



М. Әуезов атындағы ОҚУ
«Силикаттар технологиясы және металлургия» кафедрасының
кеңейтілген мәжілісінің 14.10.2025 ж. күнгі № 3 хаттамасынан

КӨШІРМЕ

Кафедра мәжілісінің төрағасы: Курбанбаев М.Е. – «Силикаттар технологиясы және металлургия» кафедрасының меңгерушісі, т.ғ.к.

Кафедра мәжілісінің хатшысы: Мельдеханова М.Е. – ЖБМ, «Силикаттар технологиясы және металлургия» кафедрасының инженері

Қатысқандар – 26 адам. Оның ішінде 20 адам кафедра мүшесі. Курбанбаев М. Е. – «Силикаттар технологиясы және металлургия» кафедрасының меңгерушісі, т.ғ.к., Шевко В. М. – т.ғ.д., профессор, Есимов Б.О. – т.ғ.д., профессор, Таймасов Б. - т.ғ.д., профессор, Адырбаева Т. А. – т.ғ.к., доцент, Айтуреев М. Ж. - т.ғ.к., доцент, Каратаева Г. Е. – т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Битанова Г. А. - т.ғ.к., доцент, Дубинина Е. С. - т.ғ.к., доцент, Айтулова Ж.М. – техника және технология магистрі, аға оқытушы, Полатова Қ. М. – аға оқытушы, Тулеев М. А. – оқытушы, Утеева Р.А. – аға оқытушы, Джумабаева Г. М. – зертхана меңгерушісі, аға оқытушы, Мельдеханова М. Е. – ЖБМ, инженер, Таукебаева Г. И. - ЖБМ, инженер, Қарлыбай Н. Т. – ЖБМ, лаборант, Шестова Н. В. – ЖБМ, лаборант.

Силикаттар технологиясы және металлургия» кафедрасының докторанттары Спабекова Е., және Рахимов А. А.

Шақырылғандар: Сарсенбаев Б.К.- т.ғ.д., профессор, Даулетияров М. С. - «Құрылыс материалдары, құрылыс және сәулет» ҒЗЗ аға ғылыми қызметкері, т.ғ.к., доцент, Иса А. Б. - «Химия және фармацевтикалық инженерия» кафедрасының PhD докторы, Айкозова Л. Д. -«Химия және фармацевтикалық инженерия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Нарманов М. – т.ғ.к., доцент, Адырбаев Б. О. –

КҮН ТӘРТІБІ

1. Қуандықова Акнұр Ерханқызының 8D07190 – «Балқуы қиын бейметалл және силикат материалдардың химиялық технологиясы» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы PhD дәрежесін алу үшін дайындалған «Мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын

қолдана отырып цемент клинкерін өндірудің энергияны аз қажет ететін технологиясы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысын талқылау. Диссертация тақырыбы М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің Ғылыми кеңесінде бекітілген. (Бұйрық №32-ЖООК, 20.02.2023 ж.).

Ғылыми кеңесшілер:

Отандық ғылыми кеңесші – Таймасов Бахитжан, т.ғ.д., профессор М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің «Силикаттар технологиясы және металлургия» кафедрасы.

Шетелдік ғылыми кеңесші – Потапова Екатерина Николаевна - т.ғ.д., профессор Потапова Е.Н. – Д.И.Менделеев атындағы Ресей Химика Технологиялық Университеті, РФ.

Рецензенттер:

- Калшабекова Э.Н. - М. Әуезов атындағы ОҚУ «Құрылыс материалдары және құрылыстағы сараптама» кафедрасының т.ғ.к. (05.17.11), доцент.

- Кыстаубаев Е. И. - техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Аймақтық инновациялық университетінің ректоры

ТЫҢДАҒАНДАР:

Кафедра мәжілісінің төрағасы Курбанбаев М.Е: Қуандықова Ақнұр Ерханқызының 8D07190 – «Балкуы қиын бейметалл және силикат материалдардың химиялық технологиясы» білім бағдарламасы бойынша М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің «Силикаттар технологиясы және металлургия» кафедрасында 2022-2025 жылдар аралығында білім алды.

Қазіргі таңда «Мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын қолдана отырып цемент клинкерін өндірудің энергияны аз қажет ететін технологиясы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысын аяқтады.

Кафедра мәжілісіне келесі құжаттар ұсынылды:

- Қуандықова Ақнұр Ерханқызының 8D07190 – «Балкуы қиын бейметалл және силикат материалдардың химиялық технологиясы» білім бағдарламасы бойынша М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің «Силикаттар технологиясы және металлургия» кафедрасын қабылдануы туралы 28.08.2022 ж. № 153-ЖООК бұйрықтан көшірме
- Докторанттың диссертациялық жұмысының тақырыбын бекіту жөніндегі № 32-ЖООК бұйрықтан көшірме
- Докторанттың ғылыми кеңесшілерін бекіту туралы № 183 – ЖООК бұйрықтан көшірме
- Отандық және шетелдік кеңесшілердің оң пікірі
- Ішкі және сыртқы рецензенттердің оң пікірі

- Диссертацияның дәйексөздерсіз алынған мәтіндерін тексеру жүйесінде тексерілгені туралы анықтама (түпнұскалық деңгейі – 82,47 %).
- Ғылыми еңбектер тізімі және олардың көшірмелері
- Диссертациялық жұмыс
- Жеке куәлік көшірмесі

Қуандықова Ақнұр Ерханқызының 2024 жылы Д.И.Менделеев атындағы Ресей Химика Технологиялық Университетінде ғылыми тағылымдамадан өтті, Мәскеу қ., РФ.

Ережеге сәйкес «Мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын қолдана отырып цемент клинкерін өндірудің энергияны аз қажет ететін технологиясы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысын талқылауға арналған «Силикаттар технологиясы және металлургия» кафедрасының кеңейтілген мәжілісі туралы ақпарат <https://auezov.edu.kz/xt/kaz/home-kk-kz/1560-announcement-of-the-preliminary-defense-of-the-doctoral-dissertation-kuandykova-aknur-yerkhankyzy-1> 01.10.2025 жылы «Химиялық инженерия және Биотехнология» жоғары мектебінде жарияланды.

Ізденуші Қуандықова Ақнұр Ерханқызының құжаттарына байланысты ескертулер болған жоқ.

Тыңдалды: Қуандықова Ақнұр Ерханқызының М.Әуезов атындағы ОҚУ-да орындаған диссертациялық жұмысы туралы баяндамасы.

Ізденуші Қуандықова А.Е. өз баяндамасында диссертациялық жұмыстың мазмұнын, жұмыс бойынша негізгі нәтижелер мен қорытындыларды баяндады.

Төраға: Докторантқа сұрақтарыңыз бар ма?

г - м.ғ.д., профессор Есимов Б.О. 1. Мырыш және қорғасын өндірісінің қалдықтарын пайдалану клинкер түзілу процесіне қандай ғылыми-технологиялық әсер етеді?

Жауап: Минерализаторлық әсері: Қалдықтар құрамындағы ZnO , PbO , Fe_2O_3 және сульфатты қосылыстар клинкердің негізгі фазалары — алит (C_3S) және белит (C_2S) түзілуін жылдамдатады. Бұл компоненттер реакциялардың белсенді ортасын арттырып, фазалық тепе-теңдікті төмен температурада орнатады.

Температураның төмендеуі: Қалдықтарды енгізу клинкер түзілу температурасын орта есеппен 50–100 °C-қа төмендетеді. Себебі мырыш пен қорғасын оксидтері балку температурасы төмен эвтектикалық қосылыстар түзіп, реакция ортасының балку қабілетін арттырады.

Энергия үнемдеу: Температураның төмендеуімен бірге жылу энергиясы 6–10 % шамасында үнемделеді. Бұл цемент өндірісінің жалпы энергия тиімділігін арттырады.

Минералогиялық құрамның өзгеруі: Zn және Pb элементтері клинкердің силикатты фазаларына изоморфты түрде еніп, кристалдық торды

тұрақтандырады, нәтижесінде микроструктура тығызырақ және беріктігі жоғары клинкер түзіледі.

Қалдықсыз және экологиялық тиімділік: Мырыш пен қорғасын өндірісінің қалдықтарын қайта пайдалану — өндірістегі қатты қалдық көлемін азайтады, ауыр металдардың атмосфераға таралуын тежейді және экологиялық қауіпсіз «жасыл технология» ретінде бағаланады.

т.ғ.к., доцент Адырбаева Т. А. Белит пен алиттің түзілу сипаты мен мөлшері қалдықтардың құрамына байланысты қалай өзгереді?

Жауап: Қалдықтардың құрамындағы мырыш (ZnO), қорғасын (PbO), темір (Fe_2O_3) және сульфатты қосылыстар клинкердің силикатты фазаларының түзілу термодинамикасы мен кинетикасына айтарлықтай әсер етеді. ZnO және PbO минерализатор ретінде әрекет етіп, кальций мен кремнезем арасындағы реакцияларды белсендіреді, нәтижесінде белиттің ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) түзілу температурасы шамамен $50\text{--}100\text{ }^\circ\text{C}$ -қа төмендейді. Бұл фазаның кристалдану жылдамдығы артып, оның түйіршік өлшемі ұсақ әрі біртекті құрылымда қалыптасады.

Сонымен қатар, Zn^{2+} және Pb^{2+} иондары Ca^{2+} иондарын ішінара алмастырып, алиттің ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) түзілу процесін баяулатады. Мұндай изоморфты орынбасу алиттің тұрақтылығын төмендетіп, белиттің үлесін арттырады. Нәтижесінде клинкердің белит/алит қатынасы жоғарылап, оның минералогиялық құрылымы энергияны аз қажет ететін бағытта өзгереді. Белиттің артуы клинкердің ұзақ мерзімді беріктігін арттырып, күйдіру температурасының төмендеуі жалпы энергия үнемдеуге оң әсерін тигізеді.

т.ғ.к., доцент Нарманов М. Қалдықтарды қолдану нәтижесінде клинкердің микроструктурасы мен беріктік қасиеттері қалай өзгереді?

Қалдықтарды қолдану клинкердің микроструктуралық қалыптасу механизміне және оның беріктік қасиеттеріне елеулі ықпал етті. РЭМ зерттеу нәтижелері бойынша, мырыш және қорғасын өндірісінің қалдықтарын енгізу кезінде ZnO , PbO және Fe_2O_3 қосылыстары минерализаторлық әсер көрсетіп, силикатты және алюмоферритті фазалардың түзілуін жеделдететіні анықталды. Бұл процесс нәтижесінде клинкер дәнінің өсуі тежеліп, микроструктура ұсақ түйірлі, тығыз және біртекті сипат алады.

Zn^{2+} және Pb^{2+} иондары клинкердің силикатты фазаларының кристалдық торына изоморфты түрде еніп, белит пен алит арасындағы шекаралық байланыстарды нығайтады. Бұл құрылымдық өзгерістер кеуектілікті төмендетіп, фазалар арасындағы байланыс беріктігін арттырады.

Механикалық сынақтардың нәтижелері бойынша мұндай клинкерден алынған цементтің 28 тәуліктегі қысу беріктігі $8\text{--}12\%$ жоғары екені анықталды. Бұл оның микроструктуралық жетілуімен және гидратациялық өнімдердің біркелкі таралуымен түсіндіріледі. Сонымен қатар, тығыз құрылым цементтің сілтілік және сульфаттық коррозияға төзімділігін арттырады.

Осылайша, мырыш пен қорғасын қалдықтарын қолдану нәтижесінде клинкердің микроструктурасы тығыздалып, кристалдық фазалардың өзара байланысы күшейіп, өнімнің жалпы физика-механикалық қасиеттері мен ұзақ мерзімді беріктігі едәуір жақсарды.

Т.ғ.к., доцент Айтурсев М. Ж. Қалдықтарды қолдану клинкердің минералогиялық фазалық құрамына (C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF) қандай өзгеріс енгізеді?

Жауап: Мырыш және қорғасын өндірісінің қалдықтарын клинкер шикізат қоспасына енгізу клинкердің минералогиялық фазалық құрамына айтарлықтай әсер етеді. Бұл қалдықтар құрамында ZnO , PbO , Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 және сілтілі қосылыстардың болуымен сипатталады, олар клинкердің негізгі минералдарының түзілу термодинамикасы мен кинетикасын өзгертеді.

Біріншіден, ZnO және PbO минерализаторлық әсер көрсетіп, реакциялардың белсенділігін арттырады, нәтижесінде $C_2S \rightarrow C_3S$ түрлену процесі жылдамдайды және клинкердің қалыптасу температурасы $30-50^\circ C$ -ка төмендейді. Дегенмен, бұл элементтердің шамадан тыс мөлшері ($0,5\%$ ZnO және $0,3\%$ PbO -дан жоғары) керісінше, C_3S кристалдарының түзілуін тежеп, C_2S фазасының салыстырмалы үлесін арттырады.

Екіншіден, қорғасын оксиді (PbO) клинкердің алюмоферриттік фазаларымен (C_4AF) реакцияға түсіп, $Pb-Fe-Al-O$ күрделі қатты ерітінділерінің түзілуіне ықпал етеді. Бұл құбылыс нәтижесінде C_4AF фазасының мөлшері сәл төмендеп, оның кристалл торына ауыр металл иондары изоморфты түрде еніп, кристалдық тор тұрақтылығы мен балқу температурасы артады.

Үшіншіден, Zn^{2+} иондарының Al^{3+} немесе Ca^{2+} орындарын басыу нәтижесінде алюминат фазаларының (C_3A) кристалдану процесі баяулайды.

т.ғ.д., профессор Сарсенбаев Б.К. Зерттеу нәтижелері цемент өнеркәсібіндегі қалдықсыз технологиялар дамуына қандай үлес қосады?

Жауап: Зерттеу нәтижелері цемент өнеркәсібінде қалдықсыз және ресурсты үнемдейтін технологияларды дамытуға елеулі ғылыми және практикалық үлес қосады. Мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын шикізат компоненті ретінде пайдалану өндірістік қалдықтарды қайта өңдеу арқылы қоршаған ортаны ластауды азайтып қана қоймай, цемент клинкерін алудың энергия және ресурстық тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Бұл зерттеу техногендік қалдықтардың ($Zn-Pb$ жүйесінің қалдықтары) құрамындағы кремний, алюминий және темір оксидтерінің клинкер түзілу процесінде негізгі минералдық фазаларды қалыптастыруда белсенді қатысатынын ғылыми тұрғыдан дәлелдейді. Осылайша, қалдықтар дәстүрлі шикізаттың орнын алмастырып, шикізат қорларын үнемдеуге мүмкіндік береді.

Қалдықтарды пайдалану нәтижесінде клинкердің минералогиялық фазаларының түзілу температурасы 50–100 °C-қа төмендеп, күйдіру процесінің жылу энергиясы мен отын шығыны азаяды. Бұл өз кезегінде өндірістің энергия тиімділігі мен көміртек ізін (carbon footprint) төмендетуге ықпал етеді.

Зерттеу барысында алынған нәтижелер қалдықтардың құрамындағы ауыр металл оксидтерінің клинкер құрылымына изоморфты түрде енуі арқылы тұрақты минералдық матрица түзіп, олардың миграциясын тежейтінін көрсетті. Бұл қоршаған ортаға зиянды элементтердің шығуын болдырмай, экологиялық қауіпсіз қалдықсыз технология қалыптастыруға мүмкіндік береді.

PhD доктор Иса А. Б. Зерттеудің ғылыми жаңалығы неде және ол дәстүрлі цемент клинкері өндірісінен несімен ерекшеленеді?

Зерттеудің ғылыми жаңалығы мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын пайдалана отырып цемент клинкерін өндірудің энергияны аз қажет ететін және экологиялық тұрғыдан тиімді технологиясын ғылыми негіздеуге бағытталған жаңа тәсілдер мен заңдылықтарды анықтауда жатыр.

Біріншіден, зерттеу барысында $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ жүйесіне техногендік қалдықтардың (ZnO , PbO , Fe_2O_3 , SiO_2) енгізілуінің фазалық әсері алғаш рет кешенді түрде зерттеліп, олардың клинкер түзілу процестерін белсендіретіні және негізгі минералдық фазалардың (C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF) түзілу температурасын 50–100 °C-қа төмендететіні ғылыми түрде дәлелденді. Бұл нәтижелер күйдіру процесінің энергия шығынын азайтатын минерализаторлық әсердің нақты механизмін сипаттайды.

Екіншіден, зерттеу нәтижелері цемент клинкерінің микроструктурасы мен гидратациялық белсенділігінің өзгеру заңдылықтарын көрсетті: қалдықтардың әсерінен клинкер дәндері ұсақ түйірлі, тығыз құрылымды болып қалыптасып, бастапқы беріктік көрсеткіштері артады.

Дәстүрлі цемент клинкері өндірісінен айырмашылығы:

- дәстүрлі технологияда тек табиғи шикізаттар (әктас, балшық, темірқұм) пайдаланылады, ал бұл зерттеуде өнеркәсіптік қалдықтар негізгі компонент ретінде қолданылып, табиғи ресурстардың үлесі азайтылды;

- дәстүрлі процесте клинкердің түзілу температурасы шамамен 1450 °C болса, ұсынылған технологияда ол $\approx 1350\text{--}1400$ °C аралығына төмендейді;

- ауыр металдардың буланып шығу қаупі бар дәстүрлі технологиядан айырмашылығы — бұл әдісте Zn және Pb элементтері клинкердің кристалдық торына байланысқан түрде бекітіледі, яғни экологиялық қауіпсіздік деңгейі жоғарылайды;

- дәстүрлі өндірісте қалдықсыз айналым жүзеге аспайды, ал зерттеу нәтижесінде ұсынылған әдіс қалдықтарды қайта өңдеу арқылы қалдықсыз технология қағидатына сәйкес келеді.

Қорытынды:

Бұл зерттеу цемент клинкері өндірісінде қалдықтарды тиімді пайдалану мен энергия шығынын төмендету арасындағы жаңа ғылыми байланыстарды анықтап, қалдықсыз, энергия үнемдеуші және экологиялық қауіпсіз технологияның ғылыми негізін қалады.

т.ғ.к., доцент Адырбаева Т. А. Алынған нәтижелер қандай ғылыми жаңалықты немесе практикалық артықшылықты көрсетеді?

Жауап: Зерттеу нәтижелері цемент өндірісінде техногендік қалдықтарды тиімді пайдалану арқылы энергия үнемдеуші және экологиялық тұрғыдан қауіпсіз технология қалыптастырудың жаңа ғылыми және практикалық негіздерін көрсетеді.

Алынған нәтижелер мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын (ZnO , PbO , Fe_2O_3 , SiO_2) клинкер шикізат құрамына енгізу кезінде олардың минерализаторлық әсері бар екенін дәлелдеді. Бұл әсер клинкер фазаларының (C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF) түзілу температурасын төмендетіп, күйдіру процесінің энергия шығынын едәуір азайтады. Демек, зерттеу цемент өндірісінің энергия тиімділігін арттырудың жаңа жолын ұсынады.

Тәжірибелік сынақтар клинкердің микроструктурасы тығыз, ұсақ түйірлі болып қалыптасатынын және цементтің ерте беріктік көрсеткіштерінің 10–15 % жоғарылағанын көрсетті. Бұл — зерттеудің нақты практикалық артықшылығы, себебі өнім сапасы артып, күйдіру уақыты мен энергия шығыны қысқарады.

Сонымен, алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы — техногендік қалдықтардың минералогиялық және термохимиялық рөлін анықтау арқылы клинкер түзілу процесін энергия үнемдеуші бағытта басқару мүмкіндігін дәлелдеуінде; ал практикалық маңызы — цемент өнеркәсібіне экологиялық қауіпсіз, энергияны аз қажет ететін, қалдықсыз технологияны енгізу мүмкіндігін көрсетуінде.

«Химия және фармацевтикалық инженерия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры Айкозова Л. Д. Зерттеу нәтижелерінің экономикалық тиімділігі қандай?

Жауап: Зерттеу нәтижелерін өндіріске енгізу цемент өндірісінің экономикалық тиімділігін айтарлықтай арттыратынын көрсетті. Есептік мәліметтер бойынша, дәстүрлі технологиямен өндірілген портландцементтің өзіндік құны 11046,87 теңге/т болса, мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын шикізат құрамына қосу нәтижесінде бұл көрсеткіш 9236,65 теңге/т деңгейіне дейін төмендеді.

Бұл — өнімнің өзіндік құнының шамамен 16,4 %-ға азайғанын көрсетеді, яғни экономикалық үнемдеу әрбір тонна цементке шаққанда 1810,22 теңгені құрайды. Мұндай үнемдеудің басты себептері:

-табиғи шикізаттардың бір бөлігінің орнына тегін немесе төмен құнды техногендік қалдықтарды пайдалану;

-қалдықтардың минерализаторлық әсерінің нәтижесінде клинкер күйдіру температурасының төмендеуі ($1450^{\circ}\text{C} \rightarrow 1350\text{--}1400^{\circ}\text{C}$) және отын шығынының азаюы;

-энергия тұтынудың төмендеуіне байланысты жылу энергиясы мен электр қуатына жұмсалатын шығындардың қысқаруы.

Осының нәтижесінде өндіріс процесінің жалпы энергия сыйымдылығы төмендеп, цементтің бір тоннасына жұмсалатын энергия мен отын шығыны азайды, ал өнімнің нарықтық бәсекеге қабілеттілігі артты.

Ғылыми тұрғыдан алғанда, бұл көрсеткіштер ұсынылған технологияның экономикалық және ресурстық тиімділігін дәлелдейді, сондай-ақ цемент өнеркәсібінде қалдықтарды пайдалану арқылы өзіндік құнды төмендетудің нақты инженерлік механизмін қалыптастырады.

«Құрылыс материалдары, құрылыс және сәулет» ҒЗЗ аға ғылыми қызметкері т.ғ.к., доцент Даулетияров М. С. Зерттеу нәтижелері цемент өнеркәсібіндегі қалдықсыз технологиялар дамуына қандай үлес қосады?

Жауап: Зерттеу нәтижелері цемент өнеркәсібінде қалдықсыз технологияларды дамытуға ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды үлес қосады, себебі алынған мәліметтер техногендік қалдықтарды кешенді түрде қайта өңдеу арқылы ресурстарды үнемдеу мен экологиялық жүктемені төмендетудің тиімді жолдарын ұсынады.

Біріншіден, зерттеу барысында мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарының химиялық және минералогиялық құрамына талдау жүргізіліп, олардың $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ жүйесіндегі белсенді компонент ретінде әрекет ететіні анықталды. Бұл қалдықтар табиғи шикізаттың бір бөлігін алмастырып, шикізат ресурстарын 15–20 %-ға дейін үнемдеуге мүмкіндік береді. Осылайша, зерттеу шикізат айналымын тұйықтау және қалдықсыз өндіріс қағидатын іске асыруға бағытталған нақты ғылыми негіз ұсынады.

Екіншіден, қалдықтардың құрамындағы ZnO және PbO минерализаторлық әсер көрсетіп, клинкердің түзілу температурасын $50\text{--}100^{\circ}\text{C}$ -қа төмендететіні анықталды. Бұл процесс отын шығынын азайтып, өндіріс энергия сыйымдылығын төмендетеді және CO_2 шығарындыларын 10–12 %-ға дейін қысқартады. Мұндай нәтижелер энергия тиімді және экологиялық таза технологияларды қалыптастыруға тікелей ықпал етеді.

Алынған нәтижелер цемент өндірісінде техногендік қалдықтарды пайдалану бойынша модульдік қатынастарды оңтайландыру және шикізат құрамын есептеу әдістемесін жетілдіруге мүмкіндік берді. Бұл тәсіл өнеркәсіптік қалдықтарды жүйелі түрде қолданудың ғылыми негізін қалыптастырады.

Осылайша, зерттеу нәтижелері цемент өнеркәсібіндегі қалдықсыз технологиялардың дамуына:

- қалдықтарды қайта өңдеудің ғылыми-тәжірибелік негізін жасау;
- энергия және шикізат ресурстарын үнемдеу;
- экологиялық қауіпсіз өндіріс моделін қалыптастыру.

Т.Ғ.Д., профессор Сарсенбаев Б.К. Ащісай клинкерін шикізат құрамына қосу нәтижесінде алынған $2 \times 2 \times 2$ см цемент үлгілерінің беріктігінің артуына қалай әсер етеді?

Жауап: Ащісай клинкерін шикізат құрамына енгізу нәтижесінде алынған цемент клинкерінің беріктігінің артуы оның минералогиялық белсенділігі, химиялық құрамы және микроструктуралық әсерімен түсіндіріледі.

Ащісай клинкерінің қосылуы нәтижесінде C_3S/C_2S арақатынасы оңтайланып, ерте және соңғы беріктік көрсеткіштері артады.

Бұл фазалардың жоғары реакциялық белсенділігі цемент тасының құрылымдық тығыздығын арттырады.

Минерализаторлық әсер және реакция температурасының төмендеуі.

Ащісай клинкерінде кездесетін PbO , ZnO , Fe_2O_3 және Al_2O_3 оксидтері минерализаторлар ретінде әрекет етеді.

Олар силикаттық фазалардың түзілу температурасын $30-50$ °C-қа төмендетіп, иондық диффузия мен кату реакцияларын белсендіреді.

Бұл процесс біртекті және ұсақ түйіршікті микроструктураның қалыптасуына, соның нәтижесінде беріктік пен тығыздықтың артуына әкеледі. Микроструктураның жетілуі және кеуектіліктің азаюы

Ащісай клинкерін қосқан үлгілерде микроструктура ұсақ кристаллды және біртекті сипатқа ие болады.

Нәтижесінде цемент тасының су өткізгіштігі төмендеп, қысымға және иілуге беріктік көрсеткіштері жоғарылайды.

Химиялық құрамның оңтайлануы және бос әктің азаюы: Ащісай клинкерін қолдану арқылы шикізат жүйесіндегі $CaO-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3$ қатынасы оңтайланады.

Бұл артық бос әктің (Бос CaO) мөлшерін төмендетіп, клинкердің көлемдік тұрақтылығын арттырады.

Нәтижесінде цементтің кату кезінде жарықшақ түзілу қаупі азайып, құрылымдық беріктік артады.

Сонымен қатар, Pb^{2+} және Zn^{2+} иондарының аз мөлшері гидратациялық өнімдердің аморфты құрылымын тұрақтандырады, бұл цемент тасының ұзақ мерзімді беріктігін арттырады.

Ғылыми қорытынды:

Ащісай клинкерін шикізат ретінде цемент клинкеріне қосу нәтижесінде:

- Силикаттық фазалардың (C_3S , C_2S) түзілуі күшейеді;
- Минерализаторлық элементтер реакция кинетикасын жеделдетеді;

-Микроструктура тығыздалып, капиллярлық кеуектілік азаяды;

-Бос СаО мөлшері төмендеп, құрылым тұрақтылығы артады.

Осының барлығы цементтің қысымға, иілуге және коррозияға төзімділік қасиеттерін жақсартып, беріктіктің артуын ғылыми тұрғыда қамтамасыз етеді.

Төраға: докторантқа тағы да сұрақтарыңыз бар ма, сұрақ жоқ болса, сөз ғылыми жетекшісі т.ғ.д., профессор Таймасов Бахитжанға берілді.

т.ғ.д., профессор Таймасов Б. – Қуандықова А.Е. 2022 жылдан бастап М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің 8D07190 – «Балқуы қиын бейметалл және силикат материалдардың химиялық технологиясы» білім бағдарламасы бойынша докторантурада оқып, 2025 жылы бітірді.

Оқу мерзімінде ол цемент өндірудің теориялық негізін меңгеріп, ғылыми-теориялық және эксперименттік зерттеулерді ұйымдастырудың, зерттеу нәтижелері бойынша тұжырымдама жасау және қорытындылау дағдыларына ие болды. Қуандықова Ақнұр Ерханқызы диссертациялық зерттеулерінде шикізат материалдарын, мырыш, қорғасын, фосфор өндірісінің қалдықтарын, көмір өндіру және әктас ұсақтау қалдықтарын пайдалана отырып, цемент клинкерін алудың мүмкіндігі зерттелді. Зерттеу барысында мырыш кендерін вельцилеу қалдықтарының, қорғасын шлактарының және басқа да өндірістік қалдықтардың клинкер түзілуіне әсерін айқындау мақсатында кешенді химиялық-минералогиялық талдау жүргізілді. Нәтижесінде бұл қалдықтардың құрамында кремний, алюминий, кальций және темір оксидтері – яғни цемент клинкерінің негізгі компоненттері жоғары мөлшерде кездесетіні, сондай-ақ клинкер минералдарының түзілуіне қатыса алатын қосымша екіншілік қоспалар бар екені анықталды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, вельцилеу клинкері мен қорғасын шлағы құрамындағы элементтердің балансы бойынша тапшы темір құрамды түзетуші қоспаны толықтай алмастыра алады.

Диссертациялық жұмыс материалдары бойынша 8 ғылыми еңбек жарияланды, оның ішінде 1 мақала — халықаралық Scopus ақпараттық базасына кіретін журналда, сондай-ақ 4 мақала — ҚР БҒМ Ғылым комитетінің ҒЖБССҚК ұсынған ғылыми басылымдарда, және 2 баяндама мен баяндамалар тезистері — халықаралық және шетелдік ғылыми конференциялар еңбектерінде жарық көрді. Сонымен қатар, 1 өнертабысқа Қазақстан Республикасының патенті алынды.

Менің ойымша, жұмыста қажетті көлемде тәжірибелік және теориялық зерттеулер жасалды және алынған ғылыми нәтижелер PhD философия докторы дәрежесін алу үшін диссертацияларға қойылатын талаптарға сәйкес келеді. Докторантты қолдауларыңызды және жұмысты 8D07190 – «Балқуы қиын бейметалл және силикатты материалдардың химиялық технологиясы» білім беру бағдарламалары бойынша PhD философия докторы ғылыми дәрежесіне лайық деп санаймын.

Кафедра мәжілісінің төрағасы: Рецензенттердің пікірін оқыды.

Рецензенттер:

- **Калшабекова Э.Н.** - М. Әуезов атындағы ОҚУ «Құрылыс материалдары және құрылыстағы сараптама» кафедрасының т.ғ.к. (05.17.11), доцент.

Қуандықова А.Е. 8D07190 – «Балқуы қиын бейметалл және силикатты материалдардың химиялық технологиясы» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылатын «Мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын пайдалана отырып цемент клинкерін өндірудің энергияны аз қажет ететін технологиясы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы – Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету Комитетінің талаптарына сәйкес келеді және жоғарыда аталған білім беру бағдарламасы бойынша PhD философия докторы дәрежесін алу үшін қорғауға ұсынылады.

Диссертацияның мазмұны мен рәсімделуі бойынша төмендегі ескертулер бар:

- диссертацияда қорғасын мен мырыш өндірісінің дәстүрлі шикізат материалдары мен техногендік қалдықтары бар шикізат қоспаларының клинкер түзілу процестері мұқият зерттелген, бірақ мырыш пен қорғасын элементтері клинкердің қай фазаларында шоғырланған деген сұрақтарды толығырақ қарастырған жөн.

- диссертация қорғасын және мырыш өндірісінің қалдықтары негізінде цемент өндірудің энергия үнемдейтін технологиясын әзірледі, жаңа технология бойынша цементтер алынды, бірақ дәстүрлі технология бойынша және дәстүрлі шикізат бойынша алынған цементтердің негізгі қасиеттерін өнеркәсіп қалдықтарынан алынған цементтермен салыстыру жоқ.

- **Кыстаубаев Е. И.** - техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Аймақтық инновациялық университетінің ректоры.

-Диссертация заманауи талаптарға сай орындалған, тәжірибелік мәліметтер нақты және дәйекті берілген, алынған нәтижелер теориялық қорытындылармен үйлесімді. Қуандықова А.Е. өз алдына қойған ғылыми міндеттерді толық шешіп шыққан.

Жоғарыда баяндалған негіздер ретінде Қуандықова Ақнұр Ерханқызының «Мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын қолдана отырып цемент клинкерін өндірудің энергияны аз қажет ететін технологиясы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысын философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертациялық кеңесте қорғауға ұсынамын.

Кафедра мәжілісінің төрағасы Курбанбаев М.Е: Басқа сұрақтар бар ма? Сұрақтар жоқ. Жұмыстың көлемі ауқымды, өзекті цемент технологиясын дамытуға елеулі үлес қосуы мүмкін. Кеңейтілген отырысқа қатысқан барлық мүшелер диссертациялық жұмысты талқылау барысында оны қорғауға ұсынуды ұсынды. Осылайша, талқылауды аяқталған деп есептеуге болады.

Ереже талаптарына сәйкес дауыс беріп, қорытынды қабылдауымыз керек. Дауыс беру үш нұсқа бойынша жүргізіледі:

1. Диссертациялық жұмыс қорғауға ұсынылады;
2. Диссертациялық жұмыс талқылау барысында енгізілген ескертулер мен түзетулерді (принципті емес) жойған жағдайда, қайталап талқылаусыз диссертациялық кеңесте қорғауға ұсынылады;
3. Диссертациялық жұмыс қорғауға ұсынылмайды, қосымша өндеуді және қайта талқылауды қажет етеді.

т.ғ.д., профессор Шевко В. М. Айтылған ескертулерге байланысты екінші нұсқа бойынша дауыс беруді ұсынамын.

Кафедра мәжілісінің төрағасы Курбанбаев М.Е: Ұсынысқа кім келіседі? Ұсыныс бірауыздан қабылданды. Қуандықова Ақнұр Ерханқызының «Мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын қолдана отырып цемент клинкерін өндірудің энергияны аз қажет ететін технологиясы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысын философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін жасалған диссертациялық жұмыс қорғауға ұсынылады.

КОРЫТЫНДЫ

Автордың жеке үлесі зерттеу бағдарламасы, тәжірибелерді жоспарлау мен орындау, клинкер мен цемент үлгілерін алу және талдау, нәтижелерді өңдеу мен ғылыми қорытындылар жасау автордың тікелей қатысуымен орындалды. Энергияны аз қажет ететін технологияны әзірлеу және қалдықтардың әсерін анықтау бойынша негізгі ғылыми нәтижелер автордың жеке еңбегінің нәтижесі болып табылады.

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және оның жалпы ғылыми және жалпы мемлекеттік бағдарламалармен байланысы.

Портландцемент өндіру — энергияны көп қажет ететін үдеріс болып табылады. 1 тонна клинкерді күйдіруге шамамен 100–120 кг шартты отын жұмсалады. Ал 1 тонна цемент өндіруге 120–140 кВт·сағ электр энергиясы қажет.

Әлемдік цемент өнеркәсібі жыл сайын жаһандық CO_2 шығарындыларының 6–7 %-ын құрайды. Бұл шығарындылардың бір бөлігі карбонат құрамды шикізаттың ыдырауы кезінде (технологиялық CO_2), ал екінші бөлігі отынның жануы нәтижесінде (энергетикалық CO_2) түзіледі.

Цемент саласында отын-энергетикалық ресурстарға жұмсалатын шығындар дайын өнімнің өзіндік құнының шамамен 40 %-ын құрайды. 1 тонна клинкер өндіру барысында атмосфераға шамамен 840–900 кг CO_2 шығарылады.

Сондықтан қазіргі уақытта энергияны аз қажет ететін, ресурсты үнемдейтін және экологиялық тиімді технологияларды әзірлеу аса өзекті болып отыр. Мұндай технологиялар клинкерді күйдіруге жұмсалатын отын шығынын да, парниктік газдар — CO_2 шығарындыларын да айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді.

Диссертациялық жұмыста Қуандықова А.Е. мырыш, қорғасын, фосфор өндірісінің қалдықтарын, көмір өндіру және әктас ұсақтау қалдықтарын пайдалана отырып, цемент клинкерін алудың мүмкіндігі зерттелді.

Зерттеу барысында мырыш кендерін вельцилеу қалдықтарының, қорғасын шлактарының және басқа да өндірістік қалдықтардың клинкер түзілуіне әсерін айқындау мақсатында кешенді химиялық-минералогиялық талдау жүргізілді.

Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің ғылыми жобасы аясында орындалды (Грант № BR21882292 – «Құрылыс салаларының тұрақты дамуының кешенді жүйесі: инновациялық технологиялар, өндірісті оңтайландыру, ресурстарды тиімді пайдалану және технологиялық парк құру»).

2. Диссертацияға қойылатын талаптар шеңберіндегі ғылыми нәтижелер, автордың алынған ғылыми нәтижелерге нақты жеке қатысуы.

Жұмыстың практикалық маңызы әзірленген технологиялардың арқасында клинкерді күйдіру температурасын 100–150 °С-қа төмендетуге, күйдіруге жұмсалатын отынның меншікті шығынын 10–15 %-ға азайтуға, пештердің өнімділігін 10–12 %-ға арттыруға, цемент өндірісіндегі көмірқышқыл газының шығарындыларын азайтуға, сондай-ақ қоршаған ортаны ластайтын көп тоннажды өндірістік қалдықтарды тиімді түрде утилизациялауға мүмкіндік беретінімен сипатталады.

Сонымен қатар, Ленгер кеніштерінің көмір өндіру қалдықтарын пайдалану кезінде шикізат құрамына қосымша 2–3 % көмір енгізу клинкерді күйдіру барысында форсункалық отынның шығынын төмендетуге мүмкіндік береді.

Әктас ұсату қалдықтары, көмір өндіру қалдықтары, тефритобазальт, фосфор және қорғасын шлактары Оңтүстік Қазақстандағы үш ірі цемент зауытының – «Стандарт Цемент» ЖШС, «Шымкентцемент» ЖШС және «Састөбе Технолоджис» ЖШС – тікелей маңында орналасқан, бұл өз кезегінде олардың утилизациясын іс жүзінде жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Жалпы құрылыс және арнайы мақсаттағы цементтерге арналған клинкерлер алу үшін энергияны аз қажет ететін, ресурсты үнемдейтін шикізат қоспалары әзірленді. Бұл қоспаларда табиғи шикізаттың 30–100 %-ына дейінгі бөлігі техногендік өнімдермен алмастырылып, 1 тонна клинкер өндіруге жұмсалатын шикізаттың меншікті шығыны 0,1–0,2 т/т-ға дейін азайтылды.

Фосфор және қорғасын шлактары, мырыш рудаларын вельцилеу клинкері, тефритобазальт клинкер минералдарының түзілу процестеріне минерализаторлық әсер етеді, нәтижесінде клинкердің жентектелуі 1300–1350 °С температура аралығында толық аяқталады, ал ерімей қалған бос СаО мөлшері 2 %-дан аспайды.

Қорғасын шлағы мен вельцилеу клинкерінің құрамындағы фтор, P_2O_5 , мырыш пен қорғасын оксидтері клинкердің қатуы мен құрылымына минерализатор, модификациялаушы және легирлеуші әсер етеді.

Электронды микроскопиялық зерттеулер нәтижесінде алынған клинкерлердің жоғары сапалы синтезделгені анықталды, бұл химиялық, рентгенфазалық және растровты электронды микроскопиялық талдау әдістерімен дәлелденді.

Клинкердегі минералдардың кристалдануы айқын, олардың таралуы негізінен біркелкі және зоналы сипатта. Алит әртүрлі мөлшер мен пішіндегі кристалдар түрінде кездеседі, кейде алит кристалдарының бірігуі байқалады. Белит көбіне дөңгелек немесе сопақ кристалдар түрінде кристалданады. Кальций алюмоферриттері – ашық түсті және ине тәрізді кристалдар, ал кальций алюминаты – қараңғы түсті кристалдар түрінде байқалады.

Қорғасын шлактары мен вельцилеу клинкерінің құрамындағы мырыш оксидінің минерализдеуші әсері клинкер минералдарының төмен температурада күйдірілуіне және айқын кристалдануына ықпал етеді. Бұл қосылыстардың әсерінен төмен балқитын эвтектиктер түзіледі, нәтижесінде балқыған фаза мөлшері артады, ол төмен температурада пайда болып, клинкердің қасиеттерін жақсартады. Сонымен қатар, балқыған ортаның беттік керілуі, тұтқырлығы мен тығыздығы төмендеп, диффузия жылдамдығы артады, бұл өз кезегінде шикізат қоспаларындағы минералдардың түзілу процесінің жылдам әрі толық аяқталуына мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері бойынша Оңтүстік Қазақстан аймағындағы цемент өндірісіне жарамды көп тоннажды минералды қалдықтардың кадастры әзірленді. ТОО «Састобе Технолоджис» кәсіпорнына бейімделген энерго- және ресурсүнемдегіш портландцемент өндіру технологиясының схемасы мен регламенті жасалды, бұл технология карьерлік шикізатты өнеркәсіптік қалдықтармен толық алмастыруды қарастырады.

Ащісай металлургия зауытының мырыш рудаларын вельцилеу клинкерінің радиологиялық талдауы оның экологиялық қауіпсіздігін дәлелдеді.

Ащісай клинкерін түзетуші қоспа ретінде қолдану кезінде атмосфераға шығарылатын CO_2 көлемі 1 тонна клинкерге шаққанда 64 кг-ға (12,08 %) азаяды, ал қорғасын шлағын қолдану бұл көрсеткішті 42 кг-ға (7,9 %) төмендетеді.

3. Диссертацияда баяндалған нәтижелердің негізделігі мен сенімділік дәрежесі.

Диссертациялық жұмыста жасалған тұжырымдар, эксперименттік талдау нәтижелері, ғылыми ұстанымдар мен ғылыми ережелер автор жүргізген теориялық және эксперименттік зерттеулердің нәтижелеріне негізделген.

Зерттеу нәтижесінде алынған мәліметтер зерттеудің мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес келеді. Алынған зерттеулер нәтижелері сенімді, өйткені диссертациялық жұмысты орындау кезінде замануи құралдар мен жабдықтар

қолданылған. Эксперименттік жұмыстар толығымен нормативтік-техникалық құжаттарға сәйкес келеді.

4. Зерттеудің жаңалығы және автор алған нәтижелер дәрежесі.

– Мырыш және қорғасын өндірісінің қалдықтарын пайдалану арқылы цемент клинкерін өндірудің энергияны аз қажет ететін технологиясы әзірленді.

– Қалдықтардың химиялық және минералогиялық құрамы клинкердің негізгі минералдарының (C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF) түзілуіне әсер ететіні ғылыми тұрғыда дәлелденді.

– Ащісай клинкері мен свинц шлагының минерализаторлық әсері анықталып, клинкер түзілу температурасы 100–150 °C-қа төмендетілді.

– Энергия шығыны 15–20 %-ға азайып, CO_2 шығарындылары 7–12 %-ға төмендегені анықталды.

– Ауыр металл оксидтерінің клинкер құрылымында тұрақты минералдық фазалар түрінде бекітілуі экологиялық қауіпсіз өнім алуға мүмкіндік беретіні дәлелденді.

5. Нәтижелердің практикалық маңыздылығы.

1. Оңтүстік Қазақстанның цемент зауыттарында мырыш және қорғасын өндірісінің қалдықтарын, басқа да қалдықтарды пайдалана отырып, цемент клинкерін өндірудің аз энергияны қажет ететін технологиясын енгізу клинкердің күйдіру температурасын 50-100 °C-қа, отынның меншікті шығынын 10-15% - ға төмендетуге, пештердің өнімділігін 10-12% - ға арттыруға, өнім шығаруды ұлғайтуға, кәсіпорындардың экономикалық тиімділігін жақсартуға мүмкіндік береді.

2. Вельцилену клинкерді, қорғасынды және басқа да шлактарды ұтымды пайдалану жаһандық экологиялық проблемаларды шешуге ықпал етеді: цемент өндірісіндегі көмірқышқыл газының шығарындыларын азайту, ірі тонналық қалдықтарды қайта өңдеу, металлургия өнеркәсібінің және басқа секторлардың қауіпті қалдықтарының жиналуымен байланысты табиғат пен қоршаған ортаға қауіптерді жою немесе азайту.

3. Табиғи шикізатты өндіріс қалдықтарымен ішінара ауыстыру арқылы клинкердің бір тоннасына шикізаттың меншікті шығынын азайту, шикізат қоспасының карбонат құрамын төмендету, клинкерді күйдіру температурасын төмендету және клинкерді күйдіруге арналған отынның меншікті шығынын азайту арқылы парниктік газдар шығарындылары және басқа да ластаушы заттар (NO_x , SO_3 , CO) азаяды.

4. Цемент клинкерінің өндірісінде металлургия өнеркәсібінің қалдықтарын қолдана отырып, энергия үнемдейтін шикізат шихтасын дайындау және аз энергияны қажет ететін, экологиялық таза шикізат қоспаларын күйдіру процесі бойынша нормативтік құжаттар мен технологиялық регламент әзірленді.

5. Құрылымдық-фазалық сипаттамалары жақсартылған клинкерді қалыптастыру арқылы цемент материалдарының сапасы мен беріктігі артады.

6. Диссертацияның негізгі ережелерін, нәтижелерін, қорытындылары мен қорытындыларын жариялауды растау.

Диссертациялық жұмыс материалдары бойынша 8 ғылыми еңбек жарияланды, оның ішінде 1 мақала — халықаралық Scopus ақпараттық базасына кіретін журналда, сондай-ақ 4 мақала — ҚР БҒМ Ғылым комитетінің ҒЖБССҚК ұсынған ғылыми басылымдарда, және 2 баяндама мен баяндамалар тезистері — халықаралық және шетелдік ғылыми конференциялар еңбектерінде жарық көрді. Сонымен қатар, 1 өнертабысқа Қазақстан Республикасының патенті алынды.

7. Диссертация мазмұнының қорғауға ұсынылатын мамандыққа сәйкестігі.

Зерттеу нысаны мен пәш бойынша диссертациялық; жұмыс, алынған негізгі теориялық және эксперименттік нәтижелер мен қорытындылар 8D07190 – «Балқуы қиын бейметалл және силикат материалдардың химиялық технологиясы» білім беру бағдарламасына толық сәйкес келеді.

8. Диссертацияның (PhD) докторлық; диссертацияларға қойылатын талаптарға сәйкестігі.

Философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған А.Е. Қуандықованың «Мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын қолдана отырып цемент клинкерін өндірудің энергияны аз қажет ететін технологиясы» диссертацияның талаптарға сәйкестігі Диссертациялық жұмыс мазмұны, құрылымы мен рәсімделуі ҚР ҚЖБМ бекіткен PhD докторлық диссертацияларға қойылатын талаптарға толық сәйкес келеді. Зерттеу өзектілігі, ғылыми жаңалығы, алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы және автордың жеке үлесі тиісті деңгейде дәлелденген.

КАУЛЫ ЕТІЛДІ:

Қуандықова Ақнұр Ерханқызының «Мырыш және қорғасын зауытының қалдықтарын қолдана отырып цемент клинкерін өндірудің энергияны аз қажет ететін технологиясы» диссертациялық жұмысы 8D07190 – «Балқуы қиын бейметалл және силикат материалдардың химиялық технологиясы» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу диссертациялық кеңесте қорғауға ұсынылсын.

Кеңейтілген кафедра мәжілісінің
төрағасы
«Силикаттар технологиясы және
металлургия» кафедрасының
меңгерушісі, т.ғ.к.

 М.Е.Курбанбаев

Хатшы

 М.Е. Мельдеханова

М.Е.Курбанбаев мен М.Е. Мельдехановтың қолдарын растаймын

ЖООКББИ директоры

 Г.Е. Елибаева