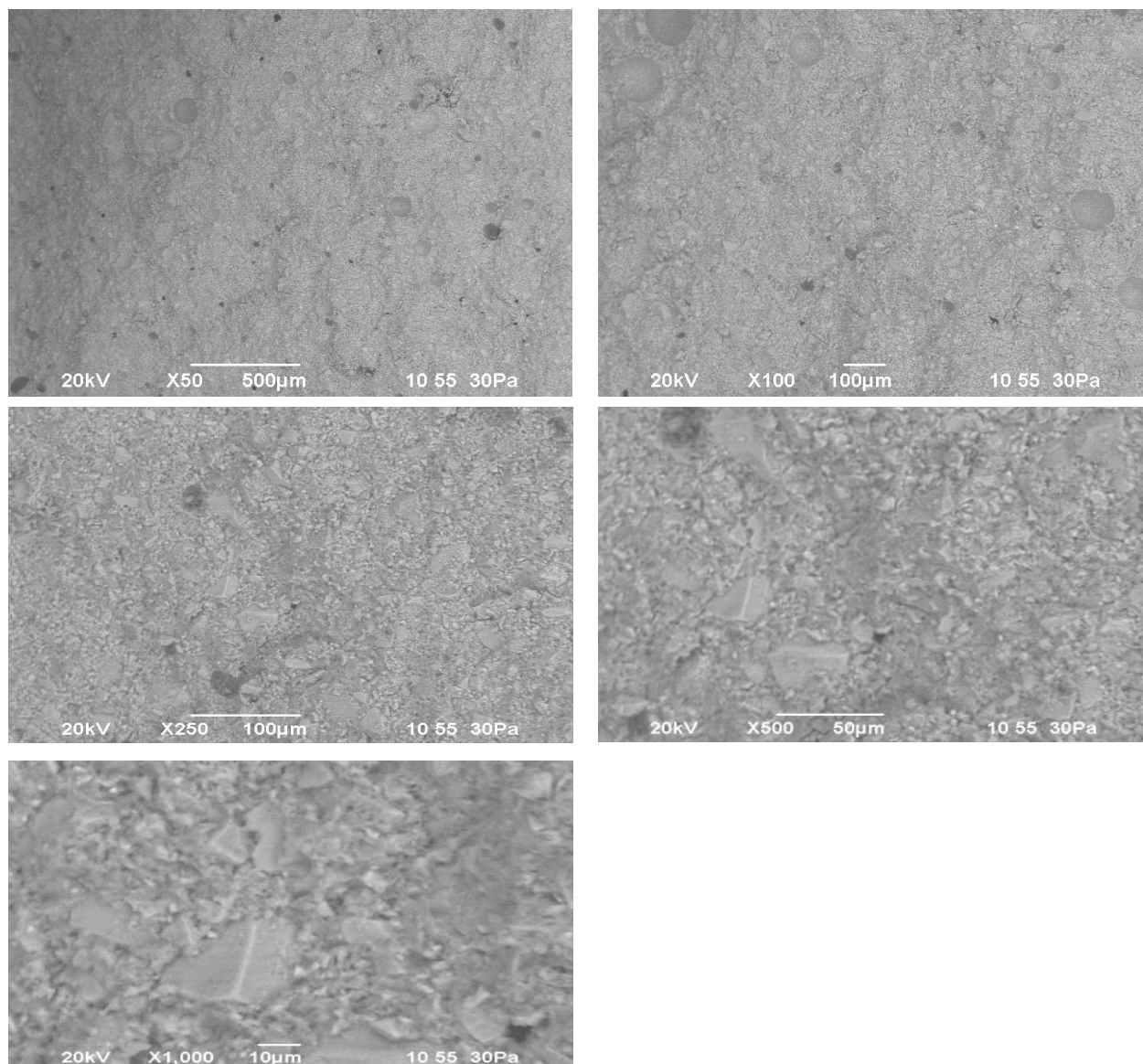
Дифрактограммаларды түсіндіру ASTM Powder diffraction file картотекасының көмегімен жүргізілді.

Үлгілерді зерттеу нәтижелерін талдағаннан кейін келесі қорытындылар жасауға болады: барлық үлгілердің сапалық фазалық құрамы бірдей және келесі минералдармен ұсынылған:

Алит C_3S ($\frac{d}{n} = 0,303\text{ \AA}$; $\frac{d}{n} = 0,260\text{ \AA}$; $\frac{d}{n} = 0,148\text{ \AA}$)

Белит C_2S ($\frac{d}{n} = 0,333\text{ \AA}$; $\frac{d}{n} = 0,197\text{ \AA}$; $\frac{d}{n} = 0,176\text{ \AA}$; $\frac{d}{n} = 0,148\text{ \AA}$)

Үш кальцийлі алюминат C_3A ($\frac{d}{n} = 0,277\text{ \AA}$; $\frac{d}{n} = 0,236\text{ \AA}$; $\frac{d}{n} = 0,148\text{ \AA}$)



Сурет 10 - Фосфор қожы негізіндегі ҰҰЦ-50 -тің микроскопиялық зерттеу нәтижесі

С3 суперпластификатор қоспасындағы тұтқыр заттардың белсенділігі жоғарылайтынын ескере отырып, цемент пен ҰҰЦ белсенділігі арасында олардың гидратация дәрежесі әрдайым тікелей байланысты бола бермейді деп айтуға болады. Әлбетте, бұл ереже дәлелдемелерді одан әрі зерттеуді қажет етеді. С3 суперпластификаторының қатысуымен тұтқыр заттардың гидратация дәрежесінің төмендеуін судың азаюымен және олардың құрамындағы клинкер бөлігінің азаюымен, сондай-ақ тұтқыр дәндердің белсенді бетіндегі суперпластификатордың адсорбциясымен түсіндіруге болады.

3 ӨНЕРКӘСІПТІҢ ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, ҰСАҚ ҰНТАҚТАЛҒАН ЦЕМЕНТТЕРДІ АЛУ ҚҰРАМДАРЫ МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

3.1 Ұнтақтау жабдықтарын таңдау

Ұнтақтаудың физика-химиясын қарастыра отырып, минералды құрылыс материалдарын ұнтақтау саласындағы танымал маман Г. С. Ходаковтың сөзін келтірген жөн. Ұсақ ұнтақталған материалдардың физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруін бөлшектердің механикалық ұнтақтау кезінде ұнтақтық мөлшерін азайту арқылы олардың беткі қабаттарының кристалдық құрылымында айтарлықтай өзгерістер болады (түйіршіктерінің орташа майдалылығы 15-20 мкм) [95]. Көптеген жағдайларда ұсақ ұнтақтардың технологиялық қасиеттері дисперсияға емес, құрылымның бұзылуына да байланысты. Ұсақ ұнтақтардың қатысуымен гетерогенді химиялық процестердің жылдамдығы, негізінен, олардың беткі қабатының шамасында, әдеттегідей, кристалдық құрылымның бұзылуы мен аморфизация нәтижесінде активтену энергиясының төмендеуімен анықталады.

Алайда, шын мәнінде, белгілі бір қондырғыдағы кез-келген материалды ұнтақтау тиімділігін бағалау-бұл нақты ұнтақтық майдалылығы және оған жету үшін энергия шығыны.

Су қажеттілігі төмен бар цементтерді өндіру процесінің негізгі факторы ұнтақтау болып табылады, ол ұнтақтау қабілетімен сипатталады.

Зерттеуге арналған ұнтақтау жабдықтары алынған ҰҰЦ – 50 ұнтақтау нәтижелерінің негізінде таңдалды. Ұнтақтау қабілеттілігі ұнтақтау әдісімен ерекшеленетін зертханалық диірмендердің төрт түрінде зерттелді: тозу және соққы-гравитациялық ұнтақтау бар шар, діріл-шар абразивті және соққы-діріл ұнтақтау, серіппелі тозу және жару-ұсақтау, орталықтан тепкіш-планетарлық Активатор – 4М диірмені соққы – ұсақтау арқылы.

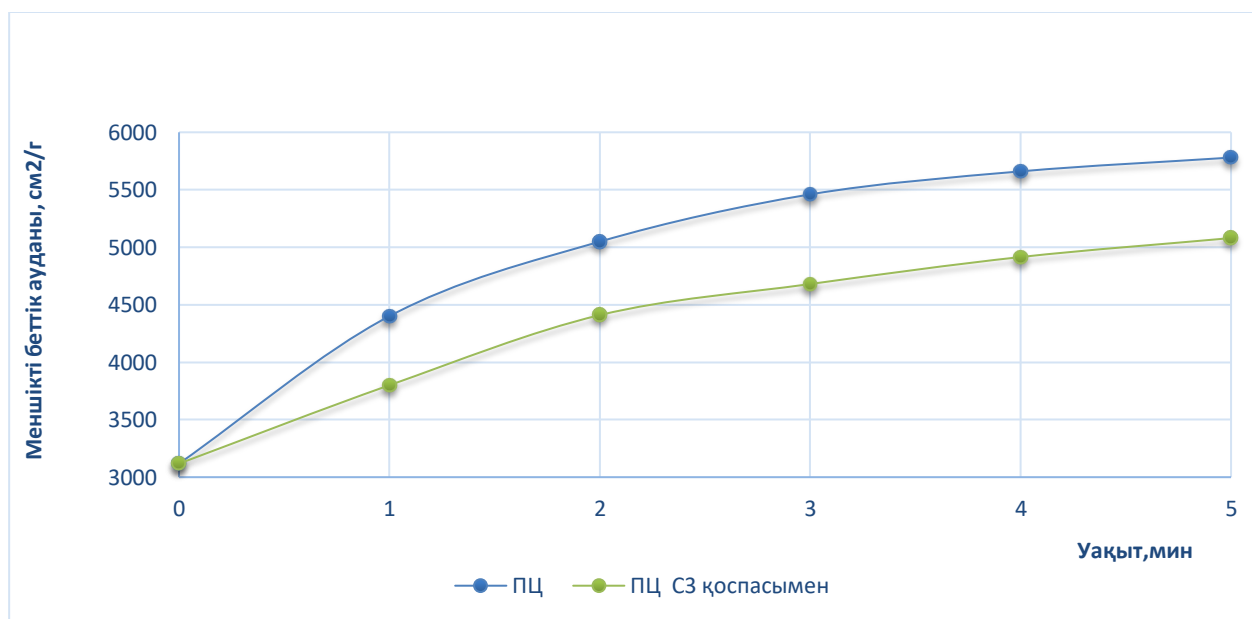
Ұнтақтау критерийі портландцементтің меншікті беті ($S_{мб}$) және оған жету уақыты қабылданды. Дәлірек айтқанда, эксперименттің мәні бойынша тәуелділіктің кинетикалық қисықтары алынды. Диірмендердің техникалық сипаттамалары 18 кестеде келтірілген.

18 кесте - Диірмендердің техникалық сипаттамалары

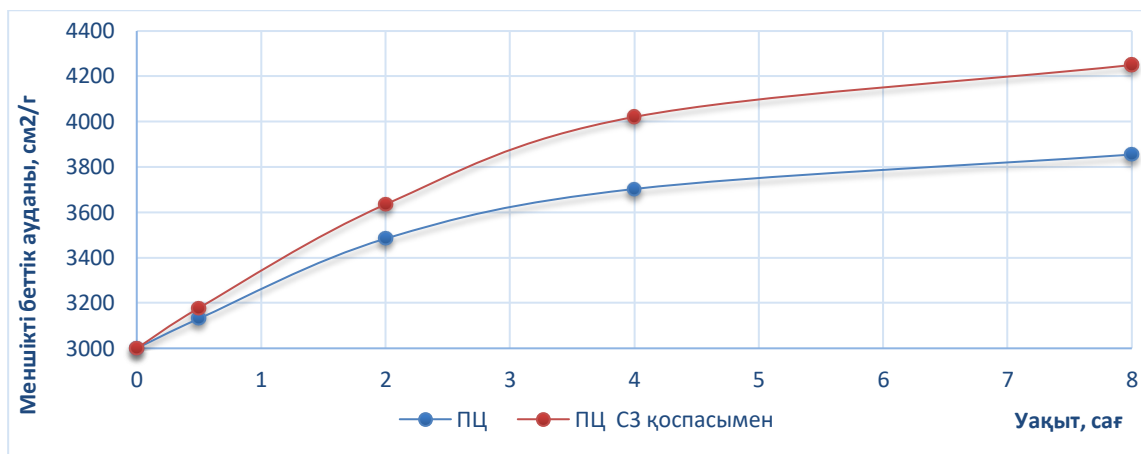
Көрсеткіш атауы	Диірмен түрі			
	Серіппелі	Вибрациалы Консит	Шарлы	Центрифугалық планетарлық диірмен
1	2	3	4	5
Қозғалтқыш қуаты, кВт	1,5	0,55	0,25	15
Диірмен	4,1	5	9,4	1300(x4)

камерасының көлемі, л				
Майдалайтын денелердің массасы (шарлар), кг	-	10-14	15-20	0,6 - 2,0
Майдалайтын денелердің диаметрі (мм) %	-	10 – 20 % 12 – 60 % 14 – 20 %	10 – 20 % 12 – 60 % 14 – 20 %	5 – 20% 10 – 60% 15 – 20%
Ұнтақталатын материалдың массасы, кг:				
- max	0,5	1,8	4,0	0,4
- min	0,1	0,7	1,0	0,05

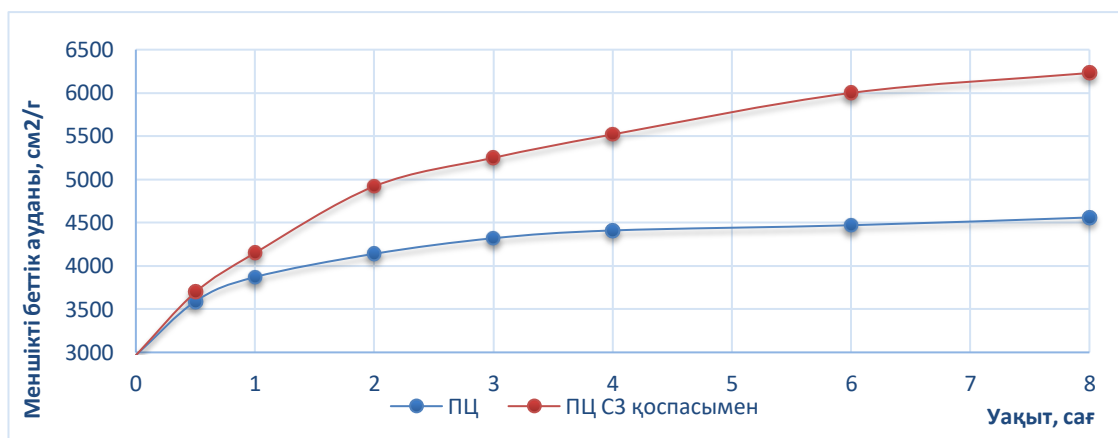
С3 суперпластификаторы бар портландцементтің (ПЦ), электротермофосфорлы қож бен ұнтақталу қабілеті 11-15 суреттерде келтірілген.



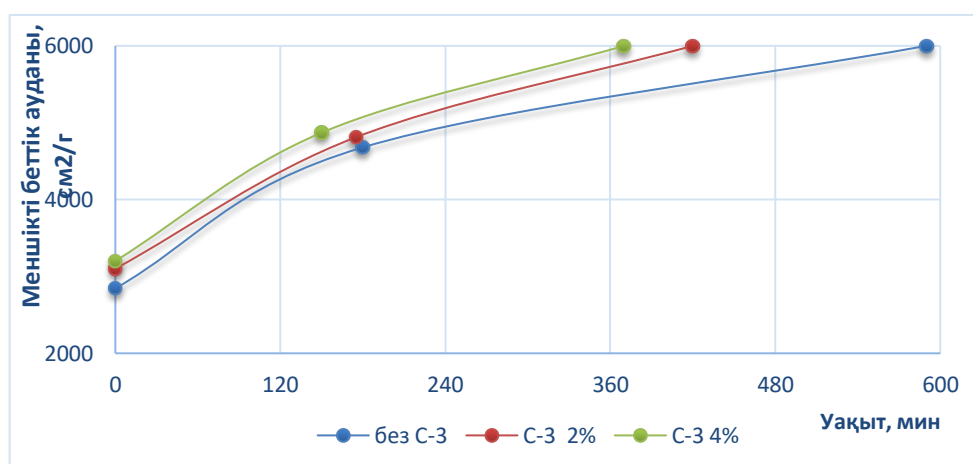
Сурет 11 - Серіппелі диірмендегі С3 (цемент салмағының 2%) суперпластификаторы бар портландцементтің ұнтақталуы



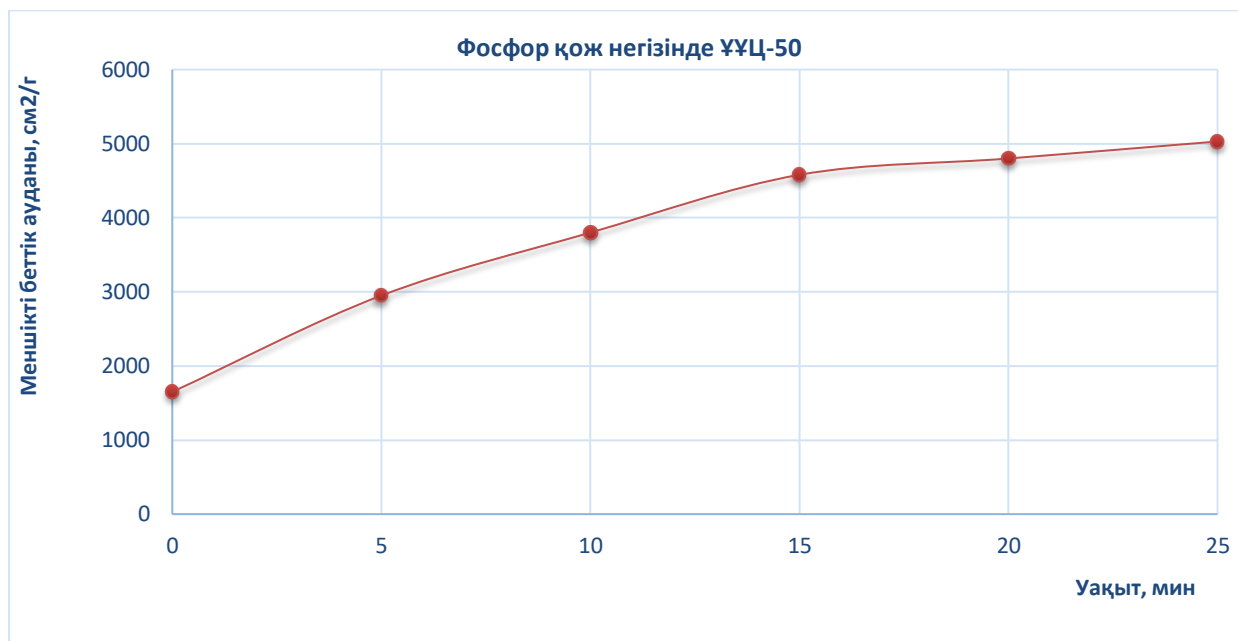
Сурет 12 - Шарлы диірменіндегі С3 (цемент салмағының 2%) суперпластификаторы бар портландцементтің ұнтақталуы



Сурет 13 - Дірілдейтін шар диірменіндегі С3 (цемент салмағының 2%) суперпластификаторы бар портландцементтің ұнтақталуы



Сурет 14 - Активатордағы С3 (цемент салмағының 2%) суперпластификаторы бар портландцементтің ұнтақталуы



Сурет 15 - Токсиндері бар ҰҰЦ-50 ұнтақтау қабілеті

Қисықтардан көрініп тұрғандай (3.1-3.5 – сурет) ұсақтау қисықтарының сипатына тән-меншікті беттің өсуімен жылдамдықтың баяулауы немесе бөлшектердің дисперсия дәрежесі көрсетілген. СЗ қатысуымен ұнтақтау қабілеті едәуір жоғарылайды.

Ұнтақтау тиімділігін сандық бағалау үшін біз келесі өлшемдерді енгіздік:

1) Ұнтақтау коэффициенті:

$$K_p = (S_2 - S_1) / \Delta t \text{ (м}^2 \text{ / кг*мин)},$$

мұндағы: Δt (мин) уақыт ішінде ұсақтауға дейін және кейін S_1 және S_2 – материалдың меншікті беті ($\text{м}^2 / \text{кг}$);

2) материалдың меншікті бетінің өсуіне жұмсалатын энергия шығыны $\Delta S = 100 \text{ м}^2 / \text{кг}$

$$\Theta = N * \Delta t / (\Delta S * 10^{-2}) \text{ (кВт* час*кг/м}^2\text{)}$$

3) $K_{ББЗ}$ ұнтақтау кезіндегі баз тиімділігінің коэффициенті:

$$K_{ББЗ} = K_{РББЗ} / K_{Р0}$$

Белгілі бір энергия шығыны, ұнтақтау коэффициенті және ұнтақтау уақыты серіппелі, активатор, дірілдейтін шар, шар тәрізді диірмендерде өсетінін көруге болады. Содан кейін ұнтақтау кезінде беттік белсенді заттардың тиімділік коэффициенті жоғарылайды. Серіппелі диірменде беттік белсенді зат ұнтақтау интенсиваторы болып табылмайды, керісінше оны баяулатады. Себебі серіппелі диірмендегі басқа ұнтақтау механизмінде, беттік энергия беріктікке қарағанда аз әсер етеді (ұсақтау механизмі).

Жалпы СЗ суперпластификаторы ұнтақтау процесін 1,5-тен 2 есеге дейін жылдамдатады, энергия шығынын 40-90% төмендетеді.

19 кесте - Портландцементтің ұнтақталуының есептік критерийлері

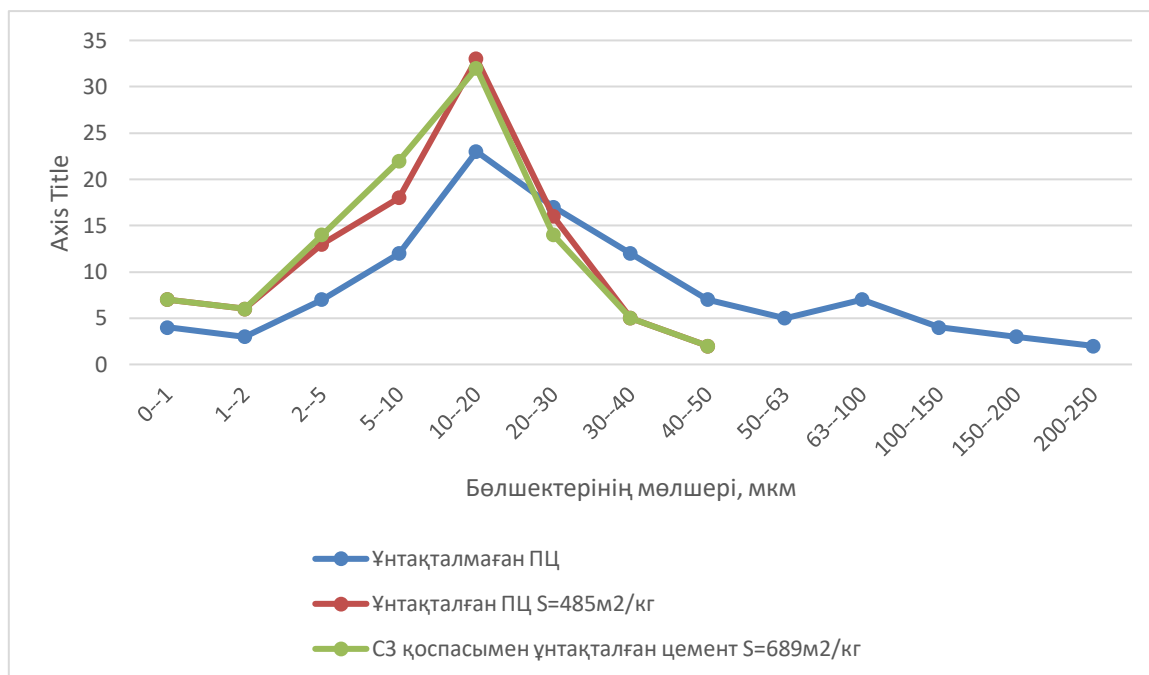
№ р/с	Көрсеткіштер	Диірмен түрі							
		Шарлы		Консит		Активатор		Серіппелі	
		қосп асыз	С-3 2%	қосп асыз	С-3 2%	қоспа сыз	С-3 2%	қосп асыз	С-3 2%
1	Меншікті беттік ауданы $\text{м}^2/\text{кг}$ - бастапқы S_1 - есептік S_2	320 380	320 425	320 460	320 600	280 600	300 600	320 500	320 600
2	Майдалау уақыты Δt , мин S_2	480	480	480	360	6	4	2	5
3	Майдалану коэффициенті $K_p(\text{м}^2/\text{кг} \cdot \text{мин})$	0,125	0,218	0,29	0,78	53,3	75	90	56
4	Энергия шығыны ($S = 100 \text{ м}^2/\text{кг}$) $\text{кВт} \cdot \text{сағ} \cdot \text{кг}/\text{м}^2$	6,66	3,8	3,14	1,17	0,467	0,33	0,028	0,043
5	Ұнтақтау кезінде ББЗ тиімділік коэффициенті $K_{\text{ББЗ}}$	1,74	2,69	1,4	0,62				

Осылайша, одан әрі зерттеу үшін өнеркәсіптік аналогтары бар келесі диірмендер таңдалды: діріл-шар және планетарлық - центрифугалық.

3.2 Ұнтақтау тиімділігі.

Ұнтақтардың меншікті беті барлық жерде қолданылғанымен, олардың дисперсиясының интегралды, дәлірек айтсақ, орташа сипаттамасы болып табылады. Сандық гранулометриялық композиция немесе дисперсті композиция тұтқыр заттар үшін әлдеқайда ақпараттық және маңызды болып көрінеді, бұл ұнтақтың технологиялық сипаттамаларына, сондай-ақ иемделген тұтқыр заттың, атап айтқанда цемент тастың қасиеттеріне әсер етеді. Сондықтан ПЦ және оның модификациялаушы компоненттерін (кварц құмы - бақылау құрамы, әктас және т.б.) ұнтақтаудың тиімділігін дәл дисперсті құрамы – бөлшектердің мөлшері бойынша таралуы (БМТ) бойынша бағалаған жөн. Материалдарды ұнтақтау Консит діріл-шар диірменінде жүргізілді.

Төменде, 16 суретте ұнтақталмаған бастапқы портландцементтің және құрғақ ұнтақталған және С3 суперпластификаторы қосылған цементтердің көрсеткіштері шамамен $S_{мб}=700 \text{ м}^2/\text{кг}$ жеткен.



Сурет 16 - Бастапқы және бөлшектердің таралуы көлемі бойынша ұнтақталған портландцемент

Көріп отырғанымыздай бастапқы цемент бөлшектерінің гранулометриялық құрамы ($320 \text{ м}^2/\text{кг}$) 10-20 мкм және 63-100 мкм аралықтарында максимумдары бар бимодальды таралу сипатына ие. Бұл жағдайда қисықтың оң жақ тармағы 200-250 мкм-ге дейін созылады. 1% С3 суперпластификатормен және таза ПЦ ұнтақтау негізгі максимумның биіктігін (10-20 мкм диапазоны) сәйкесінше 29%-дан 34-ке дейін арттырады, бұл ретте С3 суперпластификаторы ұнтақтау кезіндегі бүкіл диапазонда рөлі шамалы. Екі нұсқада да ұнтақтау барлық фракциялардың үлесін 10-20 мкм-ден 10-15% - ға арттырады, бұл цемент байланыстырғыштың жоғары жылдамдығы мен ылғалдандыру тереңдігіне әкелуі керек. Бастапқы, ұнтақталған құрғақ және С3 суперпластификаторының бөлшектерінің орташа геометриялық мөлшері сәйкесінше 17,3 мкм; 7,8 мкм және 8,5 мкм.

Ұнтақталған құмның БМТ қисықтарының сипаты 10...20 мкм (25%) аралығындағы максимумдармен бимодальды болып табылады және

2...5 мкм (17,5%). 2...20 мкм орташа бөлшектердің жалпы үлесі 58%, ұсақ ($< 2 \text{ мкм}$) – 25%, ірі ($> 20 \text{ мкм}$) – 17% жетеді. Құмды С3-суперпластификаторыменен ұнтақтау кезінде енгізу қисықтың ұсақ (28%) және орташа бөлшектерге (70%) ауысуына әкеледі, 20-30 мкм-ден жоғары фракциялар жоғалады. Бұл жағдайда бөлшектердің мөлшері айтарлықтай төмендеді (2% дейін).

Егер біз ұнтақталған ПЦ пен кварц құмының БМТ қисықтарын салыстыратын болсақ, олар ұнтақталған құмның орташа геометриялық өлшемдерімен ғана емес (4.13 мкм және 6.20 мкм), сонымен қатар соңғы бөлшектердің 30-40 және 40-50 мкм болмауымен және жалпы алғанда суперпластификатордың үлкен әсерімен ерекшеленеді.

Эктастың БМТ сипаты бимодальды қисықпен де сипатталады, бірақ оның ерекшелігі-10-20 мкм аралықта шағын максимумда. 2-5 мкм аралықтың айқын максимумы басым – 22%, бірақ 0-2 мкм ұсақ бөлшектердің үлесі де үлкен-33%. Орташа алғанда, олардың 2-20 мкм аралығындағы бөлшектермен қатынасы дәл 1:1 қатынаста. С3 суперпластификатор қоспасымен ұнтақтау ұсақ бөлшектердің үлесін (5 мкм-ге дейін) 65% арттырады, үлкен және орташа үлесі азаяды. Олардың ішінен портландцементтің БМТ толтырғыштардан айтарлықтай ерекшеленеді (шамамен $S_{мб}=700 \text{ м}^2/\text{кг}$ тең болған кезде). Фракцияның үстемдігі 10-20 мкм (шамамен 35%), оңға және солға симметриялы түрде өзгереді. Карбонаттардың (мәрмәр мен эктастың) БМТ қисықтары кішірек фракцияларға қарай жылжиды және фракцияның 2-5 мкм максимумдарымен (24 және 22%) ерекшеленеді. Ұсақ бөлшектердің салыстырмалы түрде жоғары мөлшері: 1-2 және 0-1 мкм (16-20%) шамасында. ПЦ ұнтақтары мен толтырғыштарды біріктіру кезінде БМТ-дағы мұндай айырмашылық оң топологиялық аспектке ие. Соңғысының бөлшектері ПЦ бөлшектері арасындағы көлемдік бос орындарды толтырады, олардың жалпы қаптамасының тығыздығын арттырады. Алайда, портландцементті бірге ұнтақтау кезінде дисперсті график басқаша болуы мүмкін, өйткені ұнтақтау шарттары басқаша болады.

Алынған қисықтардың негізгі тұжырымдарының бірі фосфор қож негізінде ҰҰЦ дайындау кезінде портландцемент пен эктас бөлшектерінің таралу диапазондары іс жүзінде қиылыспайды. Портландцемент бөлшектерінің ең көп саны 10-20 мкм диапазонында, ал эктас 2-5 мкм диапазонында. Демек, олардың қоспасының қаптамасы, ұнтақталған құм бөлшектерінің диапазоны 2.20 мкм болатын кварц құмына негізделген ҰҰЦ-тен жоғары болады, бұл портландцемент бөлшектерінің таралуына өте ұқсас.

Бөлшектердің қаптамасы бетонның тығыздығын және соның негізінде оның беріктігін анықтайды, бұл ҰҰЦ композицияларын алу кезінде ескеру қажет.

3.3 Меншікті беттің ұсақ ұнтақталған цементтердің белсенділігіне әсері

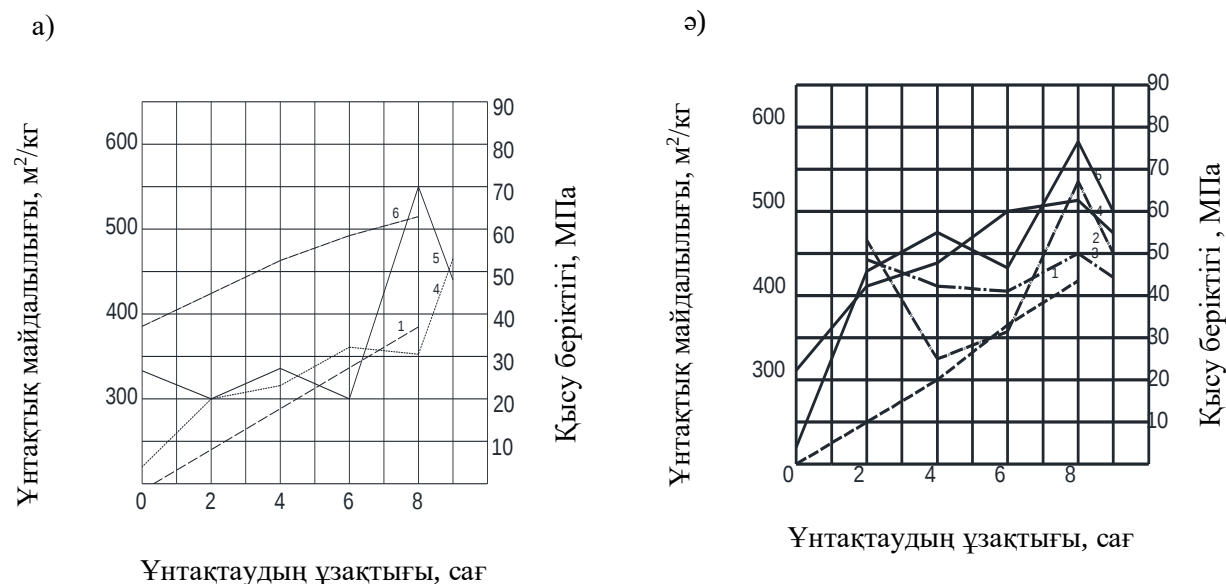
Құрамында қож мөлшері жоғары цементтер (ҰҰЦ-30) бастапқы катаю кезеңінде белсенділігі төмен болуымен сипатталады, алайда гидротермиялық өңдеу жағдайында С3 суперпластификаторымен де, онсыз да белсенділігі артады. Ұнтақтау тоннасының меншікті бетіне $350 \text{ м}^2/\text{кг}$ дейін ұлғаюымен С3 суперпластификаторын қосқанда бұмен өңделген үлгілердің белсенділігі 70 МПа жетеді. Қалыпты жағдайда қатқан 28 тәуліктен кейінгі С3 суперпластификаторы бар үлгілердің беріктігі 60 - 62 МПа тең болды.

Тұтқыр құрамдағы қождың азаюымен оның белсенділігі аз дәрежеде ұнтақтық дәрежесіне байланысты болады. ҰҰЦ -50 бастапқы беріктігі ҰҰЦ -30 сияқты төмен, бірақ катаю мерзімінің ұлғаюымен ҰҰЦ -50 жоғары беріктікке ие

болады: меншікті беті $420 \text{ м}^2/\text{кг}$ болғанда, 28 тәулік мерзімде С3 суперпластификаторы бар үлгілердің беріктігі 57 МПа, онсыз - 49 МПа құрады. Гидротермиялық өңдеу кезінде ҰҰЦ -50 беріктігі 60 МПа жетті.

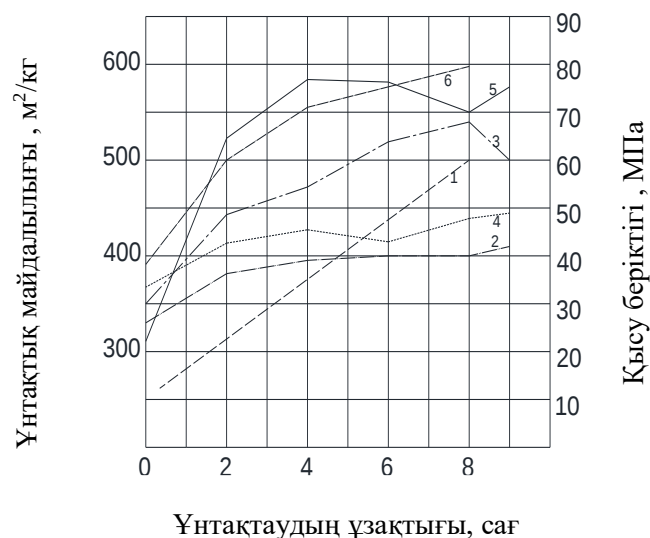
ҰҰЦ-70 гидротермиялық өңдеу жағдайында да, қалыпты жағдайда қатаюдың ерте кезеңінде де белсенділігі артты. Меншікті беті $490 \text{ м}^2/\text{кг}$ болғанда 3 тәулік қалыпты қатаю кезінде ҰҰЦ-70 белсенділігі 25 МПа құрады. Меншікті беті 350 және $450 \text{ м}^2/\text{кг}$ ҰҰЦ-70 бұмен өңдеу кезінде тиісінше 50 және 59 МПа жетті.

ҰҰЦ-30 бастапқы қатаю кезеңінде белсенділігі төмен, ал ҰҰЦ-50 $300 \text{ м}^2/\text{кг}$ меншікті бетінде 3 күнде 25 МПа-ға тең белсенділікке ие болады. Гидротермиялық өңдеу электротермофосфор қожға негізделген ҰҰЦ белсенділігіне өте тиімді әсер етеді. Бұмен өңдеу жағдайында ҰҰЦ ең үлкен белсенділікке қол жеткізілді. Меншікті беті $300 \text{ м}^2/\text{кг}$ және ҰҰЦ - 30 үшін 65 МПа, ҰҰЦ-50 үшін-80 МПа құрайды. Қалыпты қатаю кезінде 28 тәуліктік мерзімде ҰҰЦ -30 үлгілерінің беріктігі 68 МПа, ал ҰҰЦ-50-78 МПа жетеді. Нәжіжелері 17,18 суреттерде көрсетілген.



1-меншікті беті; 2,3,6-28 тәулік мерзімде табиғи қатайған; 4,5 ЖЫӨ-ден кейін; 2,4-қоспасыз; 3,5,6-С3 қоспасымен

Сурет 17 - ҰҰЦ-30 (а) және ҰҰЦ-50 (ә) электротермофосфор қожға негізделген ҰҰЦ беріктігінің байланыстырғыштың меншікті бетіне тәуелділігі.



1-меншікті беті; 2,3-3 тәулікте табиғи қатайған; 6- 28 тәулік табиғи қатайған; 4,5-ЖЫӨ-дан кейін; 2,4-қоспасыз; 3,5,6-С3 қоспасымен

Сурет 18 - ҰҰЦ-70 электротермофосфор шлактары негізіндегі ҰҰЦ беріктігінің байланыстырғыштың меншікті бетіне тәуелділігі

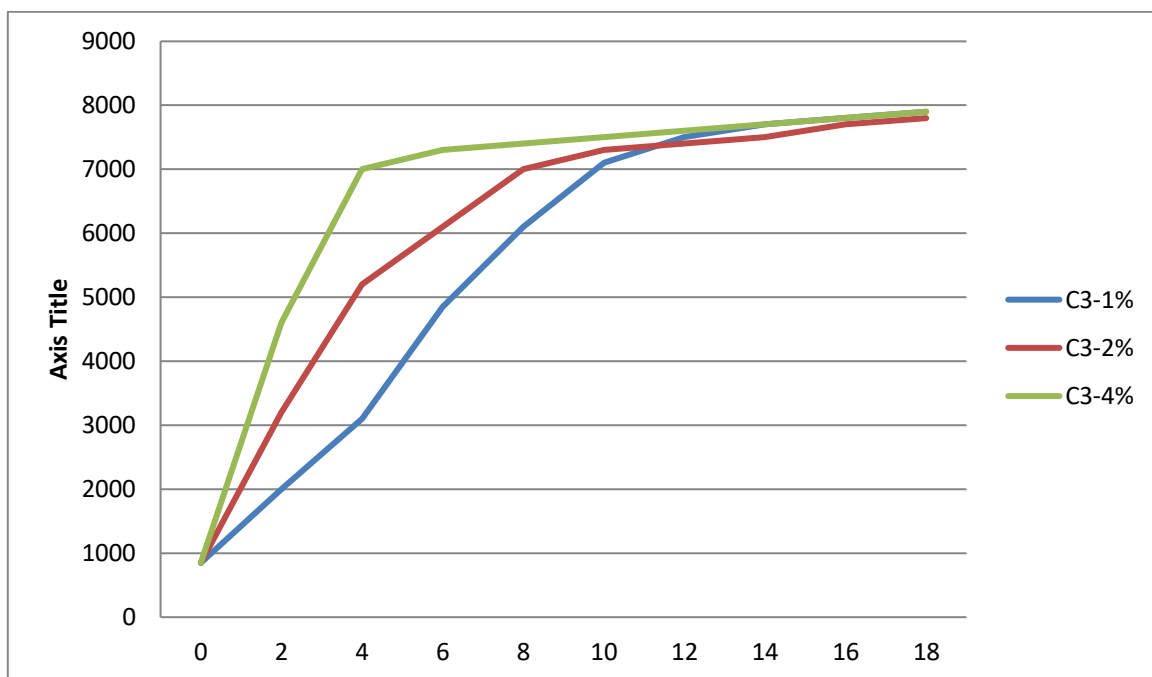
Нәтижелерді қорытындылай келе, ұсақ ұнтақталған цементтердің белсенділігі ұнтақтаудың белгілі бір майдалылығына дейін артады деп айтуға болады. Фосфор қожы негізіндегі ҰҰЦ үшін оңтайлы меншікті беттік ауданы 450-500 м²/кг. Меншікті бетінің оңтайлы ҰҰЦ белсенділігінен жоғарылауымен есептеу шамалы, ал кейбір жағдайларда төмендейді. Тұтқыр ұнтақтаудың тиімділігі С3 суперпластификаторымен жақсарады.

Портландцемент пен фосфор қожының арақатынасы мен С3 суперпластификаторының әсерін бағалау үшін ҰҰЦ-тің үш түрі зерттелді: ҰҰЦ -30, ҰҰЦ -50 және ҰҰЦ -70. С3 суперпластификаторы мөлшері әр құрамда ҰҰЦ массасының 1, 2 және 4% қабылданды. ҰҰЦ компоненттерін ұнтақтау Консит ЖШС діріл-шар диірменінде жүзеге асырылды.

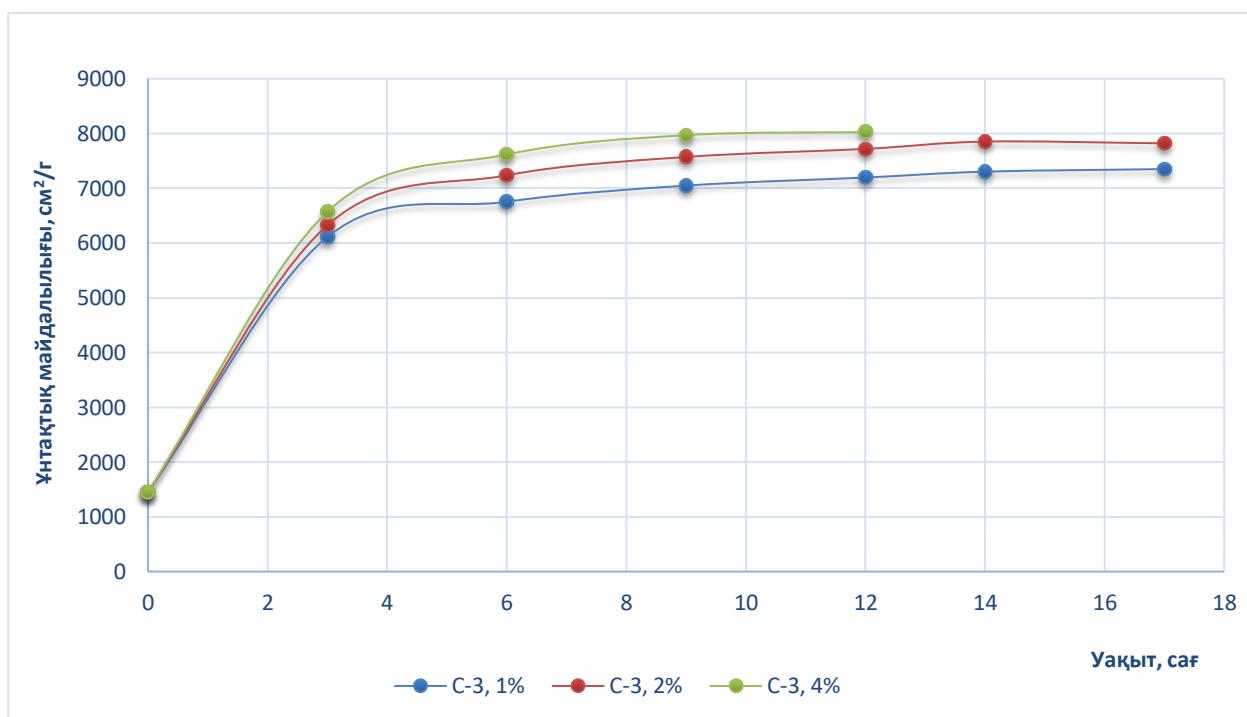
ҰҰЦ ұнтақтау беріктігі ұнтақтау уақыты өткен сайын меншікті бетінің өзгеруімен анықталды. Дайын ҰҰЦ-тен әр түрлі қатаю жағдайында беріктігін бағалау үшін келесідей үлгілер алынды: 1 және 28 тәулік қалыпты қатаю (ылғалдылығы 100 %, $t=23\pm3$ °C) және $t=80\pm3$ °C 3+7+3 режимінде бұмен өнделді.

ҰҰЦ ұнтақтау қабілеті С3 суперпластификаторының құрамының жоғарылауымен айтарлықтай артты, бұл қажетті меншікті бетке жеткенде энергия шығынын азайтады;

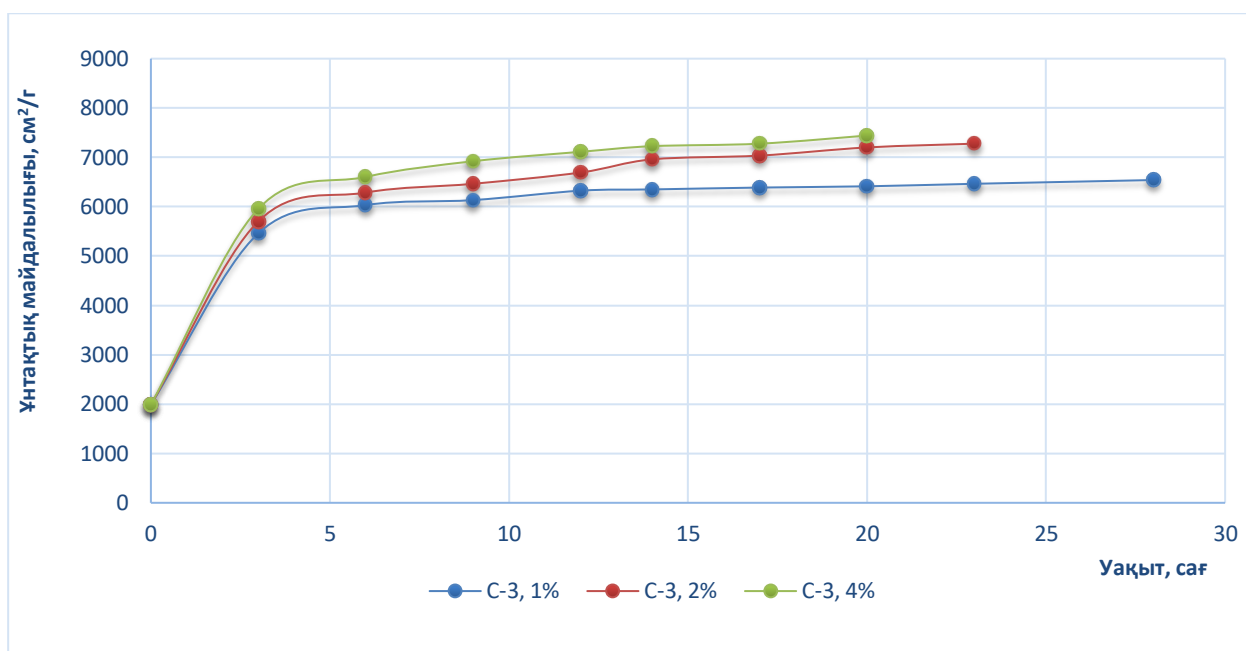
Фосфор қожды ҰҰЦ-тің ұнтақталу шегі байқалады және бұл шек фосфор қождың үлесі неғұрлым көп болса, соғұрлым жоғары болады. Мысалы, ҰҰЦ - 30, 14 сағат ұнтақтаудан кейін $S_{мб}=8000$ см²/г (С3 суперпластификатор мөлшеріне қарамастан) жетеді. ҰҰЦ - 70 сол уақыт ішінде С3 суперпластификатор мөлшері 4 % қосылса да $S_{мб}=7200$ см²/г аспайды. С3 суперпластификатор мөлшері 1-2 % кезінде $S_{мб}=6500$ см²/г тең болды. Ұнтақтау нәтижелері 19 - 21 суретте, ҰҰЦ қасиеттері 20-22 кестеде келтірілген.



Сурет 19 - 30:70 қатынасында ПЦ және фосфор қождың ұнтақталуы



Сурет 20 - 50:50 қатынасында ПЦ және фосфор қождың ұнтақталуы



Сурет 21-70: 30 қатынасында ПЦ және фосфор қождың ұнтақталуы

20 кесте - ПЦ500Д0 және фосфор қожды ҰҰЦ -30 салыстырмалы физикалық-механикалық сипаттамалары

Көрсеткіш атауы	ПЦ 500Д0 Стандартце- мент ЖШС	С3 суперпластификатор қосылған ҰҰЦ -30		
		1%	2%	4%
Меншікті беттік ауданы, см ² /г	2966	7854	7965	7940
Энергия шығыны, кВт*сағ/кг	-	5,4	5,0	4,7
С/Ц	0,46	0,29	0,27	0,24
Су қажеттілігінің төмендеуі, %	-	37,0	41,3	47,8
Қалыпты жағдайда 1 тәулікте қатқан цемент беріктігі, МПа:				
- иілу кезінде	3,1	3,0	3,0	3,0
- қысу кезінде	13,5	13,2	11,8	10,8
Жылу ылғалды өңдегеннен кейінгі беріктігі, МПа:				
- иілу кезінде	5,5	4,0	4,6	5,0
- қысу кезінде	41,6	33,2	35,8	37,6
Қалыпты жағдайда 28 тәулікте қатқан		4,5	4,5	4,6
		34,5	39,1	43,2

ценмент беріктігі., МПа:				
- иілу кезінде	5,8			
- қысу кезінде	52,3			

21 кесте - ПЦ500Д0 және фосфор қож негізіндегі ҰҰЦ -50 салыстырмалы физика-механикалық сипаттамалары

Көрсеткіш атауы	ПЦ 500Д0 Стандартцемент ЖШС	С3 суперпластификаторы қосылған ҰҰЦ 50		
		1%	2%	4%
Меншікті беттік ауданы, см ² /г	2966	7350	7820	8024
Энергия шығыны, кВт*сағ/кг	-	5,2	5,3	3,7
С/Ц	0,46	0,31	0,26	0,25
Су қажеттілігінің төмендеуі, %	-	32,6	43,5	45,6
Қалыпты жағдайда 1 тәулікте қатқан ценмент беріктігі., МПа:				
- иілу кезінде	3,1	3,6	4,0	4,9
- қысу кезінде	13,5	19,7	25,2	31,9
Жылу ылғалды өңдегеннен кейінгі беріктігі, МПа/%:				
- иілу кезінде	5,5	5,5	5,9	5,9
- қысу кезінде	41,6	47,4	48,9	50,2
Қалыпты жағдайда 28 тәулікте қатқан ценмент беріктігі., МПа/%:				
- иілу кезінде	5,8	4,9	6,0	6,5
- қысу кезінде	52,3	48,7	49,4	61,8

22 кесте - ПЦ500Д0 және фосфор қож негізіндегі ҰҰЦ -70 салыстырмалы физика-механикалық сипаттамалары

Көрсеткіш атауы	ПЦ 500Д0 Стандартцемент ЖШС	С-3 суперпластификаторы қосылған ҰҰЦ -70		
		1%	2%	4%
Меншікті беттік ауданы, см ² /г	2966	6541	7277	7442
Энергия шығыны,	-	8,6	6,9	6,1

кВт*сағ/кг				
С/Ц	0,46	0,39	0,28	0,26
Су қажеттілігінің төмендеуі, %	-	15,2	39,1	43,5
Қалыпты жағдайда 1 тәулікте қатқан цемент беріктігі., МПа:				
- иілу кезінде	3,1	3,6	5,9	6,7
- қысу кезінде	13,	22,6	39,8	47,9
Жылу ылғалды өңдегеннен кейінгі беріктігі, МПа:				
- иілу кезінде	5,5	5,2	6,1	7,1
- қысу кезінде	41,6	44,8	55,8	61,9
Қалыпты жағдайда 28 тәулікте қатқан цемент беріктігі., МПа:				
- иілу кезінде	5,8	5,6	6,3	8,7
- қысу кезінде	52,3	47,3	58,8	69,7

3.4 Ұсақ ұнтақталған цементтерді алу және ықшамдау әдісі

Ұсақ ұнтақталған цемент құрамында қоспасыз портландцемент, минералды толтырғыш, өнеркәсіптің техногендік қалдықтары және органикалық суды төмендететін реагент бар. Сонымен қатар, минералды толтырғыш ретінде құрамында электротермофосфор қожы, тығыз сланец және Тараз литейно-металлургия зауыты ЖШС (ТЛМЗ) өндірісінің қалдықтары бар, бұл ретте компоненттер мынадай арақатынаста алынды: қоспасыз портландцемент ПЦ500Д0 40-60%; тығыз сланец 3-5%; ТЛМЗ қалдығы 5-10%; қалған бөлігі электротермофосфор қож. Сонымен қатар органикалық су түсіретін реагент ұсақ ұнтақталған цемент массасының 1,0-2,0%. Ұсақ ұнтақталған цементтерді алу тәсілі келесідей: алдымен құрамында алюминий қоспасы бар электротермофосфор қожын (тығыз сланец және ТЛМЗ қалдықтары) 2000-2200 см²/г меншікті бетіне жеткенге дейін бірге ұнтақтап, содан кейін оларды органикалық су түсіретін реагент және қоспасыз ПЦ500Д0 портландцементімен ұнтақтау.

Электротермофосфор қождың (ЭТФҚ) гидратациялық белсенділігі төмен және химиялық құрамындағы Al₂O₃ аз мөлшерде. Сондықтан тұтқыр құрылымды басқару үшін құрамына құрамында алюминий бар қоспаларды енгізуге болады.

Пайдалы модельдің міндеті- ұсақ ұнтақталған цементті алу тәсілі және қату мерзімін қысқарту.

Эксперимент барысында ҰҰЦ құрамы келесідей көлемде алынды, %:

Портландцемент	40-60%
Тығыз сланец	3-5%
ТЛМЗ қалдығы	5-10%
Электротермофосфор қожы	қалғаны

Органикалық суды төмендететін реагент ұсақ ұнтақталған цемент массасының 1,0-2,0% құрайды.

Ұсақ ұнтақталған цементті планетарлық диірменге ұнтақтау үшін І-ші кезеңде Активатор-4М бірлескен ұнтақтауға электротермофосфор қожы мен тығыз сланец пен ТЛМЗ қалдықтары меншікті беті 2000-2200 см²/г жеткізгенше ұнтақталды. Содан кейін ІІ-ші кезеңде органикалық су түсіретін реагенті бар ПЦ500Д0 қоспасыз портландцемент қосылып, 4800 см²/г меншікті бетіне дейін бірлескен ұнтақталды, ол ПСХ-12 құралы көмегімен бөлшектердің нақты беттік ауданы өлшенді. Ұнтақталғаннан кейін дайын цемент алынып, қалыпты қоюлықтағы цемент қамыры алныды.

23 кесте - Ұсақ ұнтақталған цементтің массалық құрамы.

№ құрамдар	Компоненттер, масс. %				
	Портландцемент ПЦ 500 Д0	Тығыз сланец	«ТЛМЗ» қалдығы	Электротермо- фосфор қожысы	Органикалық суды төмендететін реагент, %
1	40	3	5	52	2
2	50	4	7	39	1,5
3	60	5	10	25	1
Прототип	50	-		50	1

24 кесте - Ұсақ ұнтақталған цементтің физика-механикалық қасиеттері.

№ құрамдар	Ұстасу мерзімі, мин.		Қысу беріктігі, МПа		
	басталуы	аяқталуы	28 тәулік	180 тәулік	360 тәулік
1	180	240	50,4	62,7	73,1
2	140	220	53,8	67,2	78,5
3	160	230	51,6	61,8	74,9
Прототип	230	470	49,8	60,0	68,7

Үлгілердің қатаю шарттары қалыпты (ылғалдылығы 98%, қоршаған орта температурасы 22-24°C).

Қысу кезіндегі беріктік шегі МЕСТ 310.4 сәйкес анықталды.

Активтендірудің максималды модификациялық әсерлері және минералды меншікті энергия шығындары тұрғысынан бастапқы шикізатты белсендірудің ұсынылған механикалық-химиялық әдісі құрылыс материалдарының сапасын

арттырып қана қоймай, тұтқыр композициялардың құрылымын қалыптастыру процестерін басқаруға мүмкіндік береді. Цементтің маркалық беріктікке жету уақыты қысқарады және тұтқыр заттың химиялық энергиясын толық пайдалануды қамтамасыз етеді.

25 кестеде С3 суперпластификаторының 2,5% қоспасы бар әр түрлі толтырғыштарда ҰҰЦ гидратация дәрежесі, қатайтатын ҰҰЦ пен бастапқы портландцементтің термогравиметриялық деректері көрсетілген. Алынған деректерді талдау көрсеткендей, бастапқы портландцементтің гидратация дәрежесі әдетте ҰҰЦ гидратация дәрежесі болып табылады. С3 суперпластификаторын енгізілуімен бастапқы цементтің де, ҰҰЦ-тің де ылғалдану дәрежесі айтарлықтай төмендейді.

25 кесте - Гидратация дәрежесі және қатаю жағдайлары

Тұтқыр	С3 мөлшері	Гидратация мөлшері, %				
		Қалыпты жағдайда қатуы:				ЖЫӨ
		1	3	7	28	
Бастапқы цемент	-	11.7	12.3	12.4	13.5	15.2
	2.5	7.5	11.5	12.2	12.5	12.2
ҰҰЦ -30	-	8,5	12.3	12.5	-	15.0
	2.5	6.7	10.5	12.4	-	12.2
ҰҰЦ -50	-	7.5	11.5	11.7	-	14.5
	2.5	6.0	11.0	11.5	-	11.2
ҰҰЦ -70	-	-	5.2	11.0	11.2	12.0
	2.5	-	4.9	8.0	9.0	7.9

Термограммалардағы алғашқы жақсы дамыған эндотермиялық әсерлер 120...170°C аралықта пайда болады және адсорбциялық судың жоғалуына, гипстің, гидроалюминаттардың және кальций гидроксидтерінің және гель компоненттерінің дегидратациясына байланысты. Бұл әсерлердің конфигурациясы ұқсас болғанымен, олардың арасында айырмашылықтар бар. С3 суперпластификаторымен қатаю уақытымен термограммалардағы эндоэффекттер төмендейді және жоғары температураға ауысады. Бұл адсорбция мөлшерінің азаюын және цемент тасының қасиеттерінің жақсаруына ықпал етуі керек өнімдермен химиялық байланысқан қатаю суының көбеюін көрсетеді. Термограммалардағы екінші байқалатын эндотермиялық әсерлер 450-515 °C аймағында байқалады және $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ге тең. Бұл әсерлерді талдау қалыпты қатаю жағдайында қатаю жүйесіндегі кальций гидроксидінің мөлшері 7 күнге дейін артып, содан кейін гидравликалық қоспамен өзара әрекеттесуіне байланысты айтарлықтай төмендейтінін көрсетеді. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -нің ең көп бөлінуі бұмен өңдеу кезінде цемент тасында байқалады. С3 суперпластификаторының қатысуымен термограммаларда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ дамыған әсері қалыпты қатаюдың 3 күнінен кейін байқалады. 730-800°C температурада үшінші эндотермиялық әсерлер кальций гидросиликаттарының диссоциациясы мен дегидратациясын

сипаттайды. Алынған деректерді талдау С3 қоспасымен бұл әсерлер жоғары температураға ауысатынын көрсетеді. Сонымен қатар, С3 суперпластификатордың қатысуымен термограммаларда 433-452°C аралықта экзотермиялық әсерлер анықталады.

Ал цемент тасының термограммасы фосфор қожы негізінде сол гидрат фазаларында анықталды. С3 суперпластификаторының қатысуымен фосфор қожы негізіндегі гидратталған ҰҰЦ термограммаларында $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ге тән шыңы да жоқ.

Дифференциалды термиялық талдау көмегімен анықталған гидратталған тұтқыр гидрат фазаларының болуын растайды. Суперпластификатор қоспасы бар қатайтылған тұтқыр заттарда бос әктің болуын көрсетеді, бірақ оның мөлшері С3 суперпластификаторы жоқ цемент тасына қарағанда айтарлықтай аз.

3.5 Ұсақ ұнтақталған цементтердің пайдалану қасиеттері

ҰҰЦ негізіндегі бетондардың контракциялық және ылғалдылық шөгуін зерттеу бетонның барлық дерлік проблемалары оның цемент компонентіне байланысты. Өте кең таралған көзқарас цемент ағынының жоғарылауына байланысты жоғары беріктігі бар бетондар шөгудің жоғарылауына ие болуы керек [96,97]. Алайда, қарама-қарсы пікірлер де бар, авторлар [98] күшті бетондардың шөгуі көлемдік өзгерістеріне кристалды термоядролық қарсылықтың жоғарылауына, кеуектіліктің төмендеуіне, бетон мен қоршаған орта арасындағы ылғал алмасу қарқындылығының төмендеуіне байланысты төмен деп санайды.

Айта кету керек, осы уақытқа дейін шөгу мөлшері мен цемент белсенділігі арасында байланыс табылмады [99 -105].

Авторлар [106] белит цементтері мен үш кальций алюминаты жоғары цементтерде шөгу айтарлықтай жоғарылағанын анықтады.

Жұмыста [107] практикалық бағалау кезінде цементтің қасиеттерінің бетонның шөгу деформациясының мөлшеріне әсерін, егер цементтің минералогиялық құрамы мен ұнтақталуының майдалылығы қалыпты шектерде болса, елемеуге болатындығын көрсетеді. ҰҰЦ бөлшектердің мөлшері бойынша ұсақ таралуымен сипатталатындықтан, ҰҰЦ бетондары үшін шөгу үлкен қызығушылық тудырады.

Табиғаты әртүрлі толтырғыштары, (кремний диоксиді және карбонатты) өнеркәсіптің техногендік қалдықтары (фосфор қожысы) бар ұсақ ұнтақталған цементтердің қасиеттерін зерттеу мақсатында біз олардың шөгу деформацияларын бағаладық: контракциялық (химиялық) және ылғалдылық (физикалық) шөгу. Әйгілі болғандай, бетонды қатайту процесі оның көлемінің өзгеруімен бірге жүреді, бұл темірбетон конструкцияларының қызмет ету мерзімін төмендетеді, сондықтан бұл қасиеттерді зерттеу өте өзекті болып табылады.

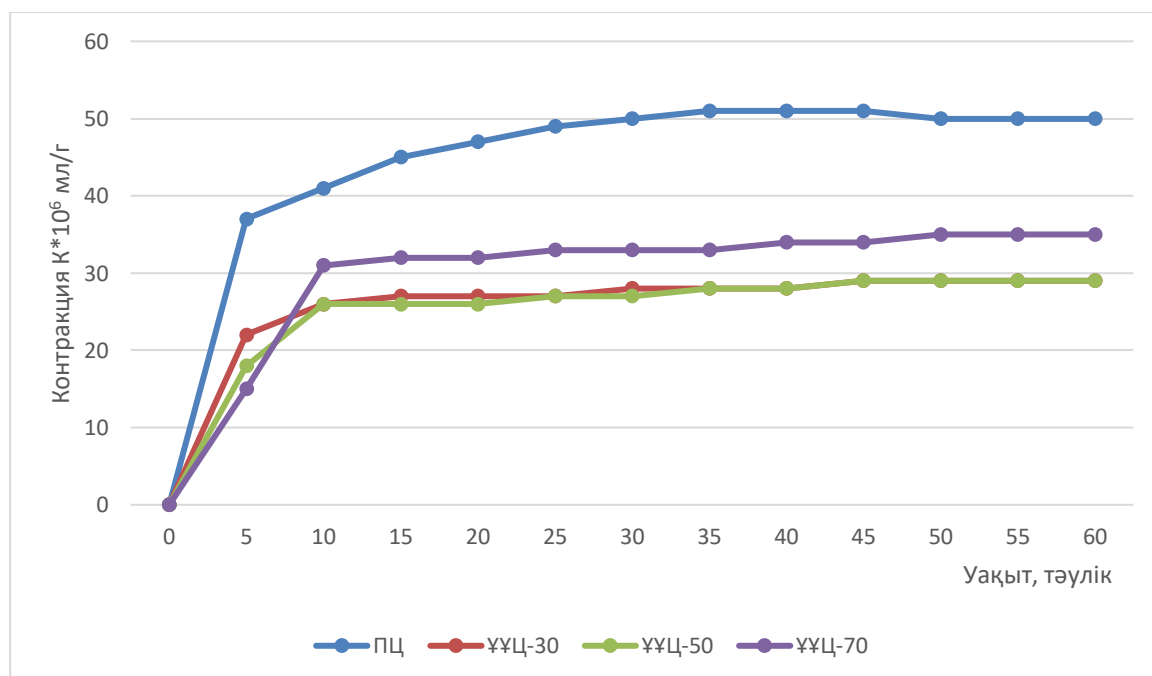
Контракциялық шөгу

Контракциялық шөгуді бағалау әдісі келесідей болды. С/Ц=0,5 цемент қамыры шұңқыр арқылы контейнерге салынады, содан кейін ол дистилденген сумен толтырылады және өлшеуіш бюреткасы бар тығынмен тығыз жабылады. Осыдан кейін, судың булануын болдырмау үшін $\frac{3}{4}$ бюреткаға тазартылған сумен және бірнеше тамшы маймен толтырылады және бірінші санақ алынады. Кейінгі есептеулер белгіленген мерзімде алынады.

Ылғалдылықтың шөгуін бағалау әдістемесінің мәні цемент-құм ерітіндісінен жасалған 40x40x160 мм өлшемді сәулелік үлгілердің сызықтық деформацияларын өлшеуден тұрады (МЕСТ 310.4). Деформацияларды өлшеу үшін сағаттық типтегі индикаторы бар өлшеу тірегі қолданылады. Үлгілерді қатайту шарттары-экдикатордағы сусыз калий карбонатының құрамында, онда ылғалдылық 43-44% аралығында орнатылады.

ҰҰЦ-50-де тек 50% (ал ҰҰЦ-70, тиісінше 30 %) ПЦ бар, сондықтан оның шөгуі аз мөлшерде болуы керек. Екінші жағынан, ҰҰЦ меншікті беті ПЦ меншікті бетінен 2,3-2,4 есе жоғары, сондықтан оның бөлшектерінің белсенділігі бірдей күшті болуы керек, сондықтан шөгуді ПЦ жиырылуымен түсіндіруге болады.

Карьерлердің әктастарын, фосфор қожды құмды ұсақтау қалдықтары негізінде ПЦ, ҰҰЦ контрактілі шөгуінің эксперименттік деректері 22 суретте келтірілген



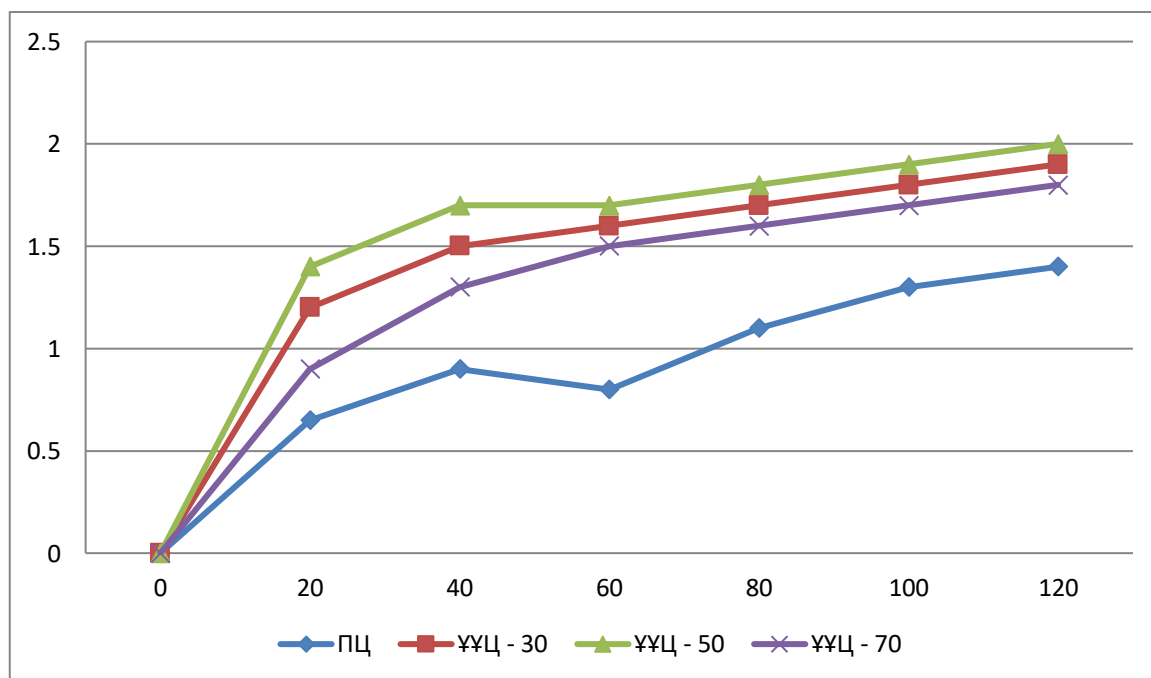
Сурет 22 - Фосфор қожысынан алынған ҰҰЦ негізіндегі бетондардың контрактілі шөгуі

Бөлшектердің жоғары ұнтақтық майдалылығына қарамастан (ПЦ-ге қатысты 2,3...2,4 есе), ҰҰЦ аз мөлшерде шөгу деформацияларына ие. Сонымен қатар, бұл тәуелділік фосфор қожы және кремний диоксиді толтырғышын ұсақтау қалдықтарын пайдаланып дайындалған ҰҰЦ үшін сақталады. 60 күннен кейін олардың ПЦ-ке қатысты шөгуі фосфор қожы ұсақтау негізінде ҰҰЦ-70 үшін 1,38-1,40 есе төмендеді. Нәтиженің ерекшелігі фосфор қожының 30-50% - ға дейін негізінде толтырғыш үлесінің ұлғаюымен шөгу деформацияларының күшетіні анықталды. Біз мұны карбонат бөлшектерінің құрамында алюминий бар клинкер фазаларына (C_3A , C_4AF) қатысты белсенді құрылымдық рөлімен, сондай-ақ карбонат минералдарының субстрат ретінде әрекет ету қабілетімен түсіндіреміз, онда оларға ұқсас (жазықтықтар бағыты бойынша, құрылымдық тор) неоплазмалар (алюминий минералдары, $Ca(OH)_2$) уақыт бірлігінде жүйенің ылғалдануын күшейте отырып, тез кристалданады. Екінші жағынан, ҰҰЦ-70-тен ҰҰЦ-50-ге дейінгі портландцемент мөлшерінің азаюымен құм негізіндегі $Ca(OH)_2$ секрециясы төмендейді, ол аморфты кремний диоксидінің аз мөлшерімен әрекеттесіп, кальций гидросиликаттарының аз бөлінуіне ықпал етеді, бұл шөгу деформациясының деңгейін төмендетеді.

Ылғалдылықтың шөгуі.

23-суреттен көріп отырғанымыздай, алынған тәуелділіктер контрактілі шөгу нәтижелеріне толығымен сәйкес келеді. ПЦ-ке қатысты фосфор қожы негізінде ҰҰЦ-50 шөгу деформациялары 110 тәулікке 9-15%-ға төмендеді.

Осылайша, ҰҰЦ бөлшектердің ұнтақтық майдалылығына және толтырғыштың түріне қарамастан кішірейтілген деформацияларға ие.



Сурет 23 - Цемент материалдарының гидратациясы

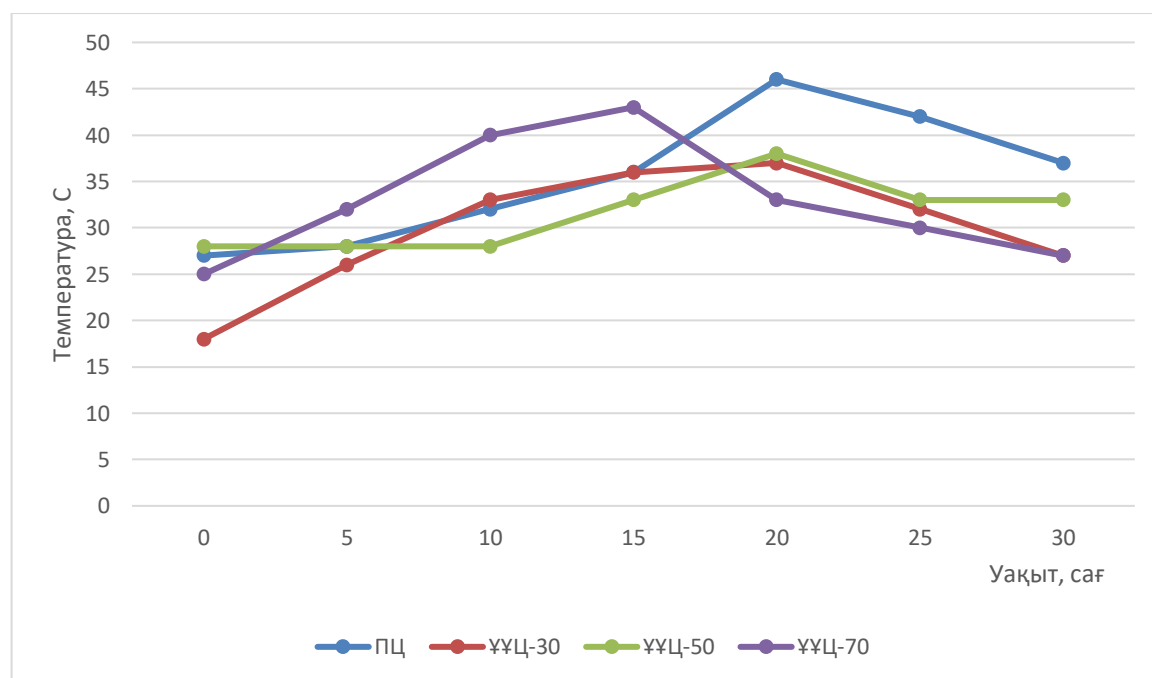
26 кесте - ПЦ 500Д0 Стандартцемент ЖШС және ҰҰЦ-дің физика-механикалық қасиеттері

№ p/c	Көрсеткіш атауы	ПЦ 500Д0 «Стандартцемент» ЖШС	АҚҰҰЦ -50
			ФҚ
1	Су цемент қатынасы	0,504	0,31
2	Су қажеттілігінің төмендеуі, %	-	38,5
3	180 күндік үлгілердің орташа беріктігі, МПа:		
	- иілу беріктігі	9,8	12,0
	- қысу беріктігі	62,3	66,1

Жылу шығару

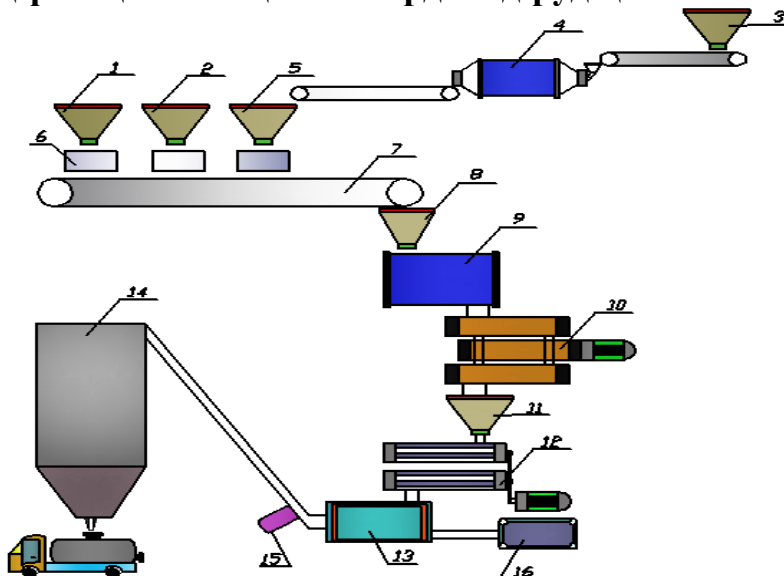
Фосфор қожы негізінде ҰҰЦ-тің контрактілі шөгуі бойынша алынған деректер 24 суреттегі жылу бөлу нәтижелеріне сәйкес келеді

Жылу шығару қисықтары контрактілі шөгудің тәуелділігін қайталайды. Фосфор қожды (ҰҰЦ -50) ұсақтау ҰҰЦ жылу шығарудың жоғарылауына ие, ҰҰЦ -70 үшін басқа көрініс байқалады.



Сурет 24 - Фосфор қожынан ҰҰЦ негізіндегі бетондардың жылу шығаруы

3.6 Ұсақ ұнтақталған цементтерді өндірудің технологиялық схемасы



1-Цемент жинақтағыш бункер, 2-Химиялық қоспа жинақтағыш бункер, 3-Дымқыл қож жинағыш бункер, 4-Кептіру барабаны, 5-Құрғақ қожға арналған бункер, 6-Диспенсерлер, 7-Таспалы тасымалдаушы, 8-Бункер, 9-Араластырғыш, 10-ВМ-1000 дірілдеткіш диірмені, 11-Бункер, 12-С5000 активаторы, 13-Бункер, 14-Сүрлем, 15 - Пневматикалық бұрандалы сорғы, 16-Компрессор.

Сурет 25 - Ұсақ ұнтақталған цемент өндірісінің технологиялық схемасы

Ұсақ ұнтақталған цементтерді өндіру технологиясы күйдірілмейтін цемент технологияларына жатады, өйткені материалдарды күйдіру мүлдем жоқ.

Ұсақ ұнтақталған цементтер ПЦ, қож бен қоспаның нақты 400-500 м²/кг меншікті бетіне дейін ұнтақтаудан тұрады. Бұл цементтер физикалық-механикалық және өнімділік сипаттамалары бойынша портландцементтен және тұтқыр заттардың басқа түрлерінен асып түседі. Ұсақ ұнтақталған цементтердің маркасы кең ауқымда, М800-ге дейін жетеді.

Өндірістің қарапайымдылығы, оларды өндіруге арналған салыстырмалы түрде шағын инвестициялар, төмен құны, белсенділігі мен беріктігі ұсынылған ұсақ ұнтақталған цементтерге оларды құрылыста қолданудың өте жоғары перспективасын қамтамасыз етеді.

Олардың негізінде ұсақ ұнтақталған цементтер мен бетондарды гидромелиоративтік, жол, өнеркәсіптік, азаматтық және ауыл шаруашылығы құрылыстарында қолдануды ұсынады.

Ұсақ ұнтақталған цемент өндірісі цемент зауыттарында, темірбетон бұйымдары зауыттарында және құрылыс индустриясының басқа кәсіпорындарында ұйымдастырылуы мүмкін. Бұл цемент шығынын азайтумен, сондай - ақ технологияны жақсартумен қатар жоғары сапалы өнімдер мен конструкциялар шығаруды игеруге мүмкіндік береді.

Ұсақ ұнтақталған цементтерді өндірудің технологиялық процесі материалдарды мөлшерлеуден бастап диірмендерден түпкілікті өнімді түсіруге дейінгі кезеңдерде үздіксіз жүйе бойынша қабылданды.

Бункерден қоректендіргіш қожды кептіру барабанына біркелкі береді. Инертті материалдарды (қож, құм, және т.б.) кептіру жылу генераторы шығаратын ыстық ауа ағынымен 10% - дан 2% ылғалдылыққа дейін берілген параметрлерге сүйене отырып жүргізіледі.

Кептіру барабанынан инертті материалдар конвейермен қож бункерлеріне беріледі. Суперпластификаторы бар бөліктерге ысқылау құрылғысына және одан әрі қор бункерлеріне қосылады. Құрғақ инертті материалдар, бункерден алынған цемент, диспенсерлер арқылы суперпластификатор диірмендерге түседі. Дайын өнімнің бункерінен дайын өнімді цемент құбыры арқылы пневматикалық сорғымен ұсақ ұнтақталған цемент қоймасына жіберіледі.

Технологиялық желі газ тазарту, аспирация, цемент, қож, суперпластификатор мөлшерлеу жүйелерімен, материалдарды тасымалдау жүйесімен және ұсақ ұнтақталған цементтерді алудың технологиялық процесін автоматты бақылау және реттеу жүйесімен жинақталады.

Технологиялық желі технологияның, қауіпсіздік техникасының және өнеркәсіптік санитарияның барлық талаптарына жауап береді.

Бөлім бойынша қорытындылар:

Табиғи және техногендік толтырғыштардан жасалған ұсақ ұнтақталған цементтер негізіндегі бетондар бөлшектердің жоғары ұнтақтық майдалылығына қарамастан портландцементпен салыстырғанда 2,3-2,4 есе аз шөгуде деформацияларына ие екендігі анықталды.

28 тәуліктегі ҰҰЦ беріктігі 34,5-тен (ҰҰЦ -30 1% С3 суперпластификатор мөлшермен) 69,7 МПа-ға (ҰҰЦ -70, 4% С3 суперпластификатор мөлшермен) алуға болатындығы дәлелденді.

Бумен өндегеннен кейін фосфор қож негізіндегі ҰҰЦ белсенділігі қалыпты қатаюдың 28 тәулігінен кейін белсенділіктің 80-95% құрайтыны анықталды. Бұдан шығатыны, фосфор қож диоксиді ҰҰЦ портландцементті ылғалдандыру кезінде бөлінетін құмның аморфты кремний диоксиді мен кальций гидроксиді арасындағы пуццоланикалық реакцияны толығымен жүзеге асырады.

С3 құрамының ұлғаюымен, әсіресе портландцементтің үлесі жоғары құрамдарда ҰҰЦ су қажеттілігі айтарлықтай төмендейді. Яғни, портландцементтегі С3 суперпластификаторы әсер ету тиімділігі жоғары. Сонымен қатар, барлық қатаю жағдайында ҰҰЦ белсенділігі артады. Ерекшелік тек 1 тәулікке ҰҰЦ -30 болып табылады, мұнда портландцементке тиесілі С3 суперпластификатор үлесі ҰҰЦ-50 және ҰҰЦ-70-ке қарағанда айтарлықтай жоғары. Бұл жағдайда портландцементтің қатаюының баяулауы байқалады, бұл ҰҰЦ -30 белсенділігіне әсер етеді.

4 ӘР ТҮРЛІ МАРКАЛЫ ЖӘНЕ БЕРІКТІГІ БАР ҰСАҚ ҰНТАҚТАЛҒАН ЦЕМЕНТ НЕГІЗІНДЕ ҰСАҚ ТҮЙІРШІКТІ ЦЕМЕНТ БЕТОНДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫН ӘЗІРЛЕУ

4.1 Ұсақ түйіршікті бетонның құрамын таңдау

Қазақстан Республикасының көптеген өңірлерінде не ірі толтырғыш кен орындары, не темірбетон өндіруге жарамдылығы шектеулі әлсіз шөгінді жыныстар кен орындары мүлдем жоқ. Сондықтан, ұсақ түйіршікті кварц құмы сияқты жергілікті шикізатты пайдаланып, сапалы бетон алу бұл аймақтар үшін үлкен маңызға ие. Құмды бетонның қасиеттері әдеттегідей факторлармен анықталады. Алайда, цемент-құмды бетонның құрылымына байланысты кейбір ерекшеліктері бар, олар үлкен біртектілік пен ұсақ түйіршіктілікпен, цемент тасының жоғары құрамымен, қатты тас қаңқасының болмауымен, кеуектіліктің жоғарылауымен және қатты фазаның меншікті бетімен сипатталады.

Кейбір жағдайларда ұсақ түйіршікті бетон үлкен толтырғыштардағы бетонға қарағанда жоғары физикалық-механикалық өнімділікке және беріктікке ие, бұл материалды тұтынуды азайтуға және олардың жұмыс сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Иілу беріктігі мен су өткізбейтіндігінің жоғарылауы жақсы қиыршық тас жоқ жерлерде жол жабындары үшін ұсақ түйіршікті бетонды қолдануға мүмкіндік береді, ал кейбір авторлардың пікірінше, ұсақ түйіршікті құрылымы бар жоғары беріктігі бар жол бетондарын қолдану жабындардың беріктігін арттыру үшін ең қолайлы шешім болып табылады.

Ұсақ түйіршікті бетонның құрамын таңдау

$K_T \geq 0,97$ реттелетін тығыздау коэффициенті кезінде ұсақ түйіршікті бетонның құрамы мынадай тәртіппен таңдалады.

Қабылданған Ц және С/Ц мәндері бойынша V_{um} (л/м³) цемент қамырының мөлшері және құм шығыны анықталды:

$$V_{um} = C \left(\frac{1}{\gamma_u} + \frac{1}{C+C} \right),$$

$$П = \gamma_k (1000 - v_{um})$$

мұндағы: γ_u и γ_k – цемент пен құмның тығыздығы.

Қабылданған құрамның бетон қоспасы дайындалады және (3) формула бойынша бақылау үлгілерінде қол жеткізілген K_T тығыздау коэффициенті анықталады:

$$K_T = \gamma_b / \gamma_T \quad (3)$$

мұндағы γ_b – тығыздалған бетон қоспасының тығыздығы,

$\gamma_T = (C+П+В)/1000$ - бетонның тығыздығы.

Есептеу үшін бастапқы деректер:

Жобаланған бетон беріктігі 30 МПа.

Стандартцемент ПЦ500 Д0

Ірі құм, $M_i=2,65$ үйме тығыздығы 1,6 кг/м³;

С/Ц алдын ала анықталды

С/Ц=0,53 және тұтқыр Ц-тің кг/м³ болжамды шығыны

Ц= 418 кг/м³

Қабылданған Ц және С/Ц мәндері формулалар бойынша $V_{цм}$ (кг/м³) цемент сынағының мөлшері және құм (кг/м³) шығыны белгіленеді.

$$v_{цм} = Ц \left(\frac{1}{\gamma_{ц}} + \frac{1}{Ц+С} \right) = 418 \left(\frac{1}{3,1} + \frac{1}{418+220} \right) = 135,5 л/м^3$$

$$П = \gamma_{п} (1000 - v_{цм}) = 1,6(1000 - 135,5) = 1380 кг / м^3$$

мұндағы $\gamma_{ц}$ и $\gamma_{п}$ – цемент пен құмның тығыздығы.

Есептеу нәтижесінде ұсақ түйіршікті бетонның келесі құрамы алынды

Ц = 418 кг

Құм = 1380 кг

Су = 220 л

Теориялық есептеу негізінде Стандартцемент ЖШС ПЦ500Д0, "Қазфосфат" ЖШС фосфор қожысы және ҰҰЦ массасының 2% С3 суперпластификатор негізінде майда түйіршікті бетонның тәжірибелік сынақтары жүргізілді. Толтырғыш ретінде $M_f=2,65$ кварц құмы қолданылды. Сынақ нәтижелері 27-кестеде келтірілген.

27 кесте - ПЦ және ҰҰЦ-50 негізіндегі ұсақ түйіршікті бетонның беріктігі

Цемент түрі	Материал шығыны, кг/м ³			Жайғасымдылығы (конус шөгуі), мм	Қысу беріктігі, МПа				
	Цемент	Құм	Су		ЖЫӨ	1 тәул	28 тәул	180 тәул	360 тәул
ПЦ500Д0	418	380	200	122	35,9	11,5	52,3	62,6	76,2
ҰҰЦ-50 ЭТФҚ	418	380	34	125	37,2	14,5	57,6	66,7	79,8

27-кестеден көріп отырғанымыздай фосфор қожды ұсақтау қалдықтарынан ҰҰЦ-50-де ұсақ түйіршікті бетонды иілу кезіндегі беріктігі, жылу ылғалды өңдеуден кейін де, қалыпты ылғалдылық жағдайында қатаюдың 1 күнінен кейін де ПЦ500Д0-мен бірдей. Техногендік қалдықтар негізінде ҰҰЦ-50 қолдану кезінде қысу беріктігі ЖЫӨ-ден кейін 10÷12% - ға, 1 тәулікте қалыпты қатаюдан кейін 24÷25% - ға және 28 тәулікте 10÷12% - ға өсті. Бірінші рет қатаюдың үдеуі тұтқыр заттың үлкен бетінен туындайды, бұл гидратация процесін тездетеді. ҰҰЦ-50 қолдану есебінен қоспаның су қажеттілігі 33= 35% - ға төмендеді.

Осылайша, ұсақ түйіршікті бетондарда ПЦ500Д0 маркалы цементті тұтқыр ҰҰЦ-50-ге ауыстыруға болады. Қоспалардың су қажеттілігі азаяды және бетонның беріктігі жоғалмайды. Сонымен қатар, ҰҰЦ-50 тиімділігі қолданылатын құмның ұнтақтығы мен фракциялық құрамына байланысты емес.

4.2 Ұсақ түйіршікті бетонның қасиеттерін эксперименттік бағалау

Аязға төзімділік

Қатқан бетонның беріктігі мен деформациясы негізінен оның суға қанықтылығына, температура айырмашылығына және мұздату мен еріту циклдерінің санына байланысты. Судың қанығуының шекті мәннен жоғарылауымен кеуектердегі қалған су кристалданады. Мұзға ауысқан кезде судың қалыптан тыс ісінуіне байланысты және оны бетондағы кеуектердің бос көлеміне әсер етеді. Осыған байланысты артық ішкі қысым пайда болады. Мұндай қысым кеуек қабырғаларында шекті созылу кернеулерін тудыруы мүмкін және бетон құрылымының айтарлықтай өзгеруіне әкелуі мүмкін, атап айтқанда оның беріктік қасиеттерін төмендетеді.

Әдеби шолуда біз ҰҰЦ негізіндегі бетондар жоғары аязға төзімділікпен сипатталатынын атап өттік [108].

F200 аязға төзімділік маркалары таза портландцементтен, фосфор қожы, суперпластификатордың қатысуымен алынған ҰҰЦ -50 негізіндегі бетондардың аязға төзімділік маркасы $F=200$ тең болды.

ҰҰЦ-дағы бетондардың суды сіңіруі және кеуектілігінің сипаты

Суды сіңіру мөлшері тұтқыр құрамның ұсақ түйіршікті бетонында сыналды. Әрі қарай, олар орташа өлшемді λ және α ашық капиллярлық кеуектердің біркелкілігін есептелді. Көрсеткіштер $t_1 = 0,25$ сағат – W_1 және $t_2 = 1$ сағат – W_2 уақытындағы масса бойынша салыстырмалы суды сіңіру арқылы есептелді.

Осы сипаттамалардан басқа, су қажеттілігінің төмендеуі есептелді, бетон қоспасы мен бетонның тығыздығы, қысу беріктігі анықталды.

Нәтижелер 28, 29 кестелерде келтірілген.

28 кесте - Өртүрлі цементтердің физика-механикалық қасиеттерінің салыстырмалы нәтижелері

№	Цемент түрі	Материалдар шығыны, кг/м ³				Конустың шөгуі см	С/Ц	ΔВ, %	Бетон араласпасының тығыздығы, кг/м ³	Ауа тарту, %	60 тәуліктен кейінгі беріктігі, МПа	Аязға төзімділігі (F200)		
		цемент	құм	Қиыршық тас	су							сыртқы өзгерістер	массаның жоғалуы	беріктіктің жоғалуы, %
1	ПЦ500Д0 Стандартцемент	350	750	1100	174	18	0,5	-	2350	2,35	$\frac{43,2}{100}$	үлгілердің 3-4 бетінде қабыршақтану	жоқ	6,9
2	ПЦ500Д0 Стандартцемент С-3 (0,5 %)				134	18	0,38	24	2395	3,6	$\frac{53,5}{124}$	жоқ	жоқ	нет
3	ҰҰЦ -30 ЭТФҚ				111	16,5	0,32	36	2360	6,0	$\frac{47,7}{110}$	үлгілердің 2-3 бетінде қабыршақтану	жоқ	7,8
4	АКҰҰЦ -50 ЭТФҚ				103	19,5	0,29	42	2430	3,1	$\frac{63,5}{147}$	үлгілердің 2-3 бетінде қабыршақтану	жоқ	4,9
5	АКҰҰЦ -70 ЭТФҚ				102	19,7	0,30	45	2435	3,2	$\frac{67,5}{145}$	үлгілердің 2-3 бетінде қабыршақтану	жоқ	5,1

Ескерту: 1. ҰҰЦ ПЦ500Д0 (Стандарт) және С-3 суперпластификаторынан (ҰҰЦ-дан 2%) дайындалды

2.МЕСТ 10060.1-95 сәйкес бетонның беріктігін жоғалту 5% - дан аспауы керек.

29 кесте - суды сіңіру, біртектілік көрсеткіштері, әр түрлі цементтердегі ұсақ түйіршікті бетондардың беріктігі мен тығыздығы

№	Су сіңіруі, %							Біртектілік көрсеткіштері		28 күннен кейін беріктік, МПа	Құрғақ күйдегі тығыздық, кг/м ³
	0,25 сағ	1 сағ	1 тәул.	3 тәул.	7 тәул.	20 тәул.	28 тәул.	кеуек мөлшері, α	кеуектердің орташа мөлшері, λ		
1	4,91	5,04	5,71	6,10	6,21	6,30	6,36	0,05	3798	$\frac{32,8}{100}$	2080
2	2,50	2,54	3,03	3,43	3,52	3,68	3,73	0,03	1083	$\frac{38,0}{116}$	2140
3	2,47	2,50	2,91	3,25	3,34	3,51	3,53	0,03	993	$\frac{46,0}{140}$	2160
4	2,49	2,51	2,92	3,36	3,44	3,55	3,61	0,03	998	$\frac{50,0}{145}$	2160
5	2,48	2,52	2,93	3,38	3,48	3,58	3,65	0,03	994	$\frac{48,0}{143}$	2160

Ұсақ ұнтақталған цементтер негізінде бетондардың коррозияға төзімділігін бағалау.

Жоғары беріктігі бар бетондар жоғары тығыздыққа ие, сондықтан агрессивті ортаға төзімді. Алайда, өте жоғары агрессивтілікпен құрылымдар бұзыла бастайды. Сондықтан тек жоғары беріктікті бетондарды жасау ғана емес, сонымен қатар коррозиядан тиімді қорғаныс шараларын әзірлеу және қолдану немесе қоршаған ортаның агрессивтілігін төмендету үшін арнайы іс-шаралар жүргізу маңызды.

Фосфор қождан алынған ҰҰЦ негізіндегі сульфатқа және бетондардың тұрақтылығы зертханалық жағдайда натрий сульфаты Na_2SO_4 және магний сульфаты MgSO_4 тұздарының ерітінділерінде зерттелді [109,110].

Үлгілер агрессивті ортада сақталды, оларды тордағы эксикаторға барлық жағынан ерітіндімен жанасатындай етіп орнатылды. Агрессивті сұйықтық айына екі рет ауыстырылды. Агрессивті орта ретінде 5% Na_2SO_4 ерітіндісі және 2,5% MgSO_4 ерітіндісі қолданылды.

ҰҰЦ-50 негізіндегі бетондардың сульфатқа төзімділігін анықтау үшін фосфор қожысынан алынған мөлшері 10x10x10 см үлгілер дайындалды, олар 3+6+3 сағат режим бойынша бумен өңделді. Содан кейін олар 28 күн қалыпты жағдайда сақталды. Одан кейін су мен сульфатқа төзімділік сыналды.

Алынған нәтижелер 30 және 31 кестелерде келтірілген. Бұл нәтижелерді талдау табиғи және техногендік толтырғыштардан алынған ҰҰЦ-50 негізіндегі бетондардың ерекше су мен сульфатқа төзімділігі бар екенін көрсетеді.

30 кесте - табиғи және техногендік толтырғыштардан жасалған ҰҰЦ-50 негізіндегі бетондардың суға төзімділігі.

Цемент түрі	ЖЫӨ кейінгі бастапқы беріктік, МПа	Сульфатты ерітіндіде сақтағаннан кейін үлгілердің беріктігі, МПа		
		6 ай	12 ай	24 ай
ҰҰЦ -30 ЭТФҚ	51,3	53,5	54,6	58,7
ҰҰЦ-50 ЭТФҚ	53,6	55,8	57,3	60,1
ҰҰЦ-70 ЭТФҚ	55,3	59,6	63,7	65,8

Суда табиғи және техногендік толтырғыштардан алынған ҰҰЦ негізіндегі бетондар беріктігін жоғалтпайтыны анықталды, керісінше, ол үнемі өсіп отырады. Фосфор қождан алынған ҰҰЦ негізіндегі бетондардың беріктігі 24 айдан кейін анықталды. Суда сақталған үлгінің беріктігі бастапқы беріктігіне қарағанда 39% - ға артты.

Сульфатты ерітінділерде фосфор қождан алынған ҰҰЦ негізіндегі бетондардың беріктігінің өзгеруі келесідей жүреді:

- үлгілерді сульфат ерітінділерінде 6 ай сақтағаннан кейін олардың беріктігі бастапқы беріктігімен салыстырғанда 12-20% төмендейді, $MgSO_4$ ерітіндісі Na_2SO_4 -ке қарағанда агрессивті әрекет етеді;
- үлгілерді одан әрі 24 ай бойы сақтау кезінде олардың беріктігі біршама артты.

31 кесте - ҰҰЦ-50 негізіндегі бетондардың сульфатқа төзімділігі

Цемент түрі	ЖЫӨ кейінгі бастапқы беріктік, МПа	Сульфатты ерітінділерде сақтағаннан кейін үлгілердің беріктігі:		
		6 ай	12 ай	24 ай
ҰҰЦ -30 ЭТФҚ	51,3	$\frac{49,2}{48,3}$	$\frac{50,8}{48,3}$	$\frac{56,4}{54,5}$
ҰҰЦ-50 ЭТФҚ	53,6	$\frac{49,1}{47,8}$	$\frac{52,8}{50,6}$	$\frac{56,4}{54,3}$
ҰҰЦ-70 ЭТФҚ	55,3	$\frac{50,6}{49,3}$	$\frac{52,4}{50,3}$	$\frac{53,8}{51,6}$
Ескерту: сызықтың үстінде – сызықтың астындағы 5% Na_2SO_4 ерітіндісінде сақтағаннан кейін алынған деректер-бірдей, 2,5% $MgSO_4$ ерітіндісі.				

Осылайша, фосфор қожды ҰҰЦ негізіндегі бетондардың агрессивті сульфатты ортада жоғары төзімділігі осы бетондардың тығыздығының жоғарылауымен сипатталады.

Өнеркәсіптің техногендік қалдықтарынан ҰҰЦ негізіндегі бетондардың су сорғыштарының рН-метриясының нәтижелері ҰҰЦ құрамында түзетін неоплазмалар бетондарға кеуекаралық сұйықтықтың жеткілікті жоғары сілтілігін және болат арматураны пассивті күйде ұстау үшін қажетті тығыз құрылымды қамтамасыз ететіндігін көрсетеді.

Сонымен қатар, ҰҰЦ негізіндегі бетон ортасының рН табиғи және техногендік толтырғыштардың түріне, бетонның қатаю шарттары мен ұзақтығы секілді факторларға байланысты.

Төмен температурада фосфор қож негізіндегі ҰҰЦ негізделген бетондардың қатаюын бағалау.

Өздеріңіз білетіндей, Қазақстанда солтүстік өңірлерде жылына кемінде 4 ай ғимараттар мен құрылыстардың құрылысы теріс температурада (орта есеппен -5...-20 °C) жүреді. Мұндай жағдайларда тауарлық бетонды өндіру, тасымалдау және төсеу кезінде қиындықтар туындайды. Осыған байланысты өндірушілер оның қатаюын қамтамасыз ету үшін әртүрлі технологиялық әдістерді қолданады: кешенді аязға қарсы қоспаларды қолдану, бетонның құрғақ компоненттерін ыстық сумен жабу, бетон қоспасын жылыту және т. б.

Біз -10 °C температурада фосфор қож негізіндегі ҰҰЦ көмегімен дайындалған құмды бетонның қатаюын зерттедік. МЕСТ 310 сәйкес дайындалған 1:3 қатынасындағы цемент-құм ерітіндісі болды. Бастапқы материалдар: ҰҰЦ -50 ($S_{m6}=6200 \text{ см}^2/\text{г}$) цементі. Аязға қарсы қоспалар: натрий формиаты және P25-1 маркалы криопласт.

Олардың алғашқы екеуі - бақылау үлгілері (ПЦ және ҰҰЦ). Үшінші және төртінші-құрамында аязға қарсы қоспалары бар үлгілер. Үшіншісі-криопластпен ПЦ, төртіншісі – натрий формиатымен ҰҰЦ. Криопласт П25-1-Құрамында суперпластификатор және натрий формиаты бар "Стандартцемент" ЖШС қоспасы.

ҰҰЦ бетондарының $C/C=0,29$, ал криопластпен ПЦ бетондары 0,32 тең.

ҰҰЦ-бетондарды қатайту шарттары келесідей:

- қалыпты (бақылау);
- МЕСТ 24211-2003 бойынша, оған сәйкес олардың беріктігі бойынша белсенділігі таңбалаудан кемінде 30 % кем болмауы тиіс.
- құрылыс алаңында тауарлық бетонды жеткізудің, төсеудің және жылытудың нақты технологиясына жақын. Шарттар теріс температурада (бетон қоспасын дайындау, жеткізу және төсеу кезеңі) 4-5 сағат ішінде бастапқы ұстауға, 2-3 тәулік бойы жылытуға (құрылыс алаңында электр жылыту кезеңі) және теріс температурада 28 тәуліктік мерзімге дейін қатайтуға сәйкес келді.

$t=-10$ -да қатайған кезде натрий формиаты бар ҰҰЦ ПЦ + криопластқа (11%) қарағанда жоғары қалдық беріктікке (33%) ие. Алайда, натрий формиаты бар ҰҰЦ режимі бойынша қатаю кезінде беріктігі бойынша ПЦ + криопласттан төмен болады. Тиісінше, 57 және 88 %. (осыған қарамастан, ПЦ + криопласт құрамын салыстыру ПЦ-ке қатысты жасалғанын көруге болады, сондықтан біріншісінде беріктік жоғары).

Қатаю шарттары:

I-жаңа құйылған үлгілерді қалыпты жағдайда (температура 22-24 °C, ылғалдылық 100 %) 28 тәулік бойы ұстау;

II-Жаңа құйылған үлгілерді полиэтилен пакетте (ылғалдылығы 100 %) -10 °C температурада 28 тәулік бойы ұстау;

III-Жаңа құйылған үлгілерді полиэтилен пакетте режим бойынша өндірістік жағдайларда жақын ұстау: -10 °C температурада 5 сағат (бетон қоспасын дайындау, жеткізу және төсеу кезеңі), 30-31 °C температурада 3

тәулік (төселген бетон қоспасын жылыту кезеңі), -10 °С температурада 25 тәулік (кейіннен маркалы мерзімге дейін қатаю).

ҰҰЦ -50 негізіндегі бетондарды аязға қарсы қоспаларды қолданбай қысқы бетондау кезінде пайдалануға болатынын көруге болады.

Кесте 32 - Ұсақ түйіршікті бетонның құрамы

Құрамдар	Цемент шығыны, кг		Майда толтырғыш шығыны (құм), кг	Аязға қарсы қоспаның мөлшері, кг/%	
				Натрий формиаты	П25-1маркалы криопласт
	ПЦ	ҰҰЦ			
1 (бақылау)	500	-	1500	-	-
2 (бақылау)	-	500		-	-
3	500	-		-	10/2
4	-	500		12,5/25	-
5	-	500		-	10/2

Кесте 33- ПЦ және ҰҰЦ -50 цемент негізіндегі ұсақ түйіршікті бетонның беріктіктері

Құрамдар	Қату шарттары	ПЦ негізіндегі бетон, МПа		ҰҰЦ -50 негізіндегі бетон, МПа	
		Иілу беріктігі	Қысу беріктігі	Иілу беріктігі	Қысу беріктігі
1	I	$\frac{5,9}{100}$	$\frac{57,1}{100}$	-	-
2	I	-	-	$\frac{6,1}{100}$	$\frac{72,8}{100}$
3	II	$\frac{1,4}{24}$	$\frac{6,0}{11}$	-	-
4	II	-	-	$\frac{3,9}{64}$	$\frac{24,0}{33}$
5	II	-	-	$\frac{2,2}{36}$	$\frac{11,7}{17}$
3	III	$\frac{5,0}{85}$	$\frac{50,0}{88}$	-	-
4	III	-	-	$\frac{5,6}{92}$	$\frac{41,2}{57}$
5	III	-	-	$\frac{5,8}{95}$	$\frac{47,8}{66}$

Бөлім бойынша қорытындылар:

1. Есептеу жолымен техногендік қалдықтардан жасалған ұсақ ұнтақталған цементтер негізінде ұсақ түйіршікті бетонның оңтайлы құрамы анықталды: цемент-418 кг; құм-1380 кг, су-220л.

2. Техногендік қалдықтар негізінде ҰҰЦ-50 қолдану кезінде қысу беріктігі ЖЫӨ-дан кейін $10 \div 12\%$ - ға, 1 тәулікте қалыпты қатаюдан кейін $24 \div 25\%$ - ға және 28 тәулікте $10 \div 12\%$ - ға өскені дәлелденді.

3. Ұсақ түйіршікті бетондарда ПЦ500Д0 маркалы цементті тұтқыр ҰҰЦ-50-ге ауыстыруға болатындығы анықталды.

1. Фосфор қождан алынған ҰҰЦ -50 негізіндегі бетондар F200 аязға төзімділік маркаларына сәйкес келетіндігі анықталды.

2. Табиғи және техногендік толтырғыштардан алынған ҰҰЦ-50 негізіндегі бетондар ерекше су мен сульфатқа төзімділікке ие екендігі анықталды.

4. ҰҰЦ құрамындағы неоплазмалар бетондарға тесік аралық сұйықтықтың жеткілікті жоғары сілтілігін және болат арматураны пассивті күйде ұстау үшін қажетті тығыз құрылымды қамтамасыз ететіні анықталды.

5. ҰҰЦ негізіндегі бетон ортасының рН табиғи және техногендік толтырғыштардың түрлеріне, бетонның қатаю шарттары мен ұзақтығына байланысты екендігі анықталды.

6. ҰҰЦ -50 негізіндегі бетондарды аязға қарсы қоспаларды қолданбай қысқы бетондау кезінде пайдалануға болатыны анықталды.

5 ТӘЖІРИБЕЛІК-ӨНЕРКӘСІПТІК ПАРТИЯ ШЫҒАРУ, ОЛАРДЫҢ НЕГІЗІНДЕ ҰСАҚ ҰНТАҚТАЛҒАН ЦЕМЕНТТЕР МЕН БЕТОНДАР ӨНДІРІСІНІҢ ӨНЕРКӘСІПТІК ИГЕРІЛУІ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ.

5.1 Тәжірибелік-өнеркәсіптік партия шығару, олардың негізінде ұсақ ұнтақталған цементтер мен бетондар өндірісін өнеркәсіптік игеру

Қазіргі уақытта техногендік қалдықтарды кәдеге жарату қазіргі әлемнің маңызды мәселелерінің бірі болып табылады. Дамыған елдерде портландцемент өндірісінде техногендік материалдардың едәуір мөлшері жойылады, өйткені цемент өндірісі көп тоннажды болып табылады. Ғалымдар техногендік қалдықтарды шикізат, минералды және отын алмастыратын қоспалар ретінде пайдаланудың тиімді жолдарын әзірледі. Кейбір техногендік өнімдер негізгі өнімді өндіру процесінде термиялық өңдеуден өткен және олардың кейбіреулері құрамында бірқатар клинкер минералдары бар.

Қазіргі уақытта Қазақстанда шығарылатын портландцементтің құрылымы цемент массасының 7,5% мөлшерінде минералды қоспалардың орташа үлесін қамтиды. Ұсынылған механохимиялық активтендіру технологиясы бойынша ұсақ ұнтақталған цементтерді өндіруде цементтің жоғары беріктігін сақтай отырып минералды қоспаларды едәуір көп мөлшерде енгізуге болады [111,112].

Бүгінде Қазақстан Республикасында және әлемде орнықты даму проблемаларына, қоршаған ортаға және климаттық жүйеге антропогендік әсерді қысқартуға, оның ішінде өнеркәсіптің негізгі салаларында парниктік газдар шығарындыларын азайтуға көбірек көңіл бөлінуде [113-115]. Цемент өндірісі көмірқышқыл газының едәуір мөлшерін шығарумен байланысты өте көп материалды және энергияны қажет ететін процесс.

Цемент өнеркәсібі парниктік газдарды атмосфераға шығару бойынша көшбасшылардың бірі болып табылады [116]. Жыл сайын әлемдік цемент өнеркәсібі жаһандық CO_2 шығарындыларының шамамен 6% - дан 7% - на дейін [117] және антропогендік парниктік газдар шығарындыларының 5-7% - [өндіреді [118-120]. Бұл ретте цемент клинкерін өндіру кезінде атмосфераға құрамында карбонаты бар шикізатты (технологиялық CO_2) декарбонизациялау кезінде және отынның жануы кезінде (энергетикалық CO_2) бөлінетін CO_2 парниктік газының көп мөлшері шығарылады [121]. Цемент өнеркәсібіндегі отын-энергетикалық ресурстарға жұмсалатын шығыстардың үлесі өндірілген өнім құнының шамамен 40% құрайды [122]. Шын мәнінде 1 т клинкер өндірісінде атмосфераға 840-900 кг CO_2 бөлінеді [123]. Сондықтан клинкерді күйдіру үшін отын шығынын және CO_2 парниктік газ шығарындыларын азайтуға мүмкіндік беретін энергияны аз қажет ететін ресурстарды үнемдейтін технологияларды әзірлеу өте өзекті

болып табылады.

Қазақстан Республикасында цемент өндірудің өзекті проблемаларының бірі шикізатпен қамтамасыз етілмеуі болып табылады, өйткені қолжетімді жақын орналасқан табиғи шикізат көздерінің едәуір бөлігі таусылған және нақты алмастыруы жоқ. Жақын болашақта бұл табиғи шикізатты техногендік шикізатпен сөзсіз ішінара немесе толық алмастыруға әкеледі, оның маңыздылығы тұрақты түрде артуы керек, оның ішінде табиғатты қорғау себептері де бар. Жобаны жүзеге асырудың экологиялық-экономикалық алғышарттары жыл сайын тау-кен кәсіпорындарының қождары мен қалдықтарының үйінділерінің ұлғаюы болды.

Қазақстанда газ бағасының тұрақты өсуіне байланысты - бүгінгі таңда цемент зауыттары қолданатын негізгі отын-болашақта шет елдердің зауыттары дымқыл тәсілмен газбен жұмыс істейтін кәсіпорындардың бәсекеге қабілеттілігін елестету қиын.

Қазақстандық цемент, ең алдымен, қазақстандық кәсіпорындар үшін 2024 жылы бір тонна өнімге 21000-25000 теңгені құраған жоғары өзіндік құнына байланысты Еуропамен немесе Қытаймен бәсекеге түсе алмайды.

Цемент-бетон негіздері бар автомобиль және темір жолдардың ауқымды құрылысын цементпен қамтамасыз етудің өткір проблемасы қосылатын тұрғын үй құрылысының көлемін түбегейлі ұлғайту қажеттілігі арзан және сапалы цемент өндіру проблемасын алға қояды.

Бүкіл әлемде таралған ұсақ ұнтақталған цемент өндірісіндегі энергия үнемдеудің тиімді бағыттарының бірі цемент клинкерін пуццолан жыныстары, күл және токсиндер түрінде енгізілетін минералды қоспалармен бірге ұнтақтау болып табылады. Мәселен, АҚШ-та енгізілетін минералды қоспалардың орташа көлемі шамамен 40%, ҚХР-да-цемент массасының 35% - % құрайды, бұл отынның бір тоннасына шаққандағы отын шығынын 340 кг/т төмендетуге мүмкіндік береді. Жапония, Түркия және Еуропа елдеріндегі цемент зауыттары энергияны үнемдейтін минералды қоспалардың жақын мөлшерін қолданады. Бір мезгілде Киото хаттамасының талаптарына сәйкес минералды қоспаларды енгізу Қазақстанда цемент өндірісінің әрбір тоннасына шамамен 300 кг құрайтын CO₂ массасын едәуір төмендетуге мүмкіндік береді.

Энергияны үнемдеуді жүзеге асыру және CO₂ шығарындыларын азайту мақсатында 2003 жылы Ресейде МЕСТ 31108-2003 қабылданды, оған сәйкес минералды қоспаларды цемент массасының 65% - на дейін енгізуге рұқсат етіледі. Алайда, бұл МЕСТ-тың мүмкіндіктерін соңғы уақытқа дейін ТМД-ның бірде-бір цемент зауыты пайдаланбайды.

Қазақстанда цементке сұраныстың артуы баға мен импорттың өсуіне, сондай-ақ салаға инвестициялар көлемінің ұлғаюына алып келеді. Осыған байланысты тау-кен металлургия кәсіпорындарының қалдықтары негізінде ұсақ ұнтақталған цемент өндірісін ұйымдастыру және өнімді сату Қазақстанда цемент өндіру проблемасын шешуге мүмкіндік береді.

Негізгі іс жүзінде маңызды нәтиже – бетондарға арналған ұсақ ұнтақталған цементтің жаңа жоғары технологиялық түрін-су қажеттілігі төмен ұсақ ұнтақталған цементтерді өндірудің ғылыми және технологиялық негіздерін әзірлеу. Олардың технологиясы экологиялық тұрғыдан толық, аз металл және энергияны қажет етеді. Қуат көздері цемент өндірісіне қажетті шығындардың көп бөлігін құрайтындықтан, цемент өнеркәсібі 1 тонна цементке отын мен электр энергиясының шығынын азайтуға мүдделі [114]. ҒЗЖ нәтижелерінің ғылыми құндылығы әртүрлі ұсақтау принциптері бойынша көп компонентті жүйелердің механикалық дисперсиясының жаңа заңдылықтарынан тұрады. ББЗ (СЗ суперпластификаторы) қатысуымен механоактивтендірілген көп компонентті цементтердің гидратация нәтижесінде пайда болған жаңа өнімдерін анықтау; цементті бетондардың беріктігі жоғары және технологиялық түрлерінің құрамдарын әзірлеу.

Тәжірибелік өнеркәсіптік партияны шығарар алдында біз құрамында алюминий қоспалары, СЗ суперпластификаторы және М500 Д0 портландцементі бар электротермофосфор қожы негізінде ұсақ ұнтақталған цементтің оңтайландырылған құрамының белсенділігіне меншікті бетінің әсерін зерттеу бойынша тәжірибелер жасадық.

Ұсақ ұнтақталған цемент өндірісі цемент зауыттарында, темірбетон бұйымдары зауыттарында және құрылыс индустриясының басқа кәсіпорындарында ұйымдастырылуы мүмкін. Бұл цемент шығынын едәуір төмендетуді, сондай-ақ дірілсіз әсер ету, бумен өңдеусіз өндіру арқылы технологияны жақсартуды қамтамасыз ете отырып, жоғары сапалы бұйымдар мен конструкциялар шығаруды игеруге мүмкіндік береді.

Ұсақ ұнтақталған цементтің тәжірибелік өнеркәсіптік партиясын шығару материалдарды мөлшерлеуден бастап диірмендерден түсіруге дейінгі кезеңде үздіксіз схема бойынша келесі технологиямен жүзеге асырылды.

Бункерден қоректендіргіш қожды кептіру барабанына біркелкі береді. Инертті материалдарды кептіру жылу генераторы шығаратын ыстық ауа ағынымен ылғалдылықтың 10% - дан 2% - ға дейін төмендеуімен берілген параметрлерге сүйене отырып жүргізіледі.

Кептіру барабанынан инертті материалдар конвейермен қож бункерлеріне беріледі. Одан әрі қор бункерлеріне қосылады. Құрғақ инертті материалдар, цемент, диспенсерлер арқылы бункерден өзгертетін қоспалар диірмендерге түседі. Бункерден дайын өнім цемент құбыры арқылы пневматикалық сорғылармен сүрлемге жіберіледі.

Технологиялық желі газ тазарту, аспирация, технологиялық процесті автоматты бақылау және реттеу жүйесімен жинақталады, сондай-ақ технологияның, қауіпсіздік техникасының және өнеркәсіптік санитарияның барлық талаптарына жауап береді.

Жүйе цементті, қожды, модификациялық қоспаны мөлшерлеу жүйесімен, материалдарды тасымалдау жүйесімен және технологиялық процесті автоматты бақылау және реттеу жүйесімен жабдықталған.

Ұсақ ұнтақталған цементтің тәжірибелік-өнеркәсіптік партиясын шығару үшін фосфор қожы, пластификациялаушы қоспа, ПЦ 500 ДО портландцементі және модификациялаушы қоспалар (ТЛМЗ) пайдаланылды.

Ұсақ ұнтақталған цемент технологиясы портландцементті, пластификациялаушы қоспаны, қожды және модификациялаушы қоспаны кептіру және бірге ұнтақтау болып табылады. Кептіру 1-2% қалдық ылғалдылыққа дейін жүргізілді, цементті ұсақтау ВМ-1000 дірілдеткішінде 4200-4500 см²/г меншікті бетіне дейін жүзеге асырылады. Бетондардың құрамы 34,35 кестелерде келтірілген.

Кесте 34 - Фосфор қожы негізіндегі ұсақ ұнтақталған цемент (ҰҰЦ-50) негізіндегі бетондардың құрамы $S_{мб} = 4200$ см²/г.

Бетон маркасы	1м ³ бетонға арналған материалдардың шығыны, кг:				Табиғи қатаю кезіндегі беріктік, МПа			Орташа тығыздығы, кг/м ³	Конустың шөгуі, см.
	ҰҰЦ	Құм	Қиыршық тас	Су	3 тәулік	14 тәулік	28 тәулік		
400	400	500	1300	195	16,0	26,3	33,2	2385	8,0
450	450	530	1180	230	16,9	29,7	36,7	2390	7,5
500	500	500	1130	249	17,1	36,3	43,5	2375	8,0
550	550	1500	-	350	17,7	42,7	46,8	2400	9,0
600	600	1450	-	354	18,5	46,2	51,1	2405	8,0

Кесте – 35 Фосфор қожы негізіндегі ұсақ ұнтақталған цемент (ҰҰЦ-60) негізіндегі бетондардың құрамы $S_{уд} = 4500$ см²/г.

Бетон маркасы	1м ³ бетонға арналған материалдардың шығыны, кг:				Табиғи қатаю кезіндегі беріктік, МПа			Орташа тығыздығы, кг/м ³	Конустың шөгуі, см.
	ҰҰЦ	Құм	Қиыршық тас	Су	3 тәулік	14 тәулік	28 тәулік		
400	400	500	1300	195	16,0	26,3	33,2	2385	8,0
450	450	530	1180	230	16,9	29,7	36,7	2390	7,5
500	500	500	1130	249	17,1	36,3	43,5	2375	8,0
550	550	1500	-	350	17,7	42,7	46,8	2400	9,0
600	600	1450	-	354	18,5	46,2	51,1	2405	8,0

Ұсақ ұнтақталған цементтің тәжірибелік-өнеркәсіптік партиясын шығару нәтижесінде олардың негізінде 30-60 МПа беріктігі бар цементтер мен бетондар алынды. Жол плиталары мен бордюр тастар жасалды.

Ұсақ ұнтақталған цементтің әзірленген технологиялары мен құрамдары бетоннан жасалған бұйымдардың сапасы мен беріктігін түбегейлі арттыруға

мүмкіндік береді. Атап айтқанда, олар тұрғын үй мен жолдарды жаппай салу үшін жоғары сапалы панельдер мен плиталар өндіруге мүмкіндік береді, бұл тек цементті үнемдеумен ғана емес, сонымен қатар электр энергиясы мен жылу шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

2024 жылы Қазақстанда Тараз қаласында "NE Innovation Technology" ЖШС базасында өнімділігі ауысымына 80 тонна цех салынды. Цех 5 бөліктен тұрады: шикізатты кептіру, модификациялық қоспаларды беру, цементті ұнтақтау, сүрлем жинақтағыш және бұйымдар жасау.

Қазіргі уақытта қуаттылығы жылына 50 000 тонна фосфор қожы негізінде ұсақ ұнтақталған цементтерді өнеркәсіптік игеру жүзеге асырылуда.

Қазақстанда ұсақ ұнтақталған цемент технологиясын кеңінен игеру сараптамалық-бағдарланған индустрияландыруды іске асыру бөлігінде "Индустрия 4.0" мемлекеттік бағдарламасын іске асыруға үлкен үлес болып табылады.

5.2 Ұсақ ұнтақталған цементтер мен бетондар өндірісінің техникалық-экономикалық тиімділігі.

Кесте 36 - Бір ауысымда жұмыс істеген кезде өнімнің (қызметтің) өзіндік құнын есептеу (8 сағат)

№	Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Саны	Бағасы, теңге	Сомасы, теңге
1	Шикізатты сатып алу шығындары:				1 180 000
1.1	Портландцемент ПЦ 500 Д0	тонна	0,3	35 000	840 000
1.2	Электротермофосфор қожысы	тонна	0,7	2000	112 000
1.3	Суперпластификатор	тонна	0,015	190 000	228 000
2	Еңбекақы төлеу қоры				453 820
2.1	Мастер жалақысы	тг			271 060
2.2	Инженерлік техникалық қызметкердің жалақысы				182 760
3	Коммуналдық қызметтер				138 703
3.1	Электр энергиясы	кВт/сағ	51	29,29	119 503
3.2	Газ	м.куб.	5	48	19 200
4	Салықтар				218 677
5	Басқа да шығындар				68 800
	Барлық шығындар				2 060 000
8	Негізгі өнімнің шығымы	тн	80	25 750	2 060 000
6	1 ауысымда өнімнің (қызметтің) 1 бірлігінің өзіндік құны, теңге	$2\,060\,000/80 = 25\,750$		25 750	24 500
7	Сату бағасы			30 000	
8	Табыс:				

	- Ауысымына (8 сағат)	тн	80	30 000	2 400 000
	- Тәулігіне (2 ауысым)	тн	160	30 000	4 800 000
	- жылына	күндер	330	4 800 000	1 584 000 000
9	Пайда:				
	- Ауысымына (8 сағат)	тг	80	2 400 000- 2 060 000	340 000
	- Тәулігіне (2 ауысым)	тн	80x2	4800 000- 2 060 000x2	680 000
	- жылына	күндер	330	680 000	224 400 000

Кесте 37 - Өнімді сатудың жоспарланған көлемі

Өнім шығару бағдарламасы (қызмет көрсету) бірлігі.	Жобаны іске асыру		Жобаны іске асырудан кейінгі		
	1 жыл	2 жыл	3 жыл	4 жыл	5 жыл
Максималды қуаттан жүктеу (%)	-	15	50	100	100
Шығаруға жоспарланған өнім:					
1. ҰҰЦ-30, тн.	-	3960	13 200	26 400	26 400
2. ҰҰЦ-50, тн.	-	3960	13 200	26 400	26 400
Барлығы:	-	7920	26 400	52 800	52 800

Кесте 38 - Кірістерді есептеу

Өнім	Бірлік бағасы	Жобаны іске асыру		Іске асырудан кейінгі кезең		
		1 жыл	2 жыл	3 жыл	4 жыл	5 жыл
1. МКТЦ-40, тн.	30 000	-	118 800 000	396 000 000	792 000 000	792 000 000
2. МКТЦ-50, тн.	35 000	-	138 600 000	462 000 000	924 000 000	924 000 000
Итого:			257 400 000	858 000 000	1 716 000 000	1 716 000 000

Жұмыстың әлеуетті нарығын бағалау

Қазақстан Республикасы Статистика агенттігінің және Қаржы министрлігінің Кедендік бақылау комитетінің деректері бойынша 2020 жылы Қазақстан 10,8 млн. тн цемент өндірді. Бұл тәуелсіз мемлекет құрылған сәттен бастап алғаш рет 10 млн.тн межеден асқан көрсеткіш.

15 қазақстандық зауыттың жалпы қуаттылығы-16,5 млн. тн. жылына цемент, ал олардың орташа жүктемесі-65,5%.

Сегіз кәсіпорын Қазақстандық цементтің 86% - н берді. Сонымен қатар, 2010 жылдары құрылысына Қазақстанның Даму Банкінен ондаған миллиард теңге тартылған заманауи "кұрғақ" өндіріс технологиясы бар екі зауыт-Жамбыл АСІГ және ШҚО – дан "Қазақцемент" - толығымен тоқтатылды.

Нарыққа жаңа материалды енгізу портландцемент негізінде шығарылатын өнімдердің тізбесін қайта қарауға серпін береді, яғни ҰҰЦ классикалық цементтерден асып түсетін көрсеткіштерді ескере отырып, цемент өнеркәсібін жаңғыртуға мүмкіндік береді. Шағын және орта кәсіпкерлік субъектілері үшін елдің цемент өнеркәсібінде белгілі бір орнын иеленуге мүмкіндік туады.

Қазақстандық нарықта цементтің негізгі тұтынушылары бетон бұйымдарын, тауарлық бетон өндіретін кәсіпорындар және әртүрлі

мақсаттағы ғимараттар мен құрылыстар салатын құрылыс компаниялары және жеке тұлғалар болып табылады.

39 кесте - Цемент тұтынушылары

Тұтынушылар	%
Темірбетон және тауарлық бетон өндіретін мамандандырылған кәсіпорындар	65
Құрылыс компаниялары	25
Жеке құрылыс салушы	10

ҚР-дағы цемент зауыттары толық қуатта жұмыс істемейді. Орта есеппен 65%. Толық қуатта жұмыс жасаса цементпен қамтамасыз ету бірнеше есе жоғары болар еді (жылына шамамен 15 млн.тонна).

Цемент өндіретін негізгі кәсіпорындар Қазақстанның төрт облысында- Қарағанды, Шығыс Қазақстан, Түркістан және Жамбыл облыстарында шоғырланған. 2017 жылға дейін цемент өндірісі Алматы облысы, "Almaty Cement Company" ЖШС аумағында жүзеге асырылды, бірақ қазіргі уақытта өз қызметін тоқтатқан.

Ұсақ ұнтақталған цементтердің өнеркәсіптік портландцементтерге қарағанда жоғары технологиялық, төмен құны, олардың негізіндегі бетон қоспалары мен бетонның жоғары сапасы, сондай-ақ жоғары экологиялық тиімділігі бойынша негізгі артықшылықтары бар.

Мысалы: зауыт салынатын Тараз қаласы күйдірмейтін цемент өндіретін, географиялық орналасуы жақсы. Алматы, Шымкент, Қызылорда қалаларынан бірдей қашықтықта бола отырып, зауыт келешекте оңтүстік өңірдің цемент өнімдерінің шикізаты нарығындағы өз үлесін толық көлемде иемденіп, кейіннен өндірісті ұлғайта алады.

Сұраныс пен ұсынысты географиялық тұрғыдан сәтті қалыптастыру үшін нарықты сегменттеуді таңдай отырып, компания келесі өлшемдерді басшылыққа алады:

- Сегментті игерудің қолжетімділігі;
- Нарықтың осы сегментінің сыйымдылығы, нарық іс жүзінде бос, өйткені Қазақстанда бұған ұқсас өнім жоқ;
- Сервис бойынша қолайлы шарттар;
- Перспективада осы сегментте мүмкін болатын тиімді жұмыс.

Бұл ретте компания тұтынушылардың барлық топтарын қанағаттандыратын өнімнің толық ассортиментін таңдалған сегментке ұсынуды көздейтін толық қамту стратегиясын таңдайды.

Негізгі өнімдерді орналастыру тұжырымдамасы компанияның атымен қолдау табады және қаптамада логотип ретінде көрінеді, сонымен қатар маркетингті басқарудың жүйелік тәсілімен ерекшеленеді. Ол үшін маркетинг қызметі құрылады, ол келесі шаруалармен айналысады: маркетингтік ақпаратты жинау, бәсекелестердің тауарларының орналасуын талдау, маркетинг кешенін әзірлеу және маркетингтік бақылауды жүзеге асыру.

Осылайша, біз 50 000 тонна көлемінде ұсақ ұнтақталған цементтерді шығарамыз, жылына ҚР нарығында шығарылатын өнімнің жалпы көлемінің 1,5 % - мөлшерін өндіруге тырысамыз.

Біз әзірлеген ұсақ ұнтақталған цементтің әлеуетті тұтынушылары темірбетон бұйымдарын (ТБӨ) және құрылыс саласымен (ҚС) айналысатын мынадай кәсіпорындар болып табылады:

- Әскери құрылыс АҚ ТБӨ және ҚС үшін кәсіпорынның жылдық қажеттілігі 450 000 тн құрайды.
- Тараз-ЦементСтрой АҚ ТБӨ және ҚС үшін кәсіпорынның жылдық қажеттілігі 600 000 тн құрайды.
- Construction Plant KazConstructionGroup ЖШС ТБӨ және ҚС үшін кәсіпорынның жылдық қажеттілігі 450 000 тн құрайды.
- Самир АС ЖШС ТБӨ және ҚС үшін кәсіпорынның жылдық қажеттілігі 500 000 тн құрайды.
- Проекты Домов ЖШС ТБӨ және ҚС үшін кәсіпорынның жылдық қажеттілігі 30 000 тн құрайды.
- Development "BiGlobal" ЖШС ТБӨ және ҚС үшін кәсіпорынның жылдық қажеттілігі 45 000 тн құрайды.

Қазақстанда ұсақ ұнтақталған цемент өндірісі игерілмеген. ПЦ500 Д0 және одан жоғары маркалы қоспасыз портландцементтерді ұсақ ұнтақталған цементтер алмастыра алады.

ПЦ500 Д0 және одан жоғары маркалы қоспасыз портландцементтер шығаратын цемент зауыттары: "Жамбыл Цемент" ЖШС, "Стандартцемент" ЖШС, "Шымкентцемент" ЖШС.

Бағаларды есептеу кезінде тұтынушыға да, бәсекелестерге де бағдарланған нарықтық (маркетингтік) әдіс қолданылады. Маркетингтік зерттеулерге сүйене отырып, 1 тонна цементтің орташа бағасы 30 000 теңгені құрайды деп болжауға болады.

Жаңа құрылыс материалы сәндік және әрлеу өнімдерінің барлық түрлерін өндіруде қолдану перспективаларын ашады. Оларды қолдану ауқымын минералды бояғыштарды қолдану арқылы кеңейтуге болады.

Ұсақ ұнтақталған цементтен жасалған бетон қоспасы өзінің қалыптау қасиеттерін 3-8 сағат бойы сақтайды, жайғастырылғаннан кейін 8-10 сағаттан кейін беріктіктің тез өсуі басталады.

40 кестеде ұсынылатын өнімнің техникалық және тұтынушылық сипаттамалары туралы толық ақпарат берілген. Сонымен қатар, нарықтағы қолданыстағы аналогтармен және алмастырғыштармен салыстырмалы талдау жүргізілген.

40 кесте - Өнімнің техникалық және тұтынушылық сипаттамалары

Көрсеткіш	Өлше м бірлігі	Ұсақ ұнтақталған цемент ҰҰЦ-50	Стандарт Цемент ПЦ500 Д0	Шымкентцемент т ПЦ500 Д0	Жамбыл цемент ПЦ500 Д0
Энергия шығыны: - Клинкерді ұнтақтау	кВт	51	115	115	115
Шартты отын шығыны (газ): - клинкерді күйдіру - қожды кептіру	м ³	- 5	220 -	220 -	220 -
Экологиял ық залал		Өнеркәсіптік қалдықтарды 100% кәдеге жарату. Атмосфераға шығарындыла рдың болмауы	Әктас пен сазды өндіру (1 тонна цемент үшін 1,5- тен 2,4 тоннаға дейін шикізат қажет); - CO ₂ мен шаңның үлкен шығарындылар ы (1 т портландцемент ке 900 кг-нан астам CO ₂ және 300-900 кг шаң).	Әктас пен сазды өндіру (1 тонна цемент үшін 1,5- тен 2,4 тоннаға дейін шикізат қажет); - CO ₂ мен шаңның үлкен шығарындылары (1 т портландцементк е 900 кг-нан астам CO ₂ және 300-900 кг шаң).	Әктас пен сазды өндіру (1 тонна цемент үшін 1,5-тен 2,4 тоннаға дейін шикізат қажет); - CO ₂ мен шаңның үлкен шығарындылар ы (1 т портландцемен тке 900 кг-нан астам CO ₂ және 300-900 кг шаң).
28 күндік қалыпты қатаю кезіндегі тұтқыр беріктігі: - иілу кезінде - қысу кезінде	МПа	5,5 46,0	4,7 43,0	4,5 42,7	4,8 43,5
Сату бағасы, теңге		30 000	36 000	36 000	36 000

Бөлім бойынша қорытындылар

ҰҰЦ - нің оңтайлы меншікті беті оның түріне байланысты анықталды. ҰҰЦ-50 меншікті беті $5000 \text{ см}^2/\text{г}$ -ден асады, алынған цемент борпылдақ, сұр түсті.

ҰҰЦ ұнтақтау уақытының суперпластификатор мөлшеріне тәуелділігі зерттелді. ҰҰЦ құрамындағы С-3 ұлғаюы ұнтақтау ұзақтығын және ұнтақтауға жұмсалатын энергия шығынын қысқартады.

Ұсақ ұнтақталған цементтер негізінде жасалған бұйымдардан жасалған бетондардың тәжірибелік-өнеркәсіптік партиясы шығарылды.

NE Innovation Technology ЖШС базасында ұсақ ұнтақталған цементтерді өндіру бойынша цех салынды және фосфор қожы негізінде ұсақ ұнтақталған цементтерді өнеркәсіптік игеру жүзеге асырылды.

Фосфор қожы негізінде ұсақ ұнтақталған цементтерді өнеркәсіптік игеру кезінде олардың негізінде 50-60 МПа беріктігі бар цементтер мен бетондар алынды.

ҚОРЫТЫНДЫ

1. Қазақстан Республикасының минералдық-шикізат базасына, ірі тоннажды техногендік қалдықтарға (домна және электротермофосфор қождары, жылу энергетикасының күл-қож қалдықтары, түсті металлургия қождары) олардың техникалық жарамдылығын және ҰҰЦ-ке екінші компоненті ретінде пайдаланудың экономикалық орындылығын бағалау мақсатында талдау жасалды;
2. Техногендік қалдықтардың ұнтақталу қабілеті және осы процеске энергия шығынын азайту мақсатында ұнтақтау технологиясын оңтайландыру зерттелді. ҰҰЦ-ді алудың ең аз энергияны қажет ететін технологиялық процестері таңдалды;
3. ҰҰЦ -30-тан ҰҰЦ -60-ға дейінгі клинкер мөлшерін төмендету және Қазақстан цемент нарығында беріктіктің таңбалық мәндерін (300, 400) ең төменгі өзіндік құнымен қамтамасыз ету мақсатында ҰҰЦ ұнтақтау құрамы мен майдалылығын оңтайландыру көрсетілген;
4. ҰҰЦ гидратациясы кезінде жаңа түзілістердің пайда болу процестері, тұтқыр заттың механикалық белсендірілген компоненттерінің жаңа реакциялары мен өзара әрекеттесу өнімдерін анықтау зерттелді;
5. Техногендік қалдықтардан алынған ұсақ ұнтақталған цементтер негізінде ауыр және ұсақ түйіршікті бетондардың оңтайлы құрамы орнатылды;
6. Фосфор қождары қалдықтарынан алынған ұсақ ұнтақталған цементтер негізінде бетондардың әртүрлі түрлері мен маркаларының құрылыс-техникалық қасиеттері зерттелді;
7. Фосфор қождары қалдықтарынан алынған ұсақ ұнтақталған цементтер негізіндегі бетондардың пайдалану сипаттамалары мен беріктігі зерттелді;
8. Фосфор қождары қалдықтарынан алынған ұсақ ұнтақталған цементтер негізіндегі бетондар ерекше су мен сульфатқа, аязға төзімділікке ие екендігі анықталды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДБИТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Евстигнеева Ю.А. Развитие вяжущих материалов: от глины к цементу// Технология бетонов. -2007. -№1. – С. 26-27.
- 2 Уфимцев В.М., Капустин Ф.Л., Пьячев В.А. Проблемы использования техногенного сырья в производстве цемента// Цемент и его применение.- 2009. № 6. - С. 86-90.
- 3 Мажарин Н.Н., Классен В.К. Эффективность производства двухклинкерных смешанных цементов// Цемент и его применение.- 2009. № 1.- С. 55-59.
- 4 Жовтая В.Н., Лугинина И.Г. Состояние сырьевых ресурсов и использование отходов. Материалы 8-го Всесоюзного научно-технического совещания по химии и технологии цемента. - М.: ИНЭК, 1991. - С.298-301.
- 5 Пшеничный Г.Н. О механизме твердения портландцемента // Популярное бетоноведение. -2009. - № 1. - С. 28-36.
- 6 Сузев Н.А., Худякова Т.М., Некипелов С.А. Некоторые свойства бетонов на карбонатном портландцементе // Технология бетонов. – 2009. - № 9-10. - С. 20 -23
- 7 Kazakhstan in a New Reality: Time for Action. President of Kazakhstan Kassym-Jomart Tokayev's State of the Nation Address. Available online: https://www.akorda.kz/en/addresses/addresses_of_president/president-of-kazakhstan-kassym-jomart-toka-yevs-state-of-the-nation-address-september-1-2020 (accessed on 1 September 2020).
- 8 The Strategic Plan for Development of the Republic of Kazakhstan until the Year 2025, Has Been Approved by the Decree of the President of the Republic of Kazakhstan No. 636. Available online: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1800000636> (accessed on 15 February 2018).
- 9 Abisheva, Z.S.; Bochevskaya, E.G.; Zagorodnyaya, A.N. Technology of phosphorus slag processing for preparation of precipitated silica. Theor. Found. Chem. Eng. 2013, 47, Pp.428–434.
- 10 Zhantasov, M.; Bimbetova, G.; Kutzhanova, A. Examination of optimal parameters of oxy-ethylation of fatty acids with a view to obtaining demulsifiers for deliquescence in the system of skimming and treatment of oil: A method to obtain demulsifier from fatty acids. Chem. Today 2016, 34, Pp. 72–77.
- 11 Khudyakova, T.M.; Kenzhibaeva, G.S.; Kutzhanova, A.N.; Iztleuov, G.M.; Mynbaeva, E. Optimization of Raw Material Mixes in Studying Mixed Cements and Their Physicomechanical Properties. Refract. Ind. Ceram. 2019, 60, Pp.76–81.
- 12 Volokitina, I.; Kolesnikov, A.; Fediuk, R.; Klyuev, S.; Sabitov, L.; Volokitin, A.; Zhuniskaliyev, T.; Kelamanov, B.; Yessengaliev, D.; Yerzhanov, A. Study of the Properties of Antifriction Rings under Severe Plastic Deformation. Materials 2022, 15, 2584. Pp. 2-3

- 13 Efremova, S. Scientific and technical solutions to the problem of utilization of waste from plant- and mineral-based industries. *Russ. J. Gen. Chem.* 2012, 82, Pp.963–968.
- 14 Khoroshavin, L.B.; Perepelitsyn, V.A.; Kochkin, D.K. Problems of technogenic resources. *Refract. Ind. Ceram.* 1998, 39, Pp.366–368.
- 15 Kenzhibaeva, G.S.; Botabaev, N.E.; Kutzhanova, A.N.; Iztleuov, G.M.; Suigenbaeva, A.Z.; Ashirbaev, K.A. Thermodynamic Modeling of Chemical and Phase Transformations in a Waelz Process-Slag–Carbon System. *Refract. Ind. Ceram.* 2020, 61, Pp. 289–292.
- 16 Sergeeva, I.V.; Botabaev, N.E.; Al’Zhanova, A.Z.; Ashirbaev, K.A. Thermodynamic simulation of chemical and phase transformations in the system of oxidized manganese ore—Carbon. *Izv. Ferr. Metall.* 2017, 60, Pp.759–765.
- 17 Kolesnikova, O.; Zhanikulov, N.; Zhakipbayev, B.; Kuraev, R.; Akhmetova, E.; Shal, A. Processing of Waste from Enrichment with the Production of Cement Clinker and the Extraction of Zinc. *Materials* 2022, 15, 324. Pp.1-2.
- 18 Kolesnikov, A.; Fediuk, R.; Amran, M.; Klyuev, S.; Klyuev, A.; Volokitina, I.; Naukenova, A.; Shapalov, S.; Utelbayeva, A.; Kolesnikova, O.; et al. Modeling of Non-Ferrous Metallurgy Waste Disposal with the Production of Iron Silicides and Zinc Distillation. *Materials* 2022, 15, 2542. Pp.1-3.
- 19 Bazhenov, S.V. Competition between brick construction and new types of building technologies. *Build. Mater.* 2008, 11, Pp.62–63.
- 20 Ponamarev, I.G. The Russian market of silicate bricks. *Build. Mater.* 2010, 9, Pp.4–5.
- 21 Barinova, L.S.; Kupriyanova, L.I.; Mironova, V.V. Silicate brick in Russia: Current state and development prospects. *Build. Mater.* 2008, 11, Pp.4–9.
- 22 Aymenov, A.Z.; Sarsenbayev, N.B.; Khudyakova, T.M.; Sarsenbayev, B.K.; Batyrkhanov, A.T.; Kopzhassarov, B.T. Effect of Additive of Polymetallic Ores’ Tailings on Properties of Composite Cements. *Eurasian Chem. Technol. J.* 2016, 18, Pp.153–160.
- 23 Auyesbek S., Sarsenbayev N., Abduova A., Sarsenbayev B., Uderbayev S., AimenovZh., Kenzhaliyeva G., Akishev U. Man-made raw materials for the production of composite silicate materials using energy-saving technology, *Journal of composites science J. Compos. Sci.* 2023, 7, 124. <https://doi.org/10.3390/jcs7030124>
- 24 Sarsenbayev, N.B.; Sarsenbayev, B.K.; Aubakirova, T.S.; Aimenov, J.T.; Abdiramanova, K.S. Phase composition and structure- formation of the low-clinkered floured cements. *Eurasian Chem. Technol. J.* 2014, 16, Pp333–338.
- 25 Marom, G. The Biomimetic Evolution of Composite Materials: From Straw Bricks to Engineering Structures and Nanocomposites. *J. Compos. Sci.* 2021, 5, 123. Pp 2-3.
- 26 Hussain, M.; Levacher, D.; Saouti, L.; Leblanc, N.; Zmamou, H.; Djeran-Maigre, I.; Razakamanantsoa, A. Implementation on a Preparation and Controlled

Compaction Procedure for Waste-Fiber-Reinforced Raw Earth Samples. J. Compos. Sci. 2022, 6, 3. Pp 1-3.

27 Luo, Y. Microstructure-Free Finite Element Modeling for Elasticity Characterization and Design of Fine-Particulate Composites. J. Compos. Sci. 2022, 6, 35. Pp.1-2.

28 Kolesnikov, A.S. Kinetic investigations into the distillation of nonferrous metals during complex processing of waste of metallurgical industry. Russ. J. Non-Ferrous Met. 2015, 56, Pp.1–5.

29 Sambucci, M.; Sibai, A.; Fattore, L.; Martufi, R.; Lucibello, S.; Valente, M. Finite Element Multi-Physics Analysis and Experimental Testing for Hollow Brick Solutions with Lightweight and Eco-Sustainable Cement Mix. J. Compos. Sci. 2022, 6, 107. Pp.1–5.

30 Ibn-Elhaj, S.; Mounir, S.; Khabbazi, A.; Sarghini, H. Effect of Clay's Multilayer Composites Material on the Energy Efficiency of Buildings. J. Compos. Sci. 2022, 6, 151. Pp. 1-4.

31 Makrygiannis, I.; Tsetsekou, A. Effect of Expanded Perlite in the Brick Mixture on the Physicochemical and Thermal Properties of the Final Products. J. Compos. Sci. 2022, 6, 211. Pp. 1-4.

32 Fediuk, R.S.; Yevdokimova, Y.G.; Smoliakov, A.K.; Stoyushko, N.Y.; Lesovik, V.S. Use of geonics scientific positions for designing of building composites for protective (fortification) structures. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2017, 221, 012011. Pp.1-6.

33 Fediuk, R. High-strength fibrous concrete of Russian Far East natural materials. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2016, 116, 012020. Pp.1-3.

34 Zhanikulov, N.N.; Khudyakova, T.M.; Taimasov, B.T. Receiving portland cement from technogenic raw materials of South Kazakhstan portlandcement. Euras. Chem. Tech. J. 2019, 21, Pp.334–340.

35 Serikbaev, B.E.; Zolkin, A.L.; Kenzhibaeva, G.S. Processing of Non-Ferrous Metallurgy Waste Slag for its Complex Recovery as a Secondary Mineral Raw Material. Refract. Ind. Ceram. 2021, 62, Pp.375–380.

36 Tian, K.V.; Mahmoud, M.Z.; Cozza, P.; Licoccia, S.; Fang, D.C.; Di Tommaso, D.; Chass, G.A.; Greaves, G.N. Periodic vs. molecular cluster approaches to resolving glass structure and properties: Anorthite a case study. J. Non-Cryst. Solids 2016, 451, Pp.138–145.

37 Auyesbek S.T., Sarsenbayev N.B., Sarsenbayev B.K., Karshyga G.O., Nurbaeva, F.K. Thermal insulating materials based on magnesium-containing technogenic raw materials, *Rasayan Journal of Chemistry* Vol. 16 | No. 1 |413-421| January - March | 2023, ISSN: 0974-1496 | e-ISSN: 0976-0083 | CODEN: RJCABP, <http://www.rasayanjournal.com>, <http://www.rasayanjournal.co.in>

38 A.Zh. Aymenov, N.B. Sarsenbayev, T.M. Khudyakova, B.K. Sarsenbayev, Effect of Additive of Polymetallic Ores' Tailings on Properties of Composite Cements. Eurasian Chemico-Technological Journal, 2, 153(2016) Pp.1-3.

- 39 А. С. Колесников, И. В. Сергеева, Н. Е. Ботабаев, А. Ж. Альжанова, Х. А. Аширбаев, Термодинамическое моделирование химических и фазовых превращений в системе окисленная марганцевая руда – углерод. Metallurgy, 9, 759(2017), <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2017-9-Pp.759-765>
- 40 B. Satbaev, S. Yefremova, A. Zharmenov, A. Kablanbekov, S. Yermishin, N. Shalabaev, Materials, 14, 4119(2021), <https://doi.org/10.3390/ma14154119> Pp.1-2.
- 41 A.S. Kolesnikov, I. V. Sergeeva, N. E. Botabaev, A. Zh. Al'zhanova, Kh. A. Ashirbaev, Chemical and phase transition in oxidized manganese ore in the presence of carbon, 47, 605(2017), <https://doi.org/10.3103/S0967091217090078> Pp.605-609.
- 42 Ye.B. Uteпов, A. Aniskin, A.P. Ibrashov, A.Tulebekova, Magazine of Civil Engineering. 90(6), 93(2019), <https://doi.org/10.18720/MCE.90.9>
- 43 B. Taimasov, B. Sarsenbayev, T. Khudyakova, A. Kolesnikov, N. Zhanikulov, Eurasian Chemico-Technological Journal, 4, 347(2017), <https://doi.org/10.18321/ectj683>
- 44 A.S. Kolesnikov, B.E. Serikbaev, A.L. Zolkin, Refractories and Industrial Ceramics, 4, 375(2021). <https://doi.org/10.1007/s11148-021-00611-7A>
- 45 D.A. Akhmetov, Y.V. Pukharenko, N.I. Vatin, S.B. Akhazhanov, A.R. Akhmetov, A.Z. Jetpisbayeva, Y.B. Uteпов, Materials, 15, 2648(2022), <https://doi.org/10.3390/ma15072648>
- 46 A. S. Kolesnikov, B. Ye. Zhakipbaev, N.N. Zhanikulov, O.G. Kolesnikova, E.K. Akhmetova, R.M. Kuraev, A.L. Shal, Rasayan Journal of Chemistry, 2, 997(2021), <https://doi.org/10.31788/RJC.2021.1426229>
- 47 N.N. Zhanikulov, T.M. Khudyakova, B.T. Taimasov, B.K. Sarsenbayev, M.S. Dauletiarov, A.S. Kolesnikov, R.O. Karshygayev, Eurasian Chemico-Technological Journal, 4, 333(2019), <https://doi.org/10.18321/ectj890>
- 48 I. Volokitina, A. Kolesnikov, R. Fediuk, A. Yerzhanov, S. Klyuev, A. Volokitin, T. Zhuniskaliyev, B. Kelamanov, et al. Materials, 15, 7, 2584(2022), <https://doi.org/10.3390/ma15072584>
- 49 I.O. Aimbetova, G.Z. Koishiyeva, E.O. Aimbetova, Z.I. Moldagazyeva, D.N. Myrkheyeva. International Journal of Energy for a Clean Environment, 24(1), 1(2023), <http://doi.org/10.1615/InterJEnerCleanEnv.2022043034>
- 50 A.S. Kolesnikov, G.S. Kenzhibaeva, N. E. Botabaev et al., Refractories and Industrial Ceramics, 3,289(2020), <https://doi.org/10.1007/s11148-020-00474-4>
- 51 S. Lezhnev, A. Naizabekov, A.Volokitin, I.Volokitina. Procedia Engineering, 81, 1505(2014), <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.181>
- 52 A.S. Kolesnikov, Russian Journal of Non-Ferrous Metals, 56, 1(2015), <https://doi.org/10.3103/S1067821215010113>

- 53 M. Kambatyrov, U. Nazarbek, P. Abdurazova, S. Nazarbekova and Y. Raiymbekov, *Rasayan Journal of Chemistry*, 3, 1308(2020), <https://doi.org/10.31788/RJC.2020.1335729>
- 54 O. Kolesnikova, S. Syrlybekkyzy, R. Fediuk, A. Yerzhanov, R. Nadirov, A. Utelbayeva, et al., *Materials*, 15, 6980(2022), <https://doi.org/10.3390/ma15196980>
- 55 A. Mamyrbekova, A.D. Mamitova, M.K. Kassymova, Zh. Aitbayeva, G.E. Shimirova, Zh. E. Daribayev and D. Tanatar, *Rasayan Journal of Chemistry*, 4, 2332(2020), <https://doi.org/10.31788/RJC.2020.1345761>
- 56 A. Volokitin, A. Naizabekov, I. Volokitina, A. Kolesnikov. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 57(4), 809(2022) 20. R. Fediuk, M. Amran, A. Kolesnikov, S. Klyuev, I. Volokitina, *Materials*, 15(7), 2542(2022), <https://doi.org/10.3390/ma15072542>
- 57 S.A. Kvyatkovskii, E.A. Sit'ko, B.M. Sukurov, B.A. Omirzakov. *Metallurgist*, 63(9-10), 1094(2020), <https://doi.org/10.1007/s11015-020-00927-8>
- 58 A. Kolesnikov, R. Fediuk, O. Kolesnikova, N. Zhanikulov, B. Zhakipbayev, R. Kuraev, E. Akhmetova, A. Shal. *Materials*, 15(1), 324(2022). <https://doi.org/10.3390/ma15010324> 23. N. Zhangabay, B. Sapargaliyeva, A. Utelbayeva, A. Kolesnikov, M.Yermakhanov, S. Mussayeva, *Materials*, 15, 4996(2022), <https://doi.org/10.3390/ma15144996>
- 59 A. E. Filin, T. I. Ovchinnikova, O. M. Zinovieva, A. M. Merkulova. *Gornyi Zhurnal*, 3, 67(2020), <https://doi.org/10.17580/gzh.2020.03.13>
- 60 L.V. Sokolovskaya, S.A. Kvyatkovskiy, S.M. Kozhakhmetov, A.S. Semenova, R.S. Seisembayev. *Metallurgist*, 65(5-6), 529(2021), <https://doi.org/10.1007/s11015-021-01187-w>
- 61 ГОСТ 310.1 - 6 «Цементы. методы испытаний»
- 62 ГОСТ 30515-97 «Цементы. Общие технические условия»
- 63 ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. ТУ»
- 64 ГОСТ 23732 «Вода для бетон и растворов. ТУ»
- 65 Ребиндер П.А. Избранные труды. Коллоидная химия.- М.: Наука.- 1978. – С. 74-82.
- 66 Флоров Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. М.: Химия.- 1988.-С.464.
- 67 Липилин А.Б., Коренюгина Н.В., Вексер М.В. Методы снижения затрат энергии при помолу цемента. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.milavida.ru/cement-aktivaciya>.
- 68 Dombrowe H., Hoffmann B., Scheibe W.:ZKG; 1982, 35(11), 571-580.
- 69 Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные бетоны./Научное издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов.- 2006.-С. 368.
- 70 Ломаченко Д.В., Кудеярова Н.П. Влияние поверхностно – активных свойств добавок на размоловоспособность цементного клинкера// Строительные материалы.- 2010.- №4.– С. 58-59.

71 Патент РФ №2373163 «Способ изготовления цемента низкой водопотребности», приоритет от 22.01.1992, авторы: Юдович Б.Э., Тарнаруцкий Г.М., Дмитриев А.М., Хлусов В.Б., Зубехин С.А., Рубенчик В.Ю., Литвин А.Я., Хлудеев В.И., Иванова В.В., Бабаев Ш.Т. и др.

72 Патент РФ №2379240. «Способ изготовления цемента низкой водопотребности», приоритет от 21.06.2001, авторы: Юдович Б.Э., Зубехин С.А.

73 Каримов И.Ш. Тонкодисперсные минеральные наполнители в составах цементных композиций. Авт. дисс. на сои. уч. сте. к.т.н. Сб.- 1996.- С.26.

74 Зырянов Ф.А. Добавка на основе вяжущего низкой водопотребности для быстротвердеющего и высокопрочного монолитного бетона. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. //Челябинск 2008.- С.22.

75 Хеллер Т., Мюллер Т., Хонерт Д. Добавки для помола на основе поликарбосилатов (PCE) //Цемент. Известь. Гипс.- 2011.-№1. – С. 43-49.

76 Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. – М.: Изд-во литература по строительству.-1972. -С. 237.

77 Красникова Н.М. Сухие смеси для неавтоклавного пенобетона. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. //Казань 2010.- С.21.

78 Кашеева С.А., Гаркави М.С., Син И.С. Производство ВНВ в центробежно – ударной мельнице// Цемент и его применение.- 2011.- №1. – С. 90-91.

79 ГОСТ 24211-2003 «Добавки для бетонов. Общие технические требования».

80 ГОСТ 25094-94 «Добавки активные минеральные для цементов. Методы испытаний».

81 ГОСТ 24640-91 «Добавки для цементов. Классификация»

82 Уфимцев В.М., Капустин Ф.Л., Пьячев В.А, Вишня Б.Л. Попутные минеральные продукты теплоэнергетики в производстве вяжущих: новые возможности// Технологии бетонов.- 2009.- № 2 – С. 16 -18.

83 Усов Б.А., Попов Н.Л. Химические добавки в сухих строительных смесях на молотом портландцементе с кварцсодержащими микронаполнителями// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.- 2003. -№ 12. – С. 28-29.

84 Сизов В.П. Об активации цемента с наполнителями при отдельной технологии приготовления бетона// Бетон и железобетон.- 1988. -№6.- С.26-27.

85 Королев А.С., Зырянов Ф.А., Трофимов Б.Я. Быстротвердеющее композиционное вяжущее на основе портландцемента и вяжущего низкой водопотребности// Строительные материалы.- 2007. -№ 4. – С. 72 – 73.

86 Лесовик Р.В., Жерновский И.В. Выбор кремнесордежащего компонента композиционных вяжущих веществ // Строительные материалы.- 2008. -№8. – С. 78 – 79.

87 Гридчин А.М., Лесовик Р.В. Особенности производства вяжущих низкой водопотребности и бетона на его основе с использованием техногенного полиминерального песка // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.- 2002.-№ 1. – С. 36-37.

88 Белов В.В., Смирнов М.А. Премикусы – инновации в технологии строительных композитов// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. -2009.- № 6. – С. 32-33.

89 Международные новости строительства. Новый быстротвердеющий цемент// Технология бетонов. -2009.- № 2 – С. 27.

90 Сузеев Н.А., Худякова Т.М., Некипелов С.А. Некоторые свойства бетонов на карбонатном портландцементе// Технология бетонов.- 2000.-№ 9-109. – С. 20 -22.

91 Липилин А.Б., Коренюгина Н.В., Векслер М.В. Инновационные технологии снижения расхода цемента в строительстве на основе использования сырьевых ресурсов Тульской области Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.- 2007.- № 12– С. 14-15.

92 Тимашев В.В., Сулименко Л.М. Агломерация цементных сырьевых смесей при измельчении и хранении// цемент.-1980-№1.-С.13-15. №2.- С.5-6

93 Болотских О. Европейские методы физико- механических испытаний бетона. – Харьков.: Торнадо,2010- С.143.

94 ГОСТ 10181-2000 «Смеси бетонные. Методы испытаний»

95 Ходаков Г.С. Физика измельчения.-С.307.

96 Пшеничный Г.Н.// Популярное бетоноведение

97 Александровский СВ. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на температурные и влажностные воздействия (с учетом ползучести). Стройиздат, 1966.

98 Гвоздев А.А., Галустов К.З., Яшин А.В. Об уточнении теории линейной ползучести бетона. «Механика твердого тела», 1966, № 6.

99 Звездов А.И. ЖБИ в современном строительстве - [Электронный ресурс] / Режим доступа: [//www.niizhb.org](http://www.niizhb.org)

100 Пшеничный Г.Н.// Популярное бетоноведение

101 Александровский СВ. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на температурные и влажностные воздействия (с учетом ползучести). Стройиздат, 1966.

102 К и н д В. А., О कोरोков С. Д., В о ль ф сон С. Л. Деформации усадки и набухания при твердении портландцементов различного химического состава. «Цемент», 1937. № 8.

103 Г в о з д е в А. А., Г а л у с т о в К. З., Я ш и н А. В. Об уточнении теории линейной ползучести бетона. «Механика твердого тела», 1966, № 6.

- 104 Шейкина А. Е., Баскаков Н. С. Влияние минералогического состава портландцемента на ползучесть бетона при сжатии. «Строительная промышленность», 1955, № 9.
- 105 Хромец Ю. Н., Щербаков Е. Н. Опыт нормирования ползучести и усадки бетона в расчетах железобетонных конструкций. координационных совещаний по гидротехнике, вып. 31, «Энергия», М. — Л., 1966.
- 106 Гольдин Г.Б. О величине усадки высокопрочного бетона. Сб. «Исследование работы искусственных сооружений» Западно-Сибирское книжное изд-во, Новосибирск, 1965.
- 107 Щербаков Е. Н. О прогнозе величин деформаций ползучести и усадки тяжелого бетона в стадии проектирования конструкций. Труды ЦНИИС, вып. 70. «Транспорт», 1969.
- Таймасов Б.Т., Классен В.К. Химическая технология вяжущих материалов: учебник/ - 2-е изд., доп. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 448 с.
- 108 Бабаев Ш.Т., Дикун А.Д., Сорокин Ю.В. Физико – механические свойства цементного камня из вяжущих низкой водопотребности// Строительные материалы., № 1, 1991. – С. 19 – 21.
- 109 Алексеев С.Н., Розенталь Н.К. Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде. – М.: Стройиздат, 1976.-205с.
- 110 Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузеева Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. - М.: Стройиздат, 1980.-536с.
- 111 Таймасов Б.Т., Классен В.К. Химическая технология вяжущих материалов: учебник/ - 2-е изд., доп. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 448 с.
- 112 Классен В.К., Борисов И.Н., Мануйлов В.Е. Техногенные материалы в производстве цемента: монография.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. -126с.
- 113 Hjort M., Skobelev D., Almgren R. et al. Best Available Techniques and Sustainable Development Goals // Proc. of the 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – 2019. – Is. 4.2. – P. 185-189.
- 114 Potapova E.N., Guseva T.V., Tolstykh T.O., Bubnov A.G. Technological, technical, organizational and managerial solutions for the sustainable development and decarbonization of cement sector // Technique and technology of silicates. 2023. Vol. 30, No2. Pp. 104 – 115.
- 115 Bashmakov I. A., Potapova E. N., Borisov K. B., Lebedev O. V., Guseva T. V. Cement Sector Decarbonization and Development of Environmental and Energy Management Systems// Stroitel'nye Materialy. 2023. № 9. Pp. 4-12.
- 116 Kleib J., Aouad G., Abriak N., Benzerzour M. Production of Portland cement clinker from French Municipal Solid Waste Incineration Bottom Ash // Case Studies in Construction Materials. – 2021. –Vol.15. e00629. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00629> (32 95th percentile цитаты в Scopus. ISSN 22145095. 3,83 Взвешенный по области знаний индекс цитирования)

117 Gartner E., Hirao H. A review of alternative approaches to the reduction of CO₂ emissions associated with the manufacture of the binder phase in concrete // Cement and Concrete Research. - 2015. – Vol. 78. – P. 126-142. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.04.012> (415 94th percentile цитаты в Scopus. ISSN 0088846.3,51 Взвешенный по области знаний индекс цитирования)

118 Technology Roadmap-Low-Carbon Transition in the Cement Industry 2014 [Электронный ресурс]. URL: <https://webstore.lea.org/technology-roadmap-low-carbon-transition-in-the-cement-industry> (дата обращения 23.03.2020).

119 Лейтан Ф. Взгляд вперед: каким будет цементный завод в ближайшем будущем // Цемент и его применение. 2020. № 1. – С. 124-128.

120 Concrete is more than a material. It's about life/ Global Cement and Concrete Association (GCCA) of 03.05.2021

121 Экологическое нормирование предприятий: наилучшие доступные технологии, повышение энергоэффективности и выбросы парниковых газов. Международный опыт и российские подходы. – М.: Инфо тропик Медиа, 2017. – 104 с.

122 Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide. – 2013 https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/201911/CLM_Published_def_0.pdf

123 Scrivener K.L., John V.M., Gartner E.M. Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry // Cement and Concrete Research. - 2018. – Vol. 114. – P. 2-26. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.03.015> (1296 94th percentile цитаты в Scopus. ISSN 0088846. Издатель Elsevier Ltd, 30,06 Взвешенный по области знаний индекс цитирования).

124 Aimenov A., Khudyakova T., Sarsenbayev B., Dzhakipbekova N., Ali Khalid Abdul Khalim Kheidar, Alvein Yaser Mukhamed Ali // Studying the Mineral Additives Effect on a Composition and Properties of a Composite Binding Agent. ORIENTAL JOURNAL OF CHEMISTRY ISSN: 0970-020 X CODEN: OJCHEG 2018, Vol. 34, No.(4): Pg. 1945-1955

ҚОСЫМША 1

СОГЛАСОВАНО

Проректор по НР и И
ЮКУ им.М.Ауэзова
Сулейменов У.С.

« 18 » 12 2024 г.



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ТОО «NE
Innovation Technology» Мирхамидов
М.М.

« 13 » 12 2024 г.



АКТ № 213 от 18.12.2024 г.

внедрения результатов научно-исследовательских работ в производство для
технических специальностей

Мы, нижеподписавшиеся представители,
ТОО «NE Innovation Technology» Мирхамидов М.М. и Ыбраимкулов Ш.Б.
(указывается организация)

настоящим актом подтверждаем, что результаты научно-исследовательской
работы AP15573148 Организация производства малоклинкерных
тонкомолотых цементов на основе отходов промышленности
(название научно-исследовательской работы)

выполненный на кафедре «Строительные материалы и экспертиза в
строительстве» внедрены в ТОО «NE Innovation Technology»
(указывается организация)

Вид внедрения результатов: Выпуск опытно-промышленной партии
бетонов и изделия на основе малоклинкерных тонкомолотых цементов.

Область и форма внедрения: Промышленное испытание

Эффект внедрения: оптимизация производства, эффективное использование
ресурсов

Выводы и предложения: Рекомендована внедрение в производство.

От вуза

Директор ДАН Назарбек Ұ.Б.

Руководитель НИР Сарсенбаев Б.К.

Исполнители

Сарсенбаев Н.Б.

Әуесбек С.Т.

« 13 » 12 2024 г.

От предприятия

Руководитель по производству
Мирхамидов М.М.

Инженер планово-технического отдела
Ыбраимкулов Ш.Б.

« 13 » 12 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ТОО «NE Innovation
Technology»
Мирхамидов М.М.
2024 г.



АКТ
приемки опытных образцов комиссией

Ведомственный приемочной комиссией на основании приказа ТОО «NE Innovation Technology» от 18.10.2024 г. №1 о выпуске опытно-промышленной партии и приемка в соответствии с утвержденной ТОО «NE Innovation Technology» выпуска опытно-промышленных партии изделий и конструкций из малоклинкерного тонкомолотого цемента разработанным научным руководителем проекта АР 15573148 Организация производства малоклинкерных тонкомолотых цементов на основе отходов промышленности Сарсенбаевым Б.К.

Ведомственная комиссия считает предъявленной опытные образцы принятыми.

Протокол выпуска опытно-промышленных партий является неотъемлемой частью настоящего акта.

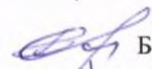
Председатель комиссии:

Директор ТОО  М.М. Мирхамидов

Члены комиссии:

Начальник цеха  Ш.Б. Ыбрайымкулов

от ЮКУ им М. Ауэзова:

ГНС  Б.К. Сарсенбаев

НС  С.Т. Аюесбек

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ТОО «NE Innovation Technology»

Мирхамидов М.М.
2024 г.



ПРОТОКОЛ

выпуска опытно-промышленных партии изделий и конструкций из малоклинкерного тонкомолотого цемента.

Ведомственная приемочная комиссия, назначенная приказом от 08.10. 2024 г. №1 ТОО «NE Innovation Technology» произвела выпуска опытно-промышленных партии в период 19.10.2024 г. по 24.10.2024 г. и установила следующие основные данные:

РАЗДЕЛ I

Сырьевые материалы

В качестве исходных сырьевых материалов для производства малоклинкерного тонкомолотого цемента использовали фосфорный шлак.

В качестве добавки использованы: суперпластификатор С-3, портландцемент ПЦ 500 Д0 и модифицирующая добавка.

Технология малоклинкерных тонкомолотых цемента заключается в сушке и совместного помола портландцемента, суперпластификатора С-3, шлака и модифицирующая добавка. Сушка производится до остаточной влажности 1-2%, помол до удельной поверхности 4000-5000 см²/г. Измельчение осуществляется в одно камерной шаровой мельнице YGM 130 сухого помола.

В производстве бетонных смесей необходимо учитывать низкую водопотребность малоклинкерного тонкомолотого цемента. Высокая адгезия вяжущих к металлу вызывает необходимость тщательной смазки форм. Поскольку параметры уплотнения и перемешивания определяют плотность структуры бетона и его прочность, технологии приготовления бетонных смесей и их формирования должно уделяться особенное внимание.

Технология производства малоклинкерного тонкомолотого цемента на основе фосфорного шлака.

На данный момент времени разработано технологический регламент на производства малоклинкерных тонкомолотых цемента и бетонов на их основе.

Производство малоклинкерного тонкомолотого цемента состоит в основном из следующих операций:

- накопление исходного гранулированного фосфорного шлака;
- транспортировка исходного шлака в бункер;
- подача шлака из бункера в сушильный барабан;
- транспортировка высушенного шлака в бункер, для одновременно хранения и охлаждения;
- помола до удельной поверхности 400...500 м²/кг;
- подача высушенного шлака, модифицирующей добавки и портландцемента к мельницу для совместного помола;
- транспортировка малоклинкерного тонкомолотого цемента в силос для его накопления и хранения.

Техника безопасности

Само собой разумеется, что в процессе сушки и помола шлака технологическая линия должна быть снабжена сепараторными и аспирационными агрегатами, чтобы:

- соответствовать санитарным нормам концентрации пыли в помещениях (в воздухе);
- улавливать отходящие газы и пыль;
- вернуть в силос пылевидные шлаки, с целью дальнейшего их использования в качестве цемента;
- повысить производительность сушилок и мельниц.

Состав малоклинкерного тонкомолотого цемента, %:

1- состав:

Гранулированный фосфорный шлак	55-65
Суперпластификатор С-3	1
Портландцемент ПЦ 500 Д0	30- 40
Модифицирующая добавка	5

Прочность малоклинкерного тонкомолотого цемента на фосфорном шлаке - 40-60 МПа.

Изготовлены дорожные плиты и бордюрные камни.

Составы бетонов приведены в таблицах 1-4.

Таблица 1 –Составы бетонов на основе малоклинкерного тонкомолотого цемента (МКТМЦ) на фосфорном шлаке $S_{уд} = 4200 \text{ см}^2/\text{г}$.

Марка бетона	Расход материалов на 1м^3 бетона, кг:				Естественный твердения			Средняя плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Осадка конуса, см.
	МКТМЦ 70% шлак	Песок	Щебень	Вода	3 сут	14 сут	28 сут		
400	400	500	1300	195	15,8	30,5	44,1	2385	8,0
450	450	530	1180	230	15,9	32,5	48,0	2390	7,5
500	500	500	1130	249	16,3	34,2	56,6	2375	8,0
550	550	1500	-	350	15,7	33,8	58,0	2400	9,0
600	600	1450	-	354	16,5	36,4	61,0	2405	8,0

Таблица 2 –Составы бетонов на основе малоклинкерного тонкомолотого цемента (МКТМЦ) на фосфорном шлаке $S_{уд} = 4500 \text{ см}^2/\text{г}$.

Марка бетона	Расход материалов на 1м^3 бетона, кг:				Естественный твердения			Средняя плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Осадка конуса, см.
	МКТМЦ 60% шлак	Песок	Щебень	Вода	3 сут	14 сут	28 сут		
400	400	500	1300	190	16,2	32,5	46,0	2480	8,5
450	450	530	1180	220	16,7	32,9	52,2	2485	8,0
500	500	500	1130	230	19,9	34,1	59,4	2395	8,0
550	550	1500	-	340	20,0	35,2	61,3	2470	9,2
600	600	1450	-	345	20,8	35,6	62,8	2485	8,4

Технология изготовления изделий из бетона на малоклинкерных тонкомолотых цементах на основе фосфорного шлака аналогична технологии изготовления их на обычном цементе.

Изделий из бетонов на основе малоклинкерных тонкомолотых цементах твердели в естественных условиях.

На территории завода произведены монолитное бетонирование площадки для разгрузки инертных заполнителей из вагонов.

РАЗДЕЛ II

Испытания образцов согласно программ о выпуске опытно-промышленной партии и их результаты показали техническую возможность изготовления изделий и конструкций с применением бетонов на основе фосфорного шлака.

РАЗДЕЛ III

Выводы и предложения. Изделия и конструкции, изготовленные с применением бетонов на основе малоклинкерного тонкомолотого цемента, по основным свойствам соответствуют требованиям нормативов. Технология производства бетонных и железобетонных изделий на основе малоклинкерного тонкомолотого цемента рекомендуется к внедрению в производство.

Председатель комиссии:

Директор ТОО



М.М. Мирхамидов

Члены комиссии:

Начальник цеха



Н.Б. Ыбрайымкулов

от ЮКУ им М. Ауэзова:

ГНС



Б.К. Сарсенбаев

НС



С.Т. Аюесбек

КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
 РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
 REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ПАТЕНТ
PATENT
 № 8952
 ПАЙДАЛЫ МОДЕЛЬГЕ / НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ / FOR UTILITY MODEL



(21) 2023/0600.2

(22) 02.06.2023

(45) 29.03.2024

(54) Азклинкерлі ұсақұнтақталған цементінің құрамы және оны алу тәсілі
 Состав малоклинкерного тонкомолотого цемента и способ его получения
 Composition of low clinker fine ground cement and method of its production

(73) «NE Innovation Technology» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (KZ)
 Товарищество с ограниченной ответственностью «NE Innovation Technology» (KZ)
 «NE Innovation Technology» Limited Liability Partnership (KZ)

(72) Сарсенбаев Бакытжан Кудайбергенович (KZ) Sarsenbayev Bakytzhan Kudaibergenovich (KZ)
 Аманов Эльдар Турдахинович (KZ) Amanov Eldar Turdakhinovich (KZ)
 Сарсенбаев Нурали Бакытжанович (KZ) Sarsenbayev Nurali Bakytzhanovich (KZ)
 Сауганова Гаухар Рамзеевна (KZ) Sauganova Gaukhar Ramzeevna (KZ)
 Әуесбек Сұлтан Темірбекұлы (KZ) Auesbek Sultan Temirbekuly (KZ)



ЭЦҚ қол қойылды
 Подписано ЭЦП
 Signed with EDS

Е. Оспанов
 Е. Оспанов
 Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры
 Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
 Director of RSE «National institute of intellectual property»