

6D073000 «Құрылыс материалдарын, бұйымдарын және конструкцияларын өндіру» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған
«Өнеркәсіптің техногенді қалдықтарынан дайындалған бетонға арналған клинкерсіз байланыстырғыш алу технологиясы мен құрамын әзірлеу» атты диссертация тақырыбында

АНДАПТАСЫ

ХАН МАКСИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ

Диссертациялық жұмыс өнеркәсіптің техногендік қалдықтарынан клинкерсіз тұтқыр зат алудың құрамы мен технологиясын әзірлеуге және оны темірбетон бұйымдары мен конструкцияларын өндіруде қолдануға арналған.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты өнеркәсіптің техногендік қалдықтары негізінде бетондарға арналған кремний диоксиді бар модификатор мен суперпластификаторды қамтитын кешенді қоспаларды пайдалану арқылы клинкерсіз тұтқыр құрамын өзгертудің ғылыми-технологиялық негіздемесін әзірлеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері:

- домендік түйіршікті қождардың химиялық және фазалық құрамын, гидравликалық және поззоланикалық белсенділігін зерттеу және олардың негізінде клинкерсіз тұтқыр және бетон алу үшін оларды пайдалану мүмкіндігін бағалау;

- домендік түйіршікті тұтқыр негізінде баяу қататын тұтқыр композициялар алу мүмкіндігін бағалау және техногендік қалдықтарды ылғалдандыру мен қатайтудың негізгі тәсілдерін анықтау;

- табиғи қатаю жағдайында оның белсенділігін арттыру тәсілі ретінде әртүрлі құрамдағы техногендік шикізатты механоактивациялаудың және химиялық активтендірудің тиімділігін негіздеу;

- тұтқыр заттың дисперсия дәрежесінен техногендік қалдықтар негізінде клинкерсіз тұтқыр заттардың физика - механикалық қасиеттерінің, фазалық - және құрылымдық түзілуінің өзгеру заңдылықтарын, қатаю активаторының – гипс тасының мөлшерін және қатаю уақытын белгілеу;

- микродисперсті кремнеземді модификациялаушы қоспаның фазалық құрамының, құрылымы мен қасиеттерінің өзгеруіне әсер ету заңдылықтарын анықтау.;

- клинкерсіз тұтқыр және оның негізінде бетонның құрылымы мен қасиеттерін өзгерту үшін наноөлшемді қоспаны синтездеу технологиясын әзірлеу;

- модификациялаушы қоспаларды пайдалана отырып, клинкерсіз байланыстырғыш негізіндегі бетонның негізгі физика-механикалық қасиеттері мен пайдалану сипаттамаларын зерттеу және оны өндірудің технологиялық негіздерін әзірлеу;

- ғылыми зерттеулердің нәтижелерін тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтан өткізу және оның негізінде клинкерсіз тұтқыр және бетон өндірісінде техногендік қалдықтарды пайдаланудың техникалық-экономикалық тиімділігіне баға беру.

Қойылған міндеттерге қол жеткізу әдістері:

Патенттермен, өнертабыстарға авторлық куәліктермен расталған техногендік қалдықтардан клинкерсіз әк-кремнеземді тұтқыр заттарды алу мүмкіндіктерін зерттеуге бағытталған отандық және әлемдік тәжірибені зерделеу.

Электронды-микроскопиялық және химиялық зерттеулерді, рентгендік фазалық талдау әдістерін және т. б. пайдалану.

Барлық сынақтар мемлекеттік стандарттарға және ҚР басқа да нормативтік құжаттарына сәйкес өткізілді. Сынақтар аккредиттелген зертханаларда жүргізілді: Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, профессор Ю. М. Борисов атындағы ұжымдық пайдалану орталығы (Воронеж мемлекеттік техникалық университеті, Ресей), Ұлттық сараптама және сертификаттау орталығы (Қазақстан).

Диссертацияны қорғауға шығарылатын ғылыми нәтижелер:

- әртүрлі дисперсиялық деңгейдегі құрамында кремний бар модификациялаушы қоспаларды қолдану есебінен техногендік қалдықтарды пайдалана отырып, клинкерсіз байланыстырғыш негізінде бетонның құрылымын басқарудың ғылыми-технологиялық негіздері;

- өнеркәсіптің техногендік қалдықтарынан жасалған бетондар үшін кремний диоксиді бар модификатор мен суперпластификаторды қамтитын кешенді модификациялаушы қоспаларды пайдалана отырып, клинкерсіз байланыстырғыштардың физика-механикалық және пайдалану қасиеттерінің өзгеру заңдылықтары;

- модификацияланған клинкерсіз тұтқыр заттың фазалық құрамы мен құрылымының өзгеру заңдылықтары;

- техногендік шикізат пен модификациялаушы қоспалардың химиялық-минералды ерекшеліктерін ескере отырып, табиғи қатаю жағдайында "әк – домна түйіршікті қож - минералды модификатор" жүйесіндегі фазалық түзілу механизмдері;

- клинкерсіз байланыстырғыштар негізінде модификацияланған бетон қоспасының және қатайтылған бетонның құрамы мен қасиеттері;

- техникалық-экономикалық тиімділікті бағалау және ұсынылған техникалық шешімдерді сынақтан өткізу.

Диссертацияның ғылыми жаңалығы: қасиеттері цемент бетонының қасиеттерінен ерекшеленбейтін клинкерсіз тұтқыр және оның негізінде бетон өндіру үшін негізгі шикізат ретінде домендік түйіршікті қожды қолдану мүмкіндігі теориялық тұрғыдан негізделген және эксперименталды түрде дәлелденген.

1. Құрылымдық түзілу процестерін реттеуші ретінде әртүрлі дисперсиялық деңгейдегі модификациялаушы кремнеземді қоспаларды пайдаланудан

тұратын клинкерсіз тұтқыр затты модификациялаудың ғылыми-технологиялық негіздері ұсынылды, бұл техникалық-экономикалық тиімділігі жоғары бетон алуды қамтамасыз етеді. Микро және нанодисперсті қоспалардың физика-химиялық белсенділігі микроқұрылымды оңтайландыруды және рационалды құрамы мен морфологиясы бар полиминералды тұтқыр затты қалыптастыруды шарттайды.

2. Домендік түйіршікті шлақтың механоактивациясы оның катаю процесін және әкпен әрекеттесу жылдамдығын жеделдетіп, CSH (I) типті негізінен төмен негізді кальций гидросиликаттарын түзетіні дәлелденді. Гипс тас қоспасын қатайту активизаторы ретінде тұтқыр құрамға енгізу кальций гидросульфоалюминаттарының түзілуіне байланысты Силикат тастың беріктігін арттырады.

3. Белсенді минералды қоспаның – микрокремнеземнің техногендік қалдықтарды пайдалана отырып, клинкерсіз байланыстырғыштың тұтқырлығы мен қажетті пластикалық беріктігін арттыруға әсер ету ерекшеліктері анықталды. Бұл микрокремнеземнің "әк – домендік түйіршікті қож" жүйесіндегі құрамын реттеу арқылы тұтқыр заттың түйіршіктелген құрамын оңтайландыруға, тұтқыр заттың тығыз қаптамасын қалыптастыруға және гидрат тастың гельдік құрылымын қалыптастыруға байланысты.

4. $\text{SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ наноөлшемді жүйесі негізінде кешенді наномодификаторды синтездеу технологиясы әзірленді және оның қасиеттерін жақсартатын клинкерсіз байланыстырғыштың құрамы мен құрылымын өзгерту үшін оны қолданудың тиімділігі дәлелденді. Тұтқыр суперпластификаторды қолдану су өткізгіштік қатынасты төмендетіп қана қоймайды, сонымен қатар наномодификаторды тұрақтандырады, оның қасиеттерін сақтауды ұзартады.

5. Экспериментті математикалық жоспарлау әдісін қолдана отырып, физикалық-механикалық және пайдалану көрсеткіштері жақсартылған бетон негізінде бетон алуға мүмкіндік беретін клинкерсіз байланыстырғышты алудың оңтайлы құрамдары мен шарттары белгіленді.

6. Гидратталған тастың оңтайлы құрылымын қалыптастыруды қамтамасыз ететін түрлендіретін қоспалардың түрі мен санына байланысты клинкерсіз тұтқыр заттардың физикалық-механикалық көрсеткіштерінің өзгеру заңдылықтары анықталды.

7. Модификациялаушы қоспалардың дисперсиясы мен физика-химиялық белсенділігін ескере отырып, қалыпты катаю жағдайында «Әк-домендік түйіршіктелген қож-минералды модификатор» жүйесінде фазалық түзілу механизмі орнатылған.

Зерттеудің жаңалығы мен маңыздылығы физика-механикалық және пайдалану қасиеттері жақсартылған бетон алу үшін әртүрлі дисперсиялық және физика-химиялық белсенділік деңгейлеріндегі модификациялық қоспалары бар клинкерсіз байланыстырғыштарды кешенді зерттеу жүргізілгендігінде. Композиттердің құрамын, құрылымын және қасиеттерін жақсарту үшін модификатор қоспаларын қолданатын тұтқыр заттардың оңтайлы гранулометриялық қосылыстары тандалады.

Практикалық маңыздылығы. Модификациялаушы қоспалары бар клинкерсіз байланыстырғышты пайдалана отырып, темірбетонды ригельдер мен арқалықтарға арналған бетон өндірісінің ресурс үнемдеуші құрамдары мен энергия тиімді технологиясы әзірленді. Зерттеулер құрылыс кешені үшін және бетон және темірбетон бұйымдары мен конструкцияларын шығаратын кәсіпорындар үшін практикалық құндылық болып табылады. Қажетті физика-механикалық және пайдалану қасиеттері бар клинкерсіз тұтқыр негізінде бетон өндіру өндірілетін өнімнің өзіндік құнын төмендетуге және өнеркәсіптің техногендік қалдықтарын кәдеге жарату есебінен экологиялық жағдайды жақсартуға мүмкіндік береді. Диссертация нәтижесінде:

1. Өнеркәсіптің техногендік қалдықтарын клинкерсіз тұтқыр заттар мен олардың негізінде бетон өндіру үшін ресурс үнемдеуші, энергия тиімді шикізат ретінде бағалау жүргізілді.

2. Клинкерсіз тұтқыр заттың жоғары физика-химиялық белсенділігі мен полидисперсиясын қалыптастыру үшін золь-гель технологияларын пайдалана отырып, минералды наномодификаторды синтездеу тетігі ұсынылды және ББЗ қатысуымен оның тұрақтануына бағалау жүргізілді.

3. Әр түрлі дисперсиялық дәрежедегі кремнеземді қоспаларды және поликарбоксилат негізіндегі суперпластификаторды қамтитын клинкерсіз тұтқыр негізінде бетон құрамдары әзірленді.

4. Бетонның клинкерсіз тұтқыр қасиеттерінің түрлендіретін қоспалардың түрі мен санына тәуелділігі анықталды.

5. «Темірбетон ригельдерін өндіру үшін өнеркәсіптің техногендік қалдықтарындағы клинкерсіз тұтқыр негізінде ауыр бетон» техникалық шарттары әзірленді және бекітілді, олардың негізінде «ККК Бетон» ЖШС өндірістік алаңында техникалық шешімдерді тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтан өткізу жүргізілді. Сондай-ақ техникалық шарттар «Қаздорстройтех» ЖШС өндірістік алаңында техникалық шешімдерді тәжірибелік-өнеркәсіптік сынау жүргізілген «Темірбетонды монолитті колонналарды тұрғызу үшін өнеркәсіптің техногендік қалдықтарындағы клинкерсіз тұтқыр негіздегі ауыр бетон».

6. Өнеркәсіптің техногендік қалдықтарында клинкерсіз тұтқыр затты алу мен қолданудың техникалық-экономикалық тиімділігіне бағалау жүргізілді. Ұсынылған шешімдер "Өнеркәсіптің техногендік қалдықтарынан жасалған клинкерсіз тұтқыр зат" №33928 өнертабысқа қазақстан республикасының патентімен расталды.

Зерттеу нәтижелері Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің «Құрылыс материалдарын, бұйымдары мен конструкцияларын өндіру» білім беру бағдарламасы үшін «Тұтқыр заттар» және «құрылыс материалдарын өндірудің ресурс үнемдеуші технологиялары» пәндері бойынша оқу процесіне енгізілді.

Зерттеу нәтижелерінің сенімділік дәрежесі.

Алынған ғылыми деректердің дұрыстығы қолданыстағы нормативтік-құқықтық құжаттармен, аттестатталған және сенім білдірілген зертханалық жабдықты қолдана отырып, әртүрлі зерттеу әдістерін қолданумен расталды.

Нәтижелердің сенімділігі сонымен қатар есептелген және эксперименттік деректер арасындағы жоғары сәйкестік дәрежесімен, масштабты сынақ серияларында 95% ықтималдығы бар қайталанатын мәндердің тұрақтылығымен расталады. Зертханалық зерттеулер Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің «Құрылыс материалдары және технологиялары» кафедрасының, «Инженерлік конструкциялар, құрылыс технологиялары мен материалдары» кафедрасының, Воронеж мемлекеттік-техникалық университетінің (Воронеж қ.) аккредиттелген сынақ орталықтарында жүргізілді. Алынған бетонды сынау жұмыстары «Кешенді сараптама компаниясы» ЖШС кәсіпорнының зертханасында жүргізілді. Жұмыс нәтижелері тұтқыр заттар, бетон және темірбетон бұйымдарын өндіру, сондай-ақ монолитті бетондау саласындағы жетекші ғалымдар белгілеген ғылыми тұжырымдар мен ережелерге қайшы келмейді, бұл олардың негізділігі мен сенімділігін көрсетеді.

Ізденушінің жеке үлесі мақсаттар мен міндеттерді әзірлеуден, зерттеу әдістерін, сондай-ақ өнеркәсіптің техногендік қалдықтарында клинкерсіз тұтқыр зат алудың ғылыми және технологиялық принциптерін таңдаудан тұрады. Барлық зертханалық зерттеулер мен сынақтардың нәтижелерін автор жеке өзі немесе оның тікелей қатысуымен алады. Өнеркәсіптік өндіріс жағдайында әзірленген технологияны сынақтан өткізу жүргізілді. Бірлескен авторлықта жарияланған мақалаларда автор эксперименттік зерттеулердің нәтижелеріне, материалдарды талдауға, дайындауға, безендіруге, жіберуге және сүйемелдеуге ие.

Жұмысты апробациялау.

Диссертацияның негізгі нәтижелері 4 конференцияда баяндалды:

1. Теоретические основы использования отходов промышленности для производства вяжущих веществ. Materials of the XV international scientific and practical conference – «FUNDA-MENTAL AND APPLIED SCIENCE-2019» (30 окт. - 07 нояб. 2019 г.). – Sheffield: Science and education LTD, 2019, Volume 13. P. 40-42.

2. Процессы гидратации, протекающие в бесклинкерном вяжущем из отходов промышленности. Materials of the XVI international scientific and practical conference – «SCI-ENCE AND CIVILIZATION-2020» (30 янв. - 07 дек. 2020 г.). – Sheffield: Science and education LTD, 2020, Volume 8. P. 34-36.

3. Высокопрочные бетоны на бесклинкерном вяжущем из отходов промышленности. Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №12), Караганда: КарГТУ, 2020. - Ч. 2. - С. 389-391.

4. Особенности микро- и макроструктуры шлакощелочных вяжущих и бетонов на их основе. Труды Международной научно-практической конференции «XVI Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства» (часть 3). -Караганда, С. 258-261

Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері 5 баспа жұмыстарында жарияланған:

1. Clinkerless slag-silica binder: hydration process and hardening kinetics. Magazine of Civil Engineering. 2019. 92(8). Pp. 96–105. DOI: 10.18720/MCE.92.8;
2. Морозостойкость бетона на бесклинкерном вяжущем из техногенных отходов промышленности. Труды университета. - Караганда: КарГТУ, 2020. - № 2 (79). - С. 106-109;
3. Clinkerless slag-silica binder: hydration process and hardening kinetics (part 2). Инженерно-строительный журнал, 2020, № 5(97). Номер статьи 9712. DOI: 10.18720/MCE.92.8;
4. Study of the hydrophysical properties of heavy concrete modified with complex organo-mineral additives. International Journal of GEOMATE, Dec., 2024 Vol.27, Issue 124, Japan, pp.24-31. DOI:10.21660/2024.124.4561;
5. Параметры, влияющие на стойкость бетонов к агрессивным средам. Труды университета. - Караганда: КарТУ, 2024. - №3 (96). –С. 175-181.