

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc. 02/30.12.2019 К/Т.35.01
РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

ОРАЗИМБЕТОВА ГУЛИСТАН ЖАКСИЛИКОВНА

**ҚОРАҚАЛПОҒИСТОН ХОМАШЁ РЕСУРСЛАРИ АСОСИДА
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ КЛИНКЕРИНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.13 - Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси
02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2020

Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)
Content of the abstract of dissertation doctor of science (DSc)

Оразимбетова Гулистан Жакселиковна

Қорақалпоғистон хомашё ресурслари асосида портландцемент клинкерини
олиш технологиясини ишлаб чиқиш.....3

Оразимбетова Гулистан Жакселиковна

Разработка технологии получения портландцементного клинкера на основе
сырьевых ресурсов Каракалпакстана.....29

Orazimbetova Gulistan Jaksilikovna

Development technology for obtaining Portland cement clinker based on raw
..materials of Karakalpakstan.....55

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....57

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc. 02/30.12.2019 К/Т.35.01
РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

ОРАЗИМБЕТОВА ГУЛИСТАН ЖАКСИЛИКОВНА

**ҚОРАҚАЛПОҒИСТОН ХОМАШЁ РЕСУРСЛАРИ АСОСИДА
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ КЛИНКЕРИНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.13 - Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси
02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2020

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.3.DSc/T182 рақами билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.ionx.uz) ҳамда "Ziynet" Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчилар:	Намазов Шафоат Саттарович техника фанлари доктори, профессор, академик
	Искандарова Мастура техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Реймов Ахмед Мамбеткаримович техника фанлари доктори, профессор
	Юнусов Миржалил Юсупович техника фанлари доктори, профессор
	Турдалиев Умид Мухтаралиевич техника фанлари доктори
Етакчи ташкилот:	Фаргона политехника институти

Диссертация химояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг 2020 йил «4» декабрь. соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77а. Тел. (99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

Докторлик диссертацияси билан Умумий ва ноорганик кимё институти Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (20 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77а. Тел. (99871) 262-56-60; факс: (99871)262-79-90.

Диссертация автореферати 2020 йил «20» ноябрь куни тарқатилган.

(2020 йил «20» ноябрь № 20 рақамли реестр баённомаси).



Б.С. Закиров

Илмий даража берувчи бир марталик Илмий кенгаш раиси, к.ф.д., профессор

Д.С. Салиханова

Илмий даража берувчи бир марталик Илмий кенгаш котиби, т.ф.д., профессор

А.У. Эркаев

Илмий даража берувчи Илмий кенгаш қошидаги бир марталик илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Бугунги кунда дунёда қурилиш саноати, металлургия, электр энергетикаси, кимё ва машинасозлик соҳалари билан бир қаторда ҳар қандай мамлакатнинг иқтисодий салоҳиятни ва саноат ривожланиш даражасини белгилайди. Клинкер цемент ишлаб чиқаришининг оралиқ хомашёси ҳисобланган ҳолда, цемент ишлаб чиқариш ҳажмини ва тайёр маҳсулот таннархини белгилаб беради. Клинкер ўз навбатида ишлаб чиқарилаётган цементнинг сифат кўрсаткичларига таъсир кўрсатади, чунки у бетон ва темир-бетон конструкцияларида боғловчи сифатида қуруқ қурилиш аралашмаларнинг таркибий қисмида муҳим аҳамиятга эга.

Хозирги вақтда дунёда, маҳаллий хомашё ресурслари асосида аралашманинг янги таркиби ва портландцемент клинкерини олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича қуйидаги илмий ечимларни асослаш: композицион қўшимчалар иштирокида янги таркибга эга цементлар ишлаб чиқариш усулини ишлаб чиқиш; сульфатбардош цементларнинг коррозияга қарши хоссасини мукамаллаштириш; умумқурилиш цементга клинкерлар олиш технологиясини такомиллаштириш; энергия сарфи кам клинкерлар олиш технологиясини кенг қўламда тадбиқ этиш; нисбатан паст ҳароратли портландцемент ишлаб чиқаришнинг замонавий усуллари кўллаш зарур.

Республикада инновацион ишланмаларни амалга ошириш натижасида клинкер ишлаб чиқаришнинг қуруқ усулини кўллаш, мавжуд заводларнинг технологик жиҳозларини модернизациялаш, цемент хомашёси захиралари ва минтақавий қурилиш саноатининг эҳтиёжларини инобатга олган ҳолда янги цемент заводларини қуриш йўли билан цемент саноатининг самарадорлигини оширишда муайян илмий ва амалий натижалар ва ютуқларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «...иқтисодтиёт соҳаларини ривожлантириш, кимё саноатини модернизация ва диверсификация қилиш, амалиётда энергия тежамкор усулларни кўллаш, кимё ва қурилиш ишлаб чиқариш саноатини ривожлантириш, импорт ўрнини босувчи ва экспортбоп маҳсулотларни олиш...»¹ каби вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан маҳаллий хомашё ресурслари асосида клинкерларнинг янги таркибларини ва арзон портландцементлар ишлаб чиқаришга йўналтирилган технологияларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2018 йил 4 майдаги ПҚ-3696-сон «Ички бозорни цемент билан барқарор таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2019 йил 20 февралдаги ПҚ-4198-сон «Қурилиш материаллари саноатини тубдан такомиллаштириш ва комплекс

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини 2017-2021 йилларда бешта устувор йўналиши бўйича ривожлантириш Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ПФ-4947-сон Фармони.

ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сон «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур соҳа фаолиятига тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги: Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи²:

Янги таркибли клинкерлар ва улар асосида портландцементлар олишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Д.И.Менделеев номидаги Россия кимё-технология университети, Қозон архитектура-қурилиш университети, В.Г.Шухов номидаги Белгород технология университети (Россия), Heidelberg Cement Group, Bau-Haus Universität ва VDZ-Verein Deutscher Zementverke (Германия), СЕМБUREAU (Белгия), М.Ауезов номидаги Жанубий Қозоғистон давлат университети (Қозоғистон), Aslan Çimento AŞ (Туркия), Gambarotta Gsvendt (Италия), Н.Исанов номидаги Қирғизистон давлат қурилиш, транспорт ва архитектура университети (Қирғизистон), Уаутхорпмен (Англия), Cement Manufacturers Association of India Ultra Tech Ltd (Ҳиндистон), Беларус давлат технология университети (Белоруссия), CNBM Engineering Co Ltd (Хитой), Миллий техника университети «Киев политехника институти» ва «Львов Политехника» Миллий университети (Украина), Тошкент кимё-технология институти, Умумий ва ноорганик кимё институтида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Клинкер синтези ва ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштиришга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: портландцемент клинкерини куйдиришда юқори реакцион хоссага эга хомашё аралашмаси таркиблари ишлаб чиқилган («Львов Политехника» Миллий университети, Украина); юқори глиноземли ва юқори кремний глиноземли клинкерлар олиш технологияси яратилган (Урал федерал университети, «Цемент»ИТИ ОАЖ, Россия); электротермофосфорли тошқол миқдори юқори бўлган клинкер олиш технологияси ишлаб чиқилган (Жанубий Қозоғистон Давлат университети, Қозоғистон); сифати юқори бўлган рангли цементлар учун клинкерлар олиш технологияси такомиллаштирилган (Cement Manufacturers Association of India, Ҳиндистон); клинкернинг юқори сифатини таъминловчи юқори қувватга эга жиҳозларнинг замонавий маркалари ишлаб чиқилган

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар қуйидаги манбалар асосида бажарилди: <http://www.fipr.state.fl.us>; <https://www.dobersek.com/ru>; <http://www.ins.pulawy.pl>; <http://en.ustc.edu.cn>; <http://www.chemistry.or.jp/en>; <http://dmpe.aut.ac.ir>; <http://www.chemistry.iitkgp.ac.in>; <http://www.just.edu.jo>; <http://www.niui.ru>; <https://spb.ucheba.ru>; <https://www.ionx.uz> ва бошқа манбалар

(CNBM Engineering Co Ltd, Хитой); нисбатан паст ҳароратда куйдириладиган сульфоалюминатли ва ферритли ва саноат чиқиндилари асосида кўндирма-кўшимчали клинкерлар синтез қилинган (Тошкент кимё-технология институти ва Умумий ва ноорганик кимё институти, Ўзбекистон).

Дунёда клинкер сифатини ошириш ва уни ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш бўйича қатор, жумладан, куйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: юқори сульфатли ва кремнийли хомашё аралашмалари таркибларини шакллантириш; табиий хомашё материалларни юқори реакцион техноген чиқиндиларга алмаштириш ҳисобига тежаш; клинкерни кўп миқдорда тежаш имкониятини берувчи технологиялар ишлаб чиқиш; таркибида кўп миқдорда темир, хлор, фтор ва шу каби моддалар тутган минераллашган кўшимчаларни фойдаланиш; композицион ва пуццоланли цементлар учун клинкер олишнинг энергиятежамкор технологияларини ишлаб чиқиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси: Хомашё аралашмаларидан энергиятежамкор таркиблар ва улар асосида клинкер олиш технологияларини ишлаб чиқиш соҳасида С.И.Дружинин, Ю.М.Бутт, В.В.Тимашев, М.М.Сычев, В.М.Москвин, И.С.Канцепольский, Ф.М.Ли, Х.Ф.Тейлор, Д.Ж.Мальквори, В.М.Колбасов, Б.И.Нудельман, М.Я.Бикбау, А.А.Пашенко, А.Н.Стравчинский, Т.В.Кузнецова, Т.А.Атакузиев, М.Искандарова, М.И.Збарский, Ш.М.Рахимбаев, Ю.Р.Кривобородов, М.А.Ивашина, Б.Т.Таймасов, З.П.Пулатов, Х.Л.Усманов, Ф.Б.Атабаев, Дж.К.Адылов, М.А.Коледаева, М.М.Мирходжаев ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб боришган.

Олиб борилган илмий тадқиқотлар натижасида турли иқлим шароитлар ва минераллашган сувларнинг агрессив таъсирларига чидамли портландцемент ва махсус цемент турлари учун паст ҳароратли клинкерлар олиш усули ҳамда технологиялари ишлаб чиқилган; осон суюқланадиган тоғ жинслардан реакцион қобилятга эга хомашё аралашмалар тайёрланган ва уларнинг куйдириш жараёнида минераллар ҳосил бўлишга таъсири ўрганилган; клинкерларнинг физик-кимёвий хоссалари аниқланган; янги таркибли клинкерлар асосида цементнинг гидратация жараёни таҳлил қилинган; клинкерлардан олинган цементларнинг қотиш давридаги физик-кимёвий ва физик-механик хоссалари тадқиқ қилинган (И.С.Канцепольский, Х.Ф.Тейлор, Б.Т.Таймасов).

Шу билан бирга, янги таркибли клинкерлар ва улар асосида цементлар олишда сульфатга чидамли цемент клинкерлари учун янги хомашё аралашма таркибини яратиш; хомашё аралашмаси учун алюмосиликатли компонент ҳамда темирли минерализатор сифатида қўлланиладиган осон суюқланувчан тоғ-магматик жинсларидан комплекс фойдаланиш; альтернатив кўшимчалар сифатида турли хил темир тутувчи тоғ ва чўкинди жинслар захираларини ўрганиш; бархан кумларнинг портландцемент клинкерини куйдириш жараёнида оҳак ўзлашишига таъсирини тадқиқ этиш; цемент таннархини камайтириш мақсадида янги таркибли клинкерларни синтез қилиш

соҳаларида илмий тадқиқот ишлари олиб борилган (Б.И.Нудельман, Т.А.Атакузиев, М.Искандарова, М.Я.Бикбау).

Қайд этиш лозимки, ҳозирги кунгача Қорақалпоғистон янги табиий ресурслари (оҳактош, гил, мергель, бархан қуми, базальт, темир тутуви титан-магнетитли жинс, темир тутувчи чўкинди номаёндалар, табиий гипс) асосида умумқурилиш ва сульфатбардош цемент кликерларини тайёрлаш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича батафсил илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмаган. Бунда анъанавий ва ноанъанавий хом ашёлар фойдаланиш йўли билан ресурс- ва энергиятежамкор портландцемент клинкерини олиш ва у асосида ПЦ400-Д0 ишлаб чиқариш имконияти яратилади.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишларидан 2-Ц/18-сон «Жамансой-2» кони оҳактоши, «Жамансой-1» кони гил компоненти ва «Кампирсой» базальт кони технологик синовлари»(2018й.) ва 196-Ц/19-сон «Портландцемент ишлаб чиқариш учун хомашё сифатида «Ғарбий Жамансой» участкаси оҳактоши ва гилли компонентларини технологик синаш» (2019й.) мавзуларидаги хўжалик шартномалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Қорақалпоғистон хомашё ресурслари асосида аралашмалар таркибларини мақбуллаштириш ва улар асосида портландцемент клинкерини олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Қорақалпоғистон хомашё материалларининг портландцемент клинкерини тайёрлашда компонент сифатида яроқлилигини аниқлаш;

умумқурилиш портландцемент клинкерини олиш учун хомашё компонентларининг янги турлари асосида хомашё аралашмалари таркибини ҳисоблаш ва мақбуллаштириш;

хомашё аралашмалари таркиблари асосидаги клинкерларни куйдиришда уларнинг реакцион қобилиятларини аниқлаш ва жараённинг кимёвий-технологик параметрларини мақбуллаштириш;

хомашё материаллари муқобил манбаларининг клинкерлар кимёвий-минералогик таркибига мувофиқлигини аниқлаш;

Қорақалпоғистон мергели ва бархан қуми асосида икки компонентли хомашё аралашмасидан ташкил топган портландцемент клинкерини олишнинг кимёвий-технологик параметрларини мақбуллаштириш;

умумқурилиш цемент учун меъёрий ҳужжатлар талабларига мувофиқ янги таркибли хомашё аралашмаларидан синтез қилинган клинкерлар асосида олинган портландцементнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш;

хомашё янги турлари асосидаги цемент тошининг гидратация ва қотиш жараёнида тузилиш шаклланишининг қонуниятларини ўрнатиш ва «таркиб-тузилиши-хоссалар» ўзаро боғлиқликни топиш;

хомашё материалларнинг янги турларини фойдаланишни инобатага олган ҳолда умумқурилиш ва сульфатбардош цемент учун 1 тонна клинкер ишлаб чиқаришнинг хомашё сарфларини ҳисоблаш;

Қорақалпоғистон хомашёларидан портландцемент клинкерини олиш ва уларни республика цемент заводларида қўллаш бўйича амалий тавсиялар бериш;

Қорақалпоғистон қурилиш материаллари корхоналарида олинган синов натижаларининг саморадорлигини техник-иқтисодий асослаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Жамансой оҳактоши ва гили, Тебинбулоқ темир тутган титан магнетитли жинси, Табаққум бархан қуми, Ақбурли ва Порлитау кони мергеллари, Беркуттау участкаси базальти, темиртутган чўкинди номаёнда ҳамда Ходжакул ва Урге участкалари табиий гипслар, хомашёлар аралашмаси, клинкер ва портландцементлардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг предмети Қорақалпоғистон хомашё ресурсларининг умумқурилиш цемент учун клинкерлар олишга яроқлилигини аниқлаш, икки, уч- ва тўрт компонентли хомашё аралашмаларини синтез қилиш орқали олинган клинкерни куйдиришда ҳосил бўлган асосий бирикмаларнинг физик-кимёвий тадқиқотлари, клинкерлар асосида портландцемент олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Рентгенография, электрон-микроскопия, ИҚ-спектроскопия, кимёвий, физик-кимёвий, физик-механик ва дифференциал термик таҳлил усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

Қорақалпоғистон карбонатли алюмосиликатлари ва темирли хомашё компонентларидан янги таркиблар ва уларнинг асосий клинкер минераллари миқдори бўйича мувофиқлиги исботланган;

оҳактош, мергель, гил, темир тутган титан магнетитли жинс, бархан қуми, базальт, темир тутган чўкинди номаёнда ва табиий гипс асосида клинкернинг янги аралашма таркиблари ва уларнинг клинкер таркиби минераллар миқдори бўйича мақбуллаштирилган;

реакцион қобилятга эга янги таркибли хомашё аралашмаларига юқори ҳароратда термик ишлов беришда клинкер минералларининг ҳосил бўлиши аниқланган;

анъанавий ва ноанъанавий хомашёлар асосидаги умумқурилиш цемент клинкерини тайёрлаш ва куйдириш жараёнларининг мақбул кимёвий-технологик параметрлари, олинган портландцементлар юқори мустаҳкамликка эга эканлиги аниқланган;

янги таркибли клинкер асосидаги портландцементнинг физик-механик хоссалари билан портландцемент гидратацияси ва цемент тоши структураси шаклланишидаги физик-кимёвий ўзгаришлар ўртасида ўзаро боғлиқлик аниқланган;

янги таркибли хомашёларни қўллаш орқали клинкерни куйдириш жараёнида асосий минералларнинг ҳосил бўлишини тезлаштириш ва куйдириш ҳароратини 50-70°C га пасайтириш имконияти исботланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

Қорақалпоғистон конлари карбонатли, алюмосиликатли компонентлар ва темирли минерализаторлардан клинкер синтези учун хомашё аралашмалари таркиби яратилган;

хомашё компонентларининг мақбул таркиби ва сарф меъёри ҳисобланган, умумқурилиш ва сульфатбардош цементлар учун клинкерлар синтез қилинган ва куйдириш жараёнининг асосий технологик параметрлари ишлаб чиқилган;

қўшимча сифатида Қорақалпоғистон базальти ва титанмагнетитли темиртутган жинсларини жалб қилиш орқали клинкер ҳосил бўлиш жараёнини тезлаштириш ва хомашё аралашмасини куйдириш ҳароратини 50-70°C га пасайтириш усуллари ишлаб чиқилган;

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги олинган натижалар замонавий тадқиқот усуллари қўллаш билан асосланган ва тажриба-саноат синовлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти Қорақалпоғистон янги конларининг анъанавий ва ноанъанавий компонентларини хомашё материалларидан клинкернинг хомашё аралашмаларини янги таркибини шакллантириш ҳамда умумқурилиш ва сульфатбардош бўлган портландцементлар учун клинкер намуналарини олиш учун илмий асос бўлади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, анъанавий ва ноанъанавий хомашёлардан фойдаланиб, ПЦ400-Д0 маркали гидравлик фаолликка мос келадиган, меъёрий ҳужжатлар талабларига жавоб берадиган портландцемент олиш, клинкерларни жадал куйдириш учун маҳаллий хомашё материалларидан энергия- ва ресурстежамкор таркиблар ишлаб чиқиш ва таннархи арзон бўлган клинкерлар ишлаб чиқариш технологиясини йўлга қўйишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қорақалпоғистон хомашё ресурслари асосида янги таркибли портландцемент клинкерини олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Беркуттау участкаси базальти иштирокида 1400-1420°C да куйдириш йўли орқали портландцемент клинкерини олиш технологияси «TITANCEMENT» МЧЖ-ҚҚда амалиётга жорий этилган («Узсаноатқурилишматериаллар» уюшмасининг 2020 йил 14 июлдаги 05/15-2325-сон маълумотномаси). Натижада цемент заводини янги турдаги хомашё базаси билан таъминлаш ҳамда анъанавий клинкернинг куйдириш ҳароратини 50-70°C ва иссиқлик сарфини мос равишда 4-6% га камайтириш имконини берган;

Қорақалпоғистон базальти асосида ССПЦ-400-Д0 маркали цемент олиш технологияси «KARAKALPAKCEMENT» МЧЖ да амалиётга жорий этилган («Узсаноатқурилишматериаллар» уюшмасининг 2020 йил 14 июлдаги 05/15-

2325-сон маълумотномаси). Натижада клинкерни куйдиришда ёқилги сарфини 10% га камайтириш имконини берган;

Қорақалпоғистон минерал хомашёлари (оҳактош, базальт, гилли компонент, темирли жинслар) асосида ПЦ-400-Д0 маркали цемент олиш технологияси «KARAKALPAKCEMENT» МЧЖ да амалиётга жорий этилган («Узсаноатқурилишматериаллар» уюшмасининг 2020 йил 14 июлдаги 05/15-2325-сон маълумотномаси). Натижада клинкернинг асосий компоненти сарфини 10-15% га камайтириш ва умумқурилиш ва сульфатбардош цемент олиш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Ушбу ишнинг натижалари 6 та халқаро ва 9 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 36 та илмий иш нашр этилган, жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан докторлик (DSc) диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 21 та мақола, шулардан 12 таси республика ва 9 таси хорижий нашрларда чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, олтита боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 183 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва асосий вазифалари тавсифланган, тадқиқотнинг объекти ва предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ноанъанавий хомашё материаллар асосида портландцемент клинкерлар олиш муаммоларининг замонавий ҳолати**» деб номланган биринчи бобида цемент саноатида мергелларни қўллашнинг жаҳон амалиёти тажрибалари ёритилган. Таъкидлаш жоизки, портландцемент ишлаб чиқаришида мергеллардан фойдаланиш имкониятини белгилайдиган асосий мезон, бу уларнинг кимёвий-минералогик таркиби ҳисобланади, шу сабабли муайян кон мергелларини фойдаланилганда, уларнинг мергеллар тоифасига мансублигини батафсил аниқлаш ва ундан кейин хомашё аралашмасининг моддий таркибини аниқлаш бўйича ҳисоб-китоблар амалга оширилади. Клинкерни куйдириш учун хомашё аралашмасидаги компонентларнинг физик-кимёвий ўзаро таъсирлашишида темирли қўшимчаларнинг роли кўрсатилган. Уларнинг клинкер ишлаб

чиқариш жараёнига ижобий таъсири қайд этилган бўлиб, бунда оҳактошнинг карбонатсизланиши ва эркин кальций оксиди ўзлашишини тезлашиши, куйдиришда клинкер минералларининг ҳосил бўлишини ва клинкер ҳароратини пасайтиради. Базалтоидлар оилсаига мансуб тоғ жинсларига алоҳида эътибор қаратилган бўлиб, клинкер ишлаб чиқаришида улар гилли ва темирли хомашёларни сарфини тежаш, клинкер ҳосил бўлиш реакциясини жадал содир қилиши эвазига ўчоқлар қувватини ошириш имконини берадиган алюмосиликатли ва темир тутган комплекс хомашё ҳисобланади. Кремнеземли қўшимча сульфатбардош цемент олишда клинкер тайёрлаш учун кремний модулини меъёрлаштиришда хизмат қилади.

Адабиётлар таҳлилида портландцемент клинкерини ишлаб чиқариш усулларида энергияни тежаш муаммосини батафсил таҳлил қилиш асосида Қорақалпоғистоннинг арзон ва муқобил хомашё ресурсларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқлиги асосланган.

Диссертациянинг «**Хомашё материалларининг таснифи ва тадқиқот усуллари**» деб номланган иккинчи бобда дастлабки материаллар таснифи ва тадқиқот усуллари келтирилган. Тадқиқот объектлари сифатида Жамансой кони оҳактош ва гиллари, Табаккум кони бархан қумлари, Тебинбулоқ кони титан-магнетитли темир тутган жинслари, темир тутган чўқинди номаёндалар, Ақбурли ва Порлытау конлари мергеллари, «Беркуттау» участкаси базальт жинслари танлаб олинган. Дастлабки хомашё материаллари, клинкер ва цементларнинг кимёвий таркиби ГОСТ 5382-91 бўйича аниқланди. Дастлабки хомашё материаллари, цементлар ва уларнинг гидратация маҳсулотларининг фазовий таркибини аниқлаш учун кимёвий, рентгенфазали, дифференциал-термик, ИҚ-спектроскопик, петрографик ва электрон-микроскопик тадқиқот усуллари қўлланилган.

Портландцемент қотишида клинкернинг тузилиши ва структуранинг шаклланиш генезиси SEM-EVO MA 10 сканерлаш электрон микроскопида, намуналарнинг элемент таҳлили EDX (Oxford Instrument) – Aztec Energy Advanced X-act SDD фирмасининг SEM-EVO MA 10 типдаги элемент анализаторида амалга оширилди. Намуналарнинг заррачалари кўриниши ЭМВ-100БР электрон микроскопи ёрдамида суспензия ва икки босқичли реплика усулида расмга туширилди. Намуналарнинг инфрақизил ютиш спектрлари SPECORD 75 JR спектрофотометрида олинди.

Портландцемент клинкери синтези учун қўлланилган хомашё компонентларининг кимёвий-минералогик таркиби 1-жадвалда келтирилган.

Аниқландики, «Жамансой-2» оҳактоши ва «Шимолий Жамансой» гили хомашёлари кимёвий-минералогик таркиби, структуравий тузилиши ва технологик хоссалари бўйича цемент саноатида анъанавий тоифада қўлланиладиган хомашёларга ўхшаш ва O'z DSt 2950:2015 «Портландцемент клинкери ишлаб чиқариш учун хом ашё материаллари». Техник шартлар» талабларига мос келади.

Ақбурли ва Порлытау кони мергеллари кимёвий таркиби бўйича бири-бирига яқин ҳамда барқарорлиги билан ажралиб туради. 1-жадвалдан кўринмоқдаки, ўртача намуналарнинг таркиби, яъни СаО миқдори бўйича

(O'z DSt 2950:2015 бўйича 45% дан кам эмас) карбонатли хомашё сифатида клинкерларни куйдиришга яроқлидир.

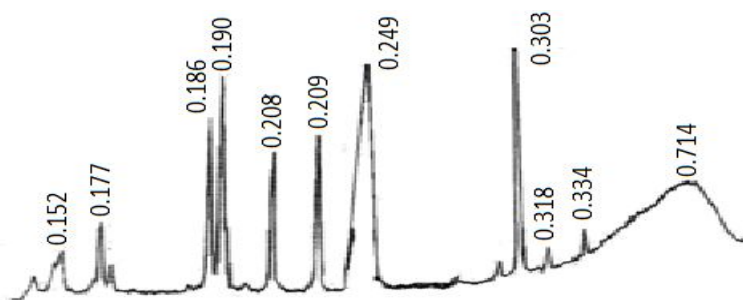
Порлытау мергели минерал таркиби бўйича оҳакли мергеллар жинсига мансубдир (1-расм).

1-жадвал

Хомашё материаллари намуналарининг кимёвий таркиби

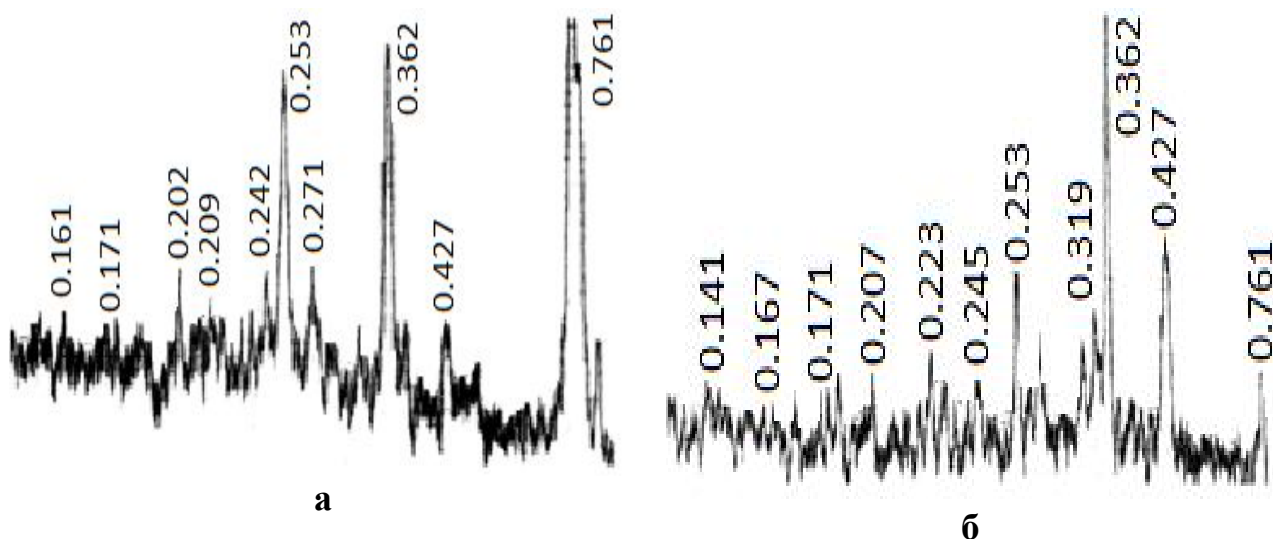
№	Хомашё номланиши	Оксидлар миқдори, оғир. %									
		К.й.	SiO ₂	Al ₂ O ₃ +TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	P ₂ O ₅	Σ
1	«Жамансой-2» оҳак тоши	42,39	2,28	1,99	сл.	51,61	0,70	1,03	-	-	100
2	«Шимолий Жамансой» гили	7,90	61,91	20,05	4,05	1,99	2,03	1,62	-	-	100
3	Табаккум бархан куми	3,09	82,81	5,89	1,13	2,73	0,68	0,10	3,57	-	100
4	Титаномагнетит темирли руда	-	32,80	5,73	26,12	9,70	20,81	3,33	1,40	0,11	100
5	Темирли чўкинди номаёнда	-	38,65	4,15	44,6	5,36	4,06	0,11	2,76	0,31	100
6	«Беркутгау» базальти	5,58	53,28	16,30	8,50	6,09	5,32	0,43	4,50	-	100
7	Ақбурли мергели	39,52	7,51	2,06	0,86	47,25	1,16	0,18	1,45	-	99,99
8	Порлытау мергели	37,91	9,86	3,54	0,96	45,24	0,71	Сл.	1,57	-	99,79

Мергел дифрактограммаси намунанинг минералогик таркибида d/n = 0,303; 0,249; 0,208; 0,186; 0,160; 0,152 nm кальцит устунлигини тасдиқлайди. Бундан ташқари d/n = 0,334 ва 0,181 nm бўлган кварц мавжуд; 0,334 nm га тенг каолинит кўринишида гилли минерал; d/n = 0,714 ;0,318; 0,209; 0,190; 0,185; 0,182; 0,177 nm дала шпати мавжуд.



1-расм. Порлытау кони мергели дифрактограммаси.

Титанмагнетитли темир тутган жинс асосан кремний, темир, магний ва кальций осидлар, ундан ташқари алюминий оксиди, олтингугурт ангидриди, ишқорий металл оксидлари, титан ва фосфордан иборат (2-расм, а). Титанмагнетитли темир тутган жинс регламент қилинадиган оксидлар миқдори бўйича O'z DSt 2950:2015 талабларига кўра портландцемент клинкерини ишлаб чиқаришда фойдаланилаётган темирли кўшимча таркибига мос келади. Ушбу жинс технологик намунасининг минералогик

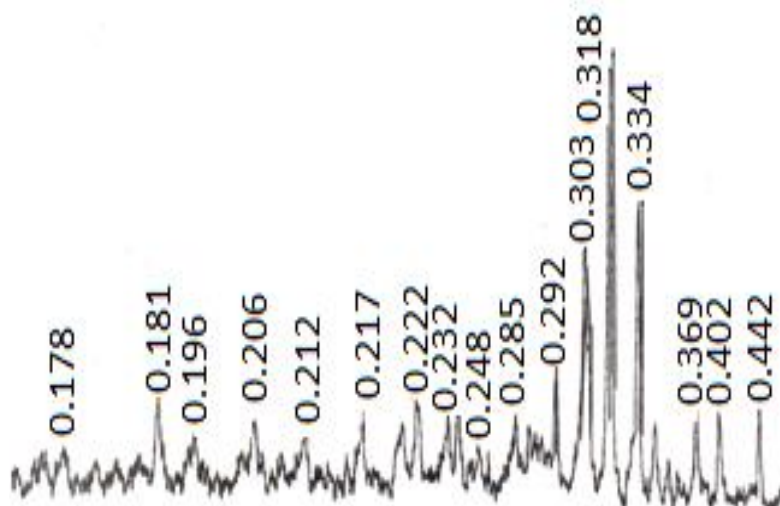


2-расм. Тебинбулоқ кони титанмагнетитли темир тутган жинс (а) ва темирли чўкинди номаёнда (б) диффрактограммалари.

таркибида $d/n=(0,761; 0,427; 0,362; 0,181 \text{ nm})$ гематит, $d/n=(0,271; 0,253; 0,242; 0,171; 0,161 \text{ nm})$ магнетит миқдори юқори, ундан ташқари магнитли колчедан, гетит ва пиритга мос келувчи чизиқлари мавжуд. Сульфат ва гилли минераллар $d/n=(0,761; 0,427; 0,335 \text{ nm})$ ҳам учрайди.

Темирли чўкинди номаёнда таркибида Fe_2O_3 миқдори юқори (44,6%) титанмагнетитли темир тутган жинсга нисбатан (26,12%) ва у портландцемент клинкерини куйдириш учун минералиаторли темирли кўшимча сифатида ишлатилиши мумкин. Темирли чўкинди жинси минерал таркиби $d/n = (0,761; 0,362; 0,209; 0,207; 0,171 \text{ nm})$ магнетит, $d/n=(0,424; 0,385; 0,245; 0,223 \text{ nm})$ магнит калчедани, гетит, пирит минераллари ва гилли жинсларнинг аралашмаси билан ифодаланган (2-расм, б).

«Беркуттау» базальти намунасида хлорит $d/n=(0,442; 0,402; 0,369; 0,318; 0,292 \text{ nm})$, кварц $d/n=(0,334; 0,318; 0,222; 0,212; 0,196; 0,181 \text{ nm})$, кальцит $d/n=(0,303; 0,248; 0,232; 0,206 \text{ nm})$, доломит ($d/n=(0,285; 0,217; 0,206 \text{ nm})$) минераллари акс этган (3-расм). Диффракцион чўққилари фониди шиша фазаси мавжудли аниқланди, бу магматик тоғ жинсга хослигини англатади.



3-расм. «Беркуттау» участкаси базальт жинси диффрактограммаси.

Шундай қилиб, комплекс кимёвий ва физик-кимёвий тадқиқот усуллари асосида «Жамансой-2» оҳақтоши ва «Шимолий Жамансой» гили, Акбурли ва Порлытау конлари мергели, Табаққум кони бархан қуми, Тебинбулок титан магнетитли темир тутган жинслар, темирли чўқинди жинси, «Беркуттау» участкаси базальти О'z DSt 2950:2015 регламентидаги оксидлар миқдори бўйича портландцемент клинкери ишлаб чиқаришига яроқли карбонатли, алюмосиликатли ва темирли хомашёларга жавоб беради.

Диссертациянинг «Қорақалпоғистон муқобил хомашё ресурсларидан клинкерлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш» деб номланган учинчи бобида клинкерни куйдириш учун технологик намуналари хомашё компонентларининг кимёвий таркибини ҳисобга олган ҳолда хомашё аралашмалари ҳисоблари бажарилган. Натижалар 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Хомашё аралашмалари компонент таркиби ва модуль қийматлари

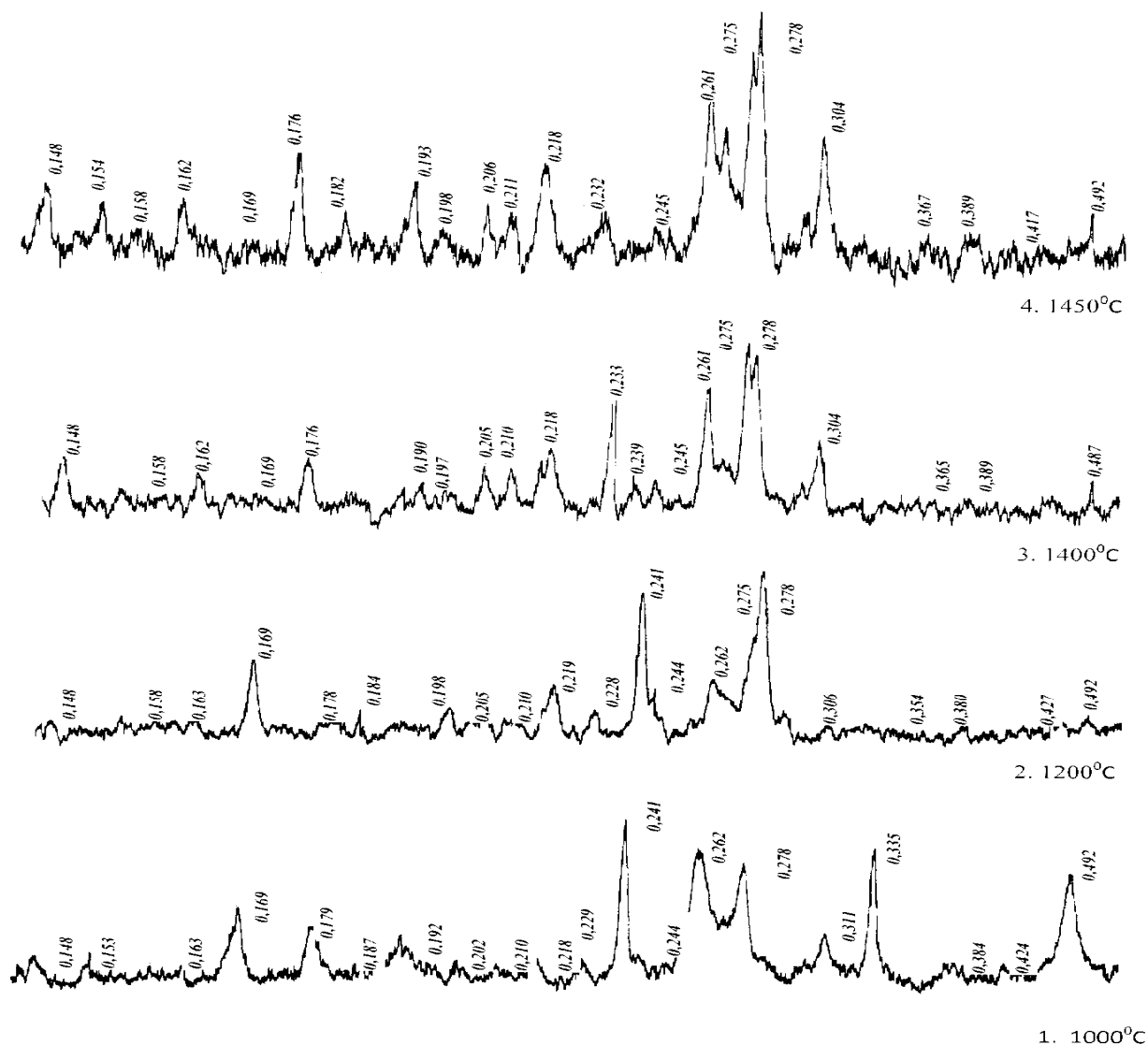
Аралашма рақами	Компонентлар таркиби, оғир. %							ТК (Туйиниш коэффициенти)	п (Силикат модули)	р (Глинозем модули)	Суюқ фаза
	Оҳақтош	Бархан қуми	Гил	Порлытау мергели	ОТМК шлаки	Титанмагнетитли жинс	Темир тутган чўқинди жинс				
1-таркиб (Назорат)	38,71	3,73	-	5,12	2,44	-	-	0,92	2,00	1,50	28,66
	$C_3S - 51,67\%; C_2S - 20,64\%; C_3A - 9,46\%; C_4AF - 12,64\%$										
2-таркиб (СБПЦ)	77,92	9,49	1,01	-	-	11,58	-	0,89	2,40	0,95	28,50
	$C_3S - 49,07\%; C_2S - 24,71\%; C_3A - 3,76\%; C_4AF - 13,98\%$										
3-таркиб	78,71	10,13	-	-	-	11,16	-	0,92	2,5	0,94	27,18
	$C_3S - 55,86\%; C_2S - 18,98\%; C_3A - 3,48\%; C_4AF - 13,36\%$										
4-таркиб	81,57	4,24	11,01	-	-	-	3,18	0,92	2,2	2,3	28,11
	$C_3S - 55,83\%; C_2S - 18,14\%; C_3A - 12,72\%; C_4AF - 8,80\%$										
5-таркиб (СБПЦ)	62,35	7,92	-	23,26	-	-	6,47	0,89	2,1	0,9	28,49
	$C_3S - 49,55\%; C_2S - 25,09\%; C_3A - 3,74\%; C_4AF - 16,60\%$										

Бажарилган ҳисоб-китоб натижаларига кўра, кимёвий-минералогик таркиби ва модуль таснифлари бўйича О'z DSt 2801 га мос келадиган умумий қурилиш (№3 ва №4 таркиб) ва сульфатга чидамли (№2 ва №5) цементларга клинкерни куйдириш учун 3-компонентли («Жамансой-2» оҳақтоши, Табаққум бархан қуми, Тебинбулок титанмагнетитли темир тутган жинс) ва 4-компонентли («Жамансой-2» оҳақтоши, Табаққум бархан қуми, («Шимолий Жамансой-2», темирли чўқинди номаёнда) хомашё аралашмаларидан иборат мақбул таркиб танлаб олинди (2-жадвал).

Хом ашё аралашмаларининг янги таркибларининг 1000, 1200, 1400 ва 1450°Сда 30 дақиқа давомида аниқланган реакцион қобиляти шуни кўрсатдики, «оҳақтош + бархан қуми + гил + титанмагнетитли темир тутган жинс» ва «оҳақтош + бархан қуми + гил + темирли чўқинди номаёнда» дан иборат хомашё аралашмаларини куйдиришда карбонатсизланиш реакцияси ва СаО клинкер минералига ўзлашиш жараёни 1400-1420°С да клинкер ҳосил

бўлиши жадал боради, бу эса «оҳактош + бархан қуми + мергель + ОТМК куюиндиси» дан иборат назорат аралашмасини куйдириш ҳароратидан 50-70°C га пастдир. Демак, уларда $\text{CaO}_{\text{эркин}}$ миқдори (0,18% ва 0,66% мос равишда) назорат таркибдаги клинкердан кам бўлишини (0,88% $\text{CaO}_{\text{эркин}}$) англатади. Назорат вариантда ҳам $\text{CaO}_{\text{эркин}}$ миқдори 1450°C куйдиришдан кейин регламент қилинган ораликда ётади.

Рентгенофазавий таҳлил хомашё аралашмалари янги таркибларини куйдиришда клинкер минералларининг ҳосил бўлиши жадал кечишини тасдиқлайди. Масалан, сульфатга чидамли цемент учун «оҳактош + бархан қуми + гил + темирли чўкинди номаёнда» аралашмасидан олинган клинкер 4-таркиб дифрактограммасида C_3S – $d/n=(0,303; 0,278; 0,275; 0,262; 0,254; 0,241; 0,214; 0,198; 0,193; 0,191; 0,162; 0,156; 0,147 \text{ nm})$; C_2S – $d/n = (0,272; 0,262; 0,231; 0,219; 0,214; 0,204 \text{ nm})$; C_3A – $d/n=(0,272; 0,214; 0,191; 0,156 \text{ nm})$ ва C_4AF $d/n = (0,266; 0,261; 0,204; 0,191 \text{ nm})$ минералогик таркиби меъёрлашган клинкерга хос бўлган барча клинкерли фазалар идентификация қилинган (4-расм).



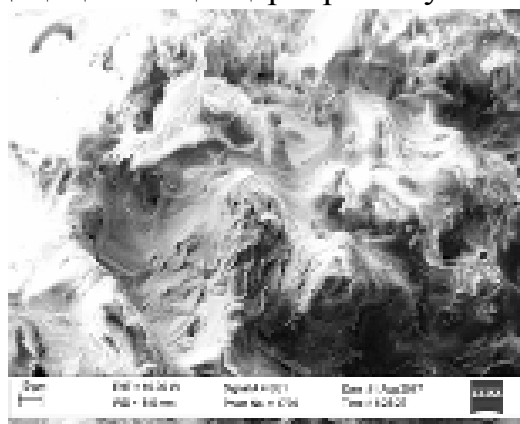
4-расм. ТК=0,89 эга 4-таркибли хомашё аралашмасининг 1000 (1); 1200 (2); 1400 (3); 1450°Cда (4) куйдириш маҳсулотлари дифрактограммалари. Дифракцион чўққилар фонидаги қийматлар $d/n=(0,240$ ва $0,169 \text{ nm})$

барча синтез қилинган клинкерларда $\text{CaO}_{\text{эркин}}$ миқдори камлиги (0,06-0,66%) тўғрисида кимёвий таҳлил натижасини тасдиқлайди. Рентгенограммаларда асосий клинкер фазалари аниқ белгиланган тасвири ва оралиқ фазалар йўқлиги янги таркибли хомашё аралашмаларини куйдиришда минераллар ҳосил бўлиш жараёнининг тўлиқ якунланишидан далолат беради.

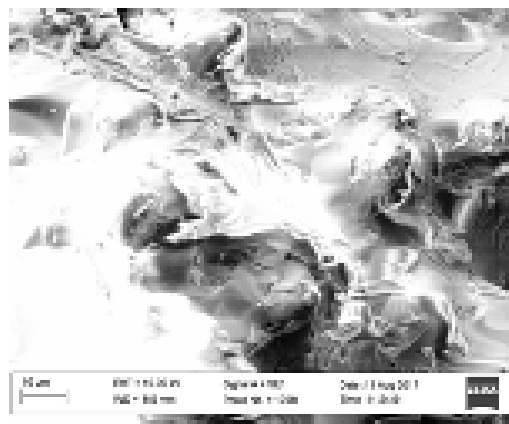
ТК=0,92 эга «оҳактош + бархан қуми + мергель + ОТМК куюндиси», иборат назорат хомашё аралашмасидан олинган клинкерда ёрилган юзанинг рельефи дағал текислик билан намоён булган, бу ерда аниқ бўлмаган қиёфадаги ҳар хил шаклдаги доналар кузатилади, клинкер минераларининг зич бўлмаганлиги туфайли карбонатсизланиш жараёнида ҳосил бўлган кўплаган ғоваклар мавжуд.

Ушбу клинкернинг тузилишидан фарқли ўлароқ, «оҳактош + бархан қуми + гил + титанмагнетитли темир тутган жинс» (2-таркиб, ТК=0,89) таркибли хомашё аралашмасини 1420°C да 30 дақиқа давомида куйдириш орқали синтез қилинган клинкер ёрилган юзаси рельефи кубик, овал ва пластинали шакллардаги суюқланган доналардан ташкил топган, ушбу доналарни аниқ қиёфаларини ёпувчи шаклсиз массалар мавжудлиги кузатилади, бу силикат суюқланмасининг анча миқдорда ҳосил бўлишидан далолат беради (5-расм).

Бу шундан далолат берадики, ушбу таркибдаги хомашё аралашмасини куйдириш ҳароратини 1400°C гача пасайтириш ёки куйдириш вақтини 20 дақиқагача қисқартириш мумкин.



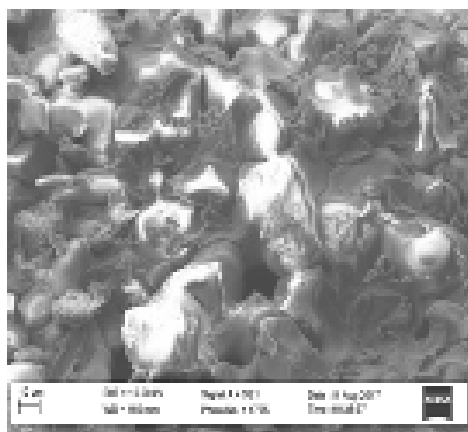
x500



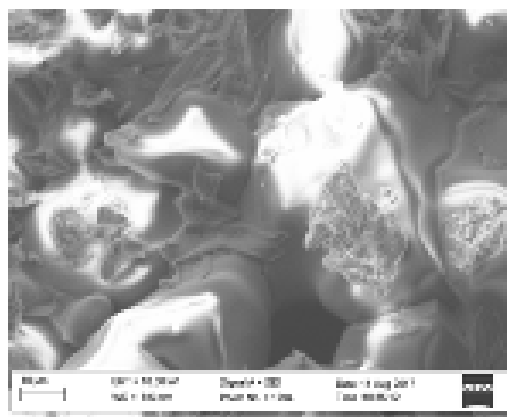
x1000

5-расм. 2-таркибли «оҳактош + бархан қуми + гил + титанмагнетитли темир тутган жинс» хомашё аралашмасидан олинган клинкернинг ёриқ юза рельефи: ТК=0,89, $T_{\text{куйд.}}$ - 1420°C .

6-расмга кўра, темирли чўкинди номаёнда иштирокида клинкер минераллари аниқ кристалланиши кузатилади, 4-таркибли (ТК=0,92) хомашё аралашмасидан 1400°C да куйдирилган клинкер ёриқ юзасининг рельефи алитга хос бўлган кубик ва гексагонал шаклдаги йирик зарралардан иборат дағал текислик билан намоён бўлган.



X500



X1000

6-расм. 4-таркибли «оҳактош + бархан қуми + гил + темирли чўкинди номаёнда» хомашё аралашмасидан олинган клинкернинг ёриқ юза рельефи: ТК=0,92, T_{қуйд.} - 1400°C.

Заррачалар юзаси кучли суюқланган, бу хомашё аралашмасини куйдиришда ҳароратни 50-70°C га пасайтириш ёки изотермик ҳолатда ушлаб туриш вақтини қисқартириш имконини кўрсатади.

Хом ашёнинг янги таркибидан синтез қилинган клинкер асосидаги цемент намуналарини цемент қоришмаси ҳажми ўзгаришининг бир маромдалигига синовлар ўтказилди, бунда нотўғри қотиш ҳолатлари кузатилмади. 3-жадвал маълумотларга кўра, 2; 3; 4-таркиблардаги тажриба цементлари 28-суткалик нормал қотиш даврида сиқилишга бўлган мустаҳкамлик 43,6-49,6 МПа га эга бўлади, бу эса «400» ва «500» маркалардаги цемент учун бўлган регламент кўрсаткичларидан юқоридир (39,2 ва 49,2 МПа).

3-жадвал

Тажриба партиядаги портландцемент намуналарининг гидравлик фаоллиги

Цемент рақами	ТК	Сиқилишга/букилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси (МПа), давр				
		3 сут.	7 сут.	28 сут.	90 сут.	180 сут.
1-таркиб	0,92	20,6/2,2	29,5/3,0	34,3/4,1	40,0/5,3	44,8/6,4
2-таркиб (СЧПЦ)	0,89	22,4/2,3	33,7/4,5	41,6/5,9	42,5/6,6	49,6/7,4
3-таркиб	0,92	21,1/2,1	30,2/4,2	40,1/5,3	43,0/6,3	44,9/7,0
4-таркиб	0,92	21,4/2,2	31,6/4,0	41,5/5,5	43,7/5,8	45,8/6,5
5-таркиб (СЧПЦ)	0,89	22,4/2,1	33,7/4,7	38,6/5,0	42,0/5,7	43,6/6,0

Гидратация табиати ва гидратли ҳосил бўлишларнинг эволюция йўли таҳлилнинг рентгенфазали, ДТА ва электрон-микроскопик усуллари билан тадқиқ қилинди. Рентгенограммада гидратация жараёни C₃S интенсив чўққилари камайиши бўйича кузатилади. Қотиш даври ортиши билан d/n = 0,491 nm да кальций гидроалюминатлари ва Ca(OH)₂ ўста-ўст келиши туфайли интенсив чизик анча ошади, қотишнинг 180 суткасида эса C₃S ва

C_2S асосий чизиқларининг интенсивлиги ($d/n=0,275; 0,278; 0,268, 0,262$ nm) интенсив чизиқлари анча камаяди. Қотиш даврининг ортиши билан $d/n=0,491$ nm ли $Ca(OH)_2$ чизиқ интенсивлиги ошиши унга кальций гидроалюминати чизиғининг ўстма-ўст келиши билан изоҳланади. Аллюминат минераллари гидратли маҳсулотларга тўлиқ ўтганидан сўнг $Ca(OH)_2$ билан силикат минераллари иштирокида кимёвий реакция ҳисобига C-S-H фазалари ҳосил бўлади, улар қотишнинг дастлабки даврида субмикрористаллик янги минерал ҳосил бўлишини намоён қилади ва рентгенаморф ҳисобланади, шу сабабли уларнинг ҳосил бўлиши ДТА ва электрон микроскоп усулларида идентификация қилинди.

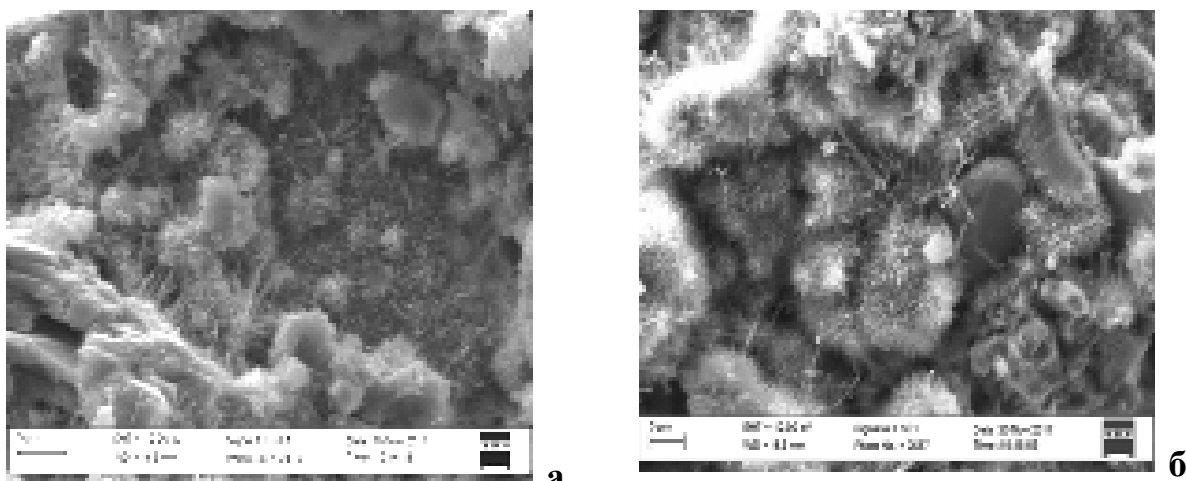
ДТА маълумотларига кўра, $60-350^\circ C$ ҳарорат оралиғида термоаналитик эгри чизиқларида кучсиз боғланган, асосан, адсорбцион сув йўқолишнинг эндотермик жараёни қайд қилинади. Цемент тоши намунасининг қиздириш эгри чизиғи $440-500^\circ C$ ҳарорат оралиғида $Ca(OH)_2$ нинг дегидратацияси қайд қилинади. Кучсиз боғланган сув йўқотилиши ва унинг интеграл қиймати ($60-900^\circ C$) натижасида термоаналитик эгри чизиқлар бўйича йўқотилган масса (ЙМ) қийматини цемент тоши минераллари гидратацияси жараёни интенсивлигининг тўғри таснифи сифатида қараш мумкин. Шу сабабли цемент тошиларининг гидратацияси ва гидратли янги ҳосил бўлган минералларнинг миқдорий таснифи мос самарадорлик оралиғидаги масса йўқотилиши бўйича аниқланди. Белгиландики, 1, 3, 7, 28 ва 6 ойдан сўнг $60-900^\circ C$ оралиғида термогравиметрия эгриси бўйича массанинг умумий камайиши 10,56; 11,06; 13,95; 15,4 ва 18,33% ташкил этади, бу гидратация жараёнининг сезиларли чуқурлашгани ва янги ҳосил бўлган гидратли минераллар миқдорининг ортишидан далолат беради. Ҳарорат $720-760^\circ C$ оралиғида максимумли эндоэффект иккита жараён: янги ҳосил бўлган кальций гидросиликат (C-S-H (II) ёки C_2SH_2 типидagi $2CaOSiO_2 \cdot nH_2O$ дигидратацияси ва $Ca(OH)_2$ карбонизацияси натижасида $CaCO_3$ диссоциацияси кетганлигини англатади.

Цемент тошининг термоаналитик эгри чизиғи ҳар бир қотиш даври учун хос бўлган термик эффектлар йиғиндиси натижаларини кўрсатади. Ҳар бирининг ўзаро таъсирлашув жадаллиги кўшилиши натижасида интеграл йўқотилишнинг энг катта қийматидан бири қайд қилинади. Бу далил шудан далолат берадики, цемент таркибида ҳар битта компонент клинкернинг кристалл фазалари гидратациясини тезлаштириш жараёнида тўла иштирок этади ва уларнинг мажмуи ушбу жараён тезлашишини таъминлайди.

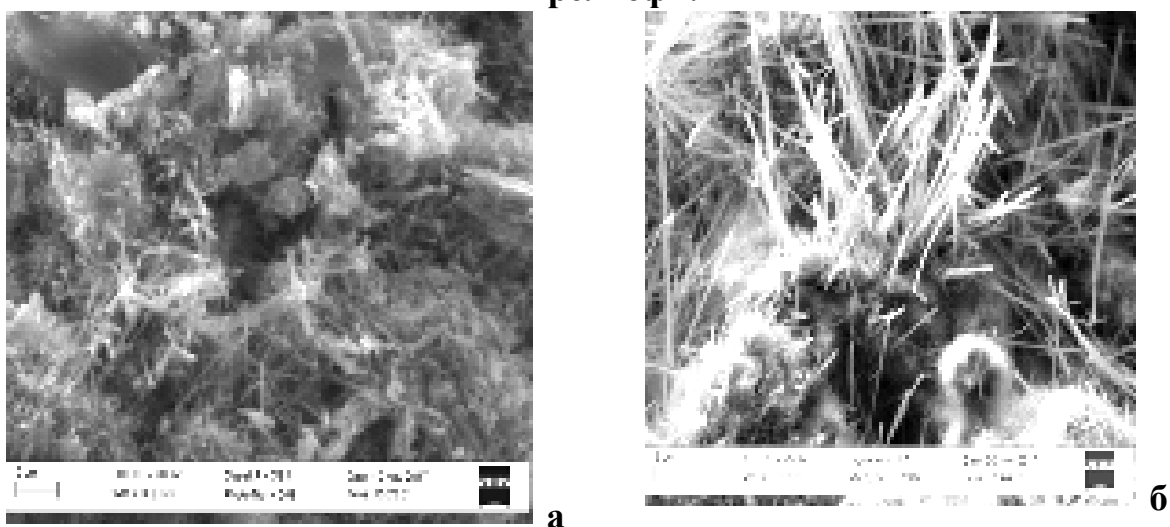
Шунга монанд бўлган цемент гидратацияси жараёни «оҳактош + бархан куми + гил + темирли чўкинди номаёнда» хомашё аралашмаси асосида синтез қилинган клинкерда боради.

Ўрганилаётган цементларда структур ҳосил қилиш жараёни цемент заррачаларида қобик шакллантиришда биргаликда иштирок этадиган эттрингит игнасимон кристаллари ва кальций гидросиликат толасимон кристалларининг кристалланиши босқичма-босқич боради. Дастлабки даврда қотувчи цемент тошининг асосий кристалл каркаси шаклланади. 28-суткага келиб, баъзи кристаллар юзаси игнали янги ҳосил бўлган минераллар билан

қопланади, бу эса цемент тоши гидратацияси ва ҳамда микроструктураси шаклланишининг тўхтовсиз жараёнини англатади (7 ва 8-расмлар).



7-расм. 28 (а) ва 90 (б) суткаларда қотган бархан қуми ва титанмагнетитли темир тутган жинс иштирокидаги хомашё аралашмаси асосидаги клинкердан олинган цемент тошининг ёриқ юза рельефи.



8-расм. 28 (а) ва 90 (б) суткаларда қотган бархан қуми ва темирли чўкинди номаёнда иштирокидаги хомашё аралашмаси асосидаги клинкердан олинган цемент тоши ёриқ юза рельефи.

Кристалларо бўшлиқлар ва ҳаво ғовокчалари аста-секин янги гидратация маҳсулоти билан тўлдирилган, параллел равишда узун толасимон кристаллардан эттрингитнинг яхши шаклланган кристалларига (узунлиги 2,5 μ) қайта кристалланиши содир бўлган, цемент тоши микроструктураси аста-секин зичлашади ва мустаҳкамланади. Бундай ҳолат ҳатто цемент қотишининг 3 ойида ҳам кузатилади.

Тадқиқот натижалари асосида ростловчи кўшимча сифатида қўлланилган бархан қуми, титанмагнетитли темир тутган ва темирли чўкинди номаёндан иборат хомашё аралашмаси амалиётга қўллашга энг мақбул деб қабул қилинган. Бунда клинкер минералларнинг сув билан ўзаро физик-кимёвий таъсирлашувининг равон кетиши, ПЦ400-Д0 марқадаги

цементга мос келувчи, цемент тошининг мақбул структурасини шакллантириш орқали янги минераллар вужудга келишини ва кристалланишини, унинг гидравлик фаоллигини таъминлаш мезон сифатида қабул қилинган. Қорақалпоғистон кони хомашё материалларини комплекс фойдаланган ҳолда умумқурилиш ва сульфатбардош цементлар учун портландцемент клинкерини ишлаб чиқариш технологияси ва технологик тизими ишлаб чиқилган.

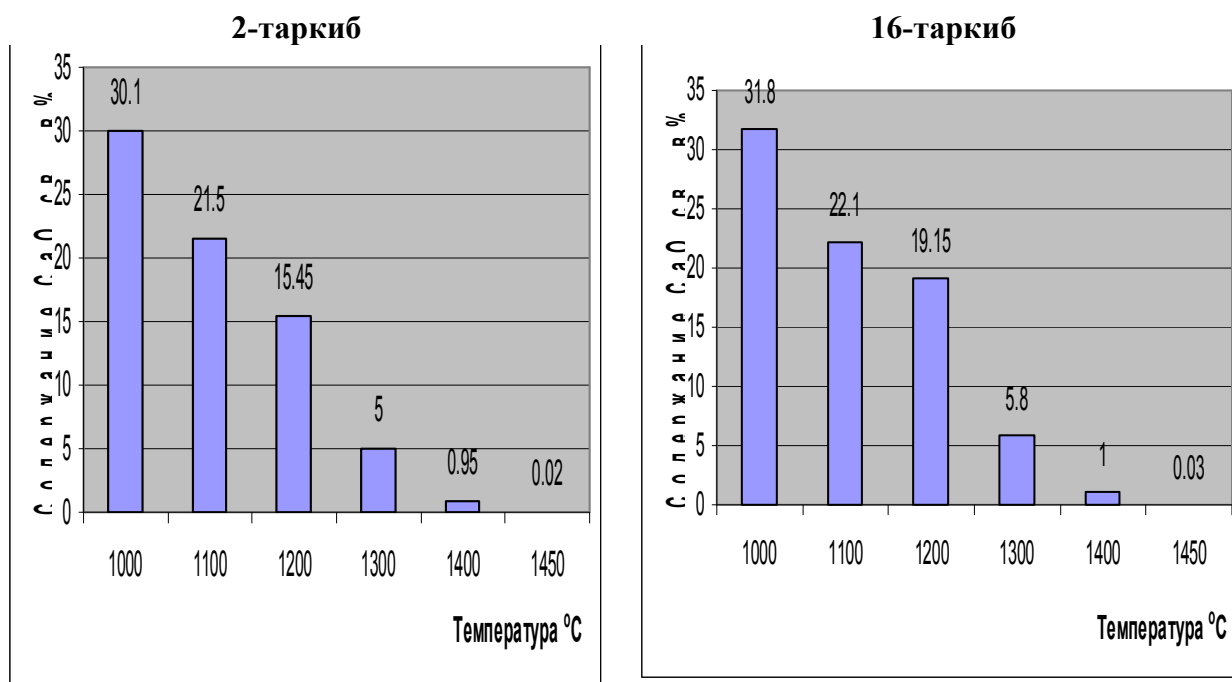
Диссертациянинг «**Хомашё аралашмаси таркибида базальт жинси иштирок эттириш орқали портландцемент клинкерини олишнинг технологик хусусиятлари**» деб номланган тўртинчи бобида «Беркуттау» участкаси базальт жинсининг хомашё аралашмалари, клинкерлар ва улар асосидаги цементларнинг технологик хоссаларига таъсири кўрилган.

Аниқландики, «Беркуттау» участкаси базальт жинсининг технологик намунаси регламентланадиган оксидлар миқдори бўйича O'z DSt 2950:2015 талабларига мос келади (1-жадвал). Маълумки, хомашё аралашмалари таркибида анъанавий қўлланиладиган, келиб чиқиши табиий (гематитли жинслар) ва техноген (шлаклар, темирли шлаклар) қўшимчалар суюқланиш ҳарорати анча юқори (1380-1450°C), отилиб чиққан тоғ жинслари эса (базальт, габбро, диабаз-порфирит ва бошқалар) улардан кристалл структураси бўйича фарқ қилади ва ўзининг таркибида сезиларли миқдорда шиша фазасини тутган, шунинг учун анча паст суюқланиш ҳароратига эга (1105-1250°C), ўз навбатида хомашё аралашмасининг суюқланиш ҳароратини пасайтиришга имкон беради.

«TITANCEMENT» МЧЖ-ҚК цемент заводида клинкер ишлаб чиқаришда фойдаланишга мўлжалланган «Беркуттау» участкаси базальт жинсининг технологик намунаси 1180-1190°C ҳарорат оралиғида суюқланади. Ушбу омиллар базальт жинсини алюмосиликат ва темирли компонент сифатида шартли фойдаланиш орқали хомашё аралашмасинининг юқори реакцион қобилятини тахмин қилишга асос бўлади.

Базальт тоғ жинси иштирокида модул таснифлари (ТК, n ва p) турли хил параметрдаги 16 та хомашё аралашмаси таркиблари ҳисобланди. Ҳисобланган маълумотлар бўйича, 82,09-84,22% «Жамансой-2» кони оҳактоши ва 15,78-17,91% «Беркуттау» участкаси базальт жинсини фойдаланиш орқали икки компонентли хомашё аралашмалари асосида кимёвий-минералогик таркиби ва модул таснифи O'z DSt 2801 томонидан қўйилган талабларга жавоб берадиган умумқурилиш цементларга (1-4 таркиблар) клинкерлар олиш мумкин. Бунда, икки компонентли хомашё аралашмаси таркибида базальт жинси масса улушини (15,9 дан 8,09% гача) камайтириш мақсадида «Шимолий Жамансой-2» кони гилли компонентини (1-жадвал) киритиш тавсия этилади.

1450°C да 30 дақиқали ушлаб туриш орқали синтез қилинган куйдириш маҳсулоти деярли $\text{CaO}_{\text{эркин}}$ тутмайди, бу клинкерли ҳосил бўлиш жараёнида шаклланишида унинг тўлиқ ўзлашганлигидан далолат беради (9-расм).



9-расм. 2 ва 16-таркибли хомашё аралашмаларни куйдиришда СаО_{эркин} нинг ўзлаштириш кинетикаси.

2 ва 16-таркибли хомашё аралашмалари таркибида куйдириш ҳарорати 1180-1190°C бўлган базальт жинси мавжудлиги эркин кальций оксидининг ўзлашиш жараёнини жадаллаштиради ва 1420°C ҳароратда амалий жиҳатдан тугайдиган минерал ҳосил бўлишни тезлаштиради, бу ОТМК куюиндиси қўшилган хомашё аралашмаларни куйдиришга қараганда нисбатан пастдир. Синтез қилинган клинкерларнинг ҳақиқий минералогик таркиби олдиндан ҳисобланган таркибга мос келади (4-жадвал).

4-жадвал

Портландцементнинг физик-механик синовлари натижалари

Хомашё аралаш-маси рақами	ТК	Мустаҳкамлик чегараси, МПа, (сутка)									
		эгилишда					сиқилишда				
		3	7	28	90	180	3	7	28	90	180
2-таркиб	0,90	2,4	4,6	6,0	6,8	7,2	22,2	35,3	41,4	42,5	49,7
3-таркиб	0,92	2,5	4,0	5,1	5,7	6,4	23,6	31,5	35,3	40,4	45,8
6-таркиб	0,90	2,3	4,2	5,4	6,3	6,6	21,6	32,5	36,5	41,2	46,7
12-таркиб	0,90	2,1	4,2	5,0	5,3	6,3	23,1	30,2	35,0	40,0	43,2
15-таркиб	0,92	2,2	4,0	5,5	5,7	6,1	21,4	31,6	37,9	40,2	45,8
16-таркиб (СЧПЦ)	0,87	2,4	4,7	6,0	6,7	7,0	22,4	33,7	40,6	42,0	50,6

7-чи суткага борганда 3-таркиб клинкери асосидаги цемент ҳам эгилишга, ҳам сиқилишга бўлган юқори мустаҳкамликни кўрсатди, бу ушбу муддатда ПЦ-300 маркасига етди (35,3 МПа). Деярли шундай фаолликни 5-таркиб (СЧПЦ) клинкеридан олинган цемент намоён қилади, унинг қиймати

33,7 МПа ташкил этади, бу ҳам ПЦ-300 маркадаги цементга мос келади (4-жадвал). Иккала цемент таркиби 28 суткадан кейин гидравлик фаолликни намоён этади (40,6-41,4 МПа), бу ГОСТ 10178 бўйича ПЦ 400-Д0 маркадаги цементга мос келади. Қолган таркибдаги цементларнинг (3, 6, 12, 15-таркиблар) фаоллиги 35,0-37,9 МПа оралиғида жойлашган бўлиб, ПЦ300-Д0 маркадаги цементга мос келади.

Клинкердан олинган цементлардаги янги таркиб хомашё аралашманинг юқори реакцион қобиляти ва гидравлик фаоллигидан келиб чиққан ҳолда, синтез ва физик-кимёвий хоссалари тадқиқотида ҳисоблаб чиқилган минерал таркибдаги умумқурилиш ва сульфатбардош цементларга клинкерлар олиш учун 2 компонентли (2-таркиб: $C_3S=58,92\%$; $C_2S=19,05\%$; $C_3A=11,30\%$; $C_4AF=7,30\%$) ва 3 компонентли (16-таркиб: $C_3S=49,96\%$; $C_2S=25,14\%$; $C_3A=2,19\%$; $C_4AF=19,06\%$) хомашё аралашмалари танлаб олинди.

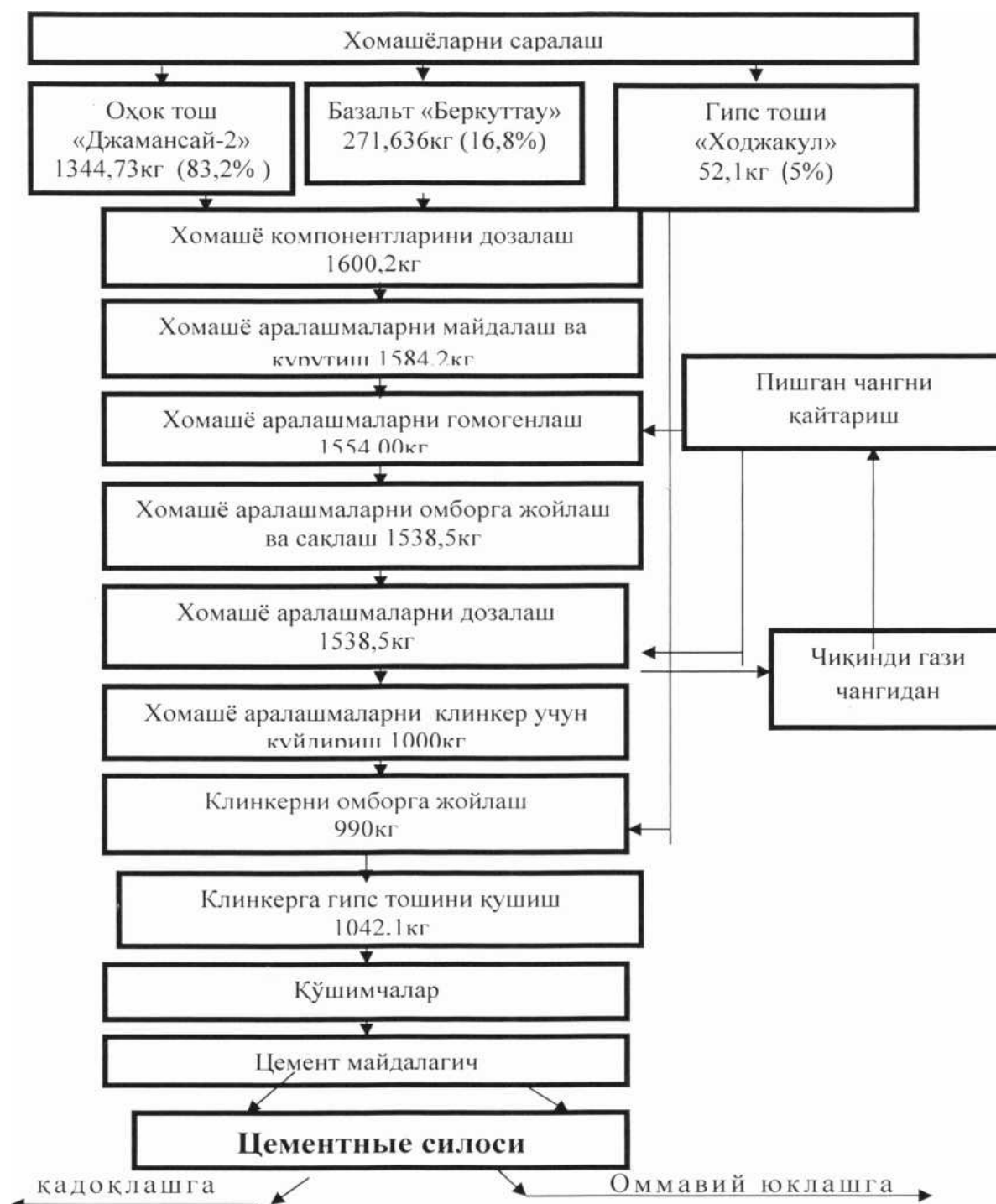
2-таркиб клинкер рентгенограммасида асосий клинкер фазалар: $C_3S - d/n = 0,298; 0,292; 0,278; 0,272; 0,261; 0,255; 0,214; 0,195; 0,191; 0,181; 0,175; 0,161; 0,156; 0,147 \text{ nm}$; $C_2S - d/n = 0,288; 0,272; 0,261; 0,230; 0,214; 0,20 \text{ nm}$; $C_3A - d/n = 0,272; 0,214; 0,191; 0,153 \text{ nm}$; $C_4AF - d/n = 0,261; 0,191; 0,188 \text{ nm}$ чўққилари акс эттирилган. 16-таркиб клинкер рентгенограммасида меъерлаштирилган минералогик таркибдаги клинкерлар учун қуйидаги фазалар: $C_3Scd/n = 0,298; 0,272; 0,261; 0,255; 0,241; 0,214; 0,195; 0,191; 0,181; 0,175; 0,161; 0,156; 0,147 \text{ nm}$; $C_2Scd/n = 0,288; 0,272; 0,261; 0,228; 0,214; 0,203 \text{ nm}$; $C_3Acd/n = 0,272; 0,214; 0,191; 0,156 \text{ nm}$; $C_4AFcd/n = 0,277; 0,267; 0,261; 0,203; 0,191 \text{ nm}$ чўққилари намоён бўлган. Паст интенсивликка эга бўлган диффракцион чўққилар $d/n = (0,240 \text{ ва } 0,169 \text{ nm})$ клинкерларда $CaO_{\text{эркин}}$ (0,05-0,10%) микдорининг камлиги тўғрисидаги кимёвий таҳлил маълумотини тасдиқлайди.

Қорақалпоғистон базальт жинсларидан фойдаланган ҳолда икки ва уч компонентли хомашё аралашмасидан клинкер ишлаб чиқариш жараёнининг технологик тизими ва моддий баланси ишлаб чиқилди (10-расм).

Шундай қилиб, 2 ва 16-таркиб клинкерлардан олинган цементлар физик-механик хоссалари бўйича ГОСТ 10178, ГОСТ 30515, ГОСТ 22266 талабларига жавоб беради. 28-сутка давомида нормал қотиш давридан сўнг сиқилишда мустаҳкамлик мос равишда 41,4 ва 40,6 МПа эга бўлади, бу «400» маркадаги цемент учун регламент кўрсаткичидан юқоридир (39,2 МПа).

Диссертациянинг бешинчи боби «**Мергел ва бархан қуми асосида икки компонентли хомашё аралашмаларидан клинкерлар олиш технологияси**» клинкер ва цементлар олиш учун бархан қуми ва мергелдан комплекс фойдаланиш имкониятини тадқиқ этишга бағишланган.

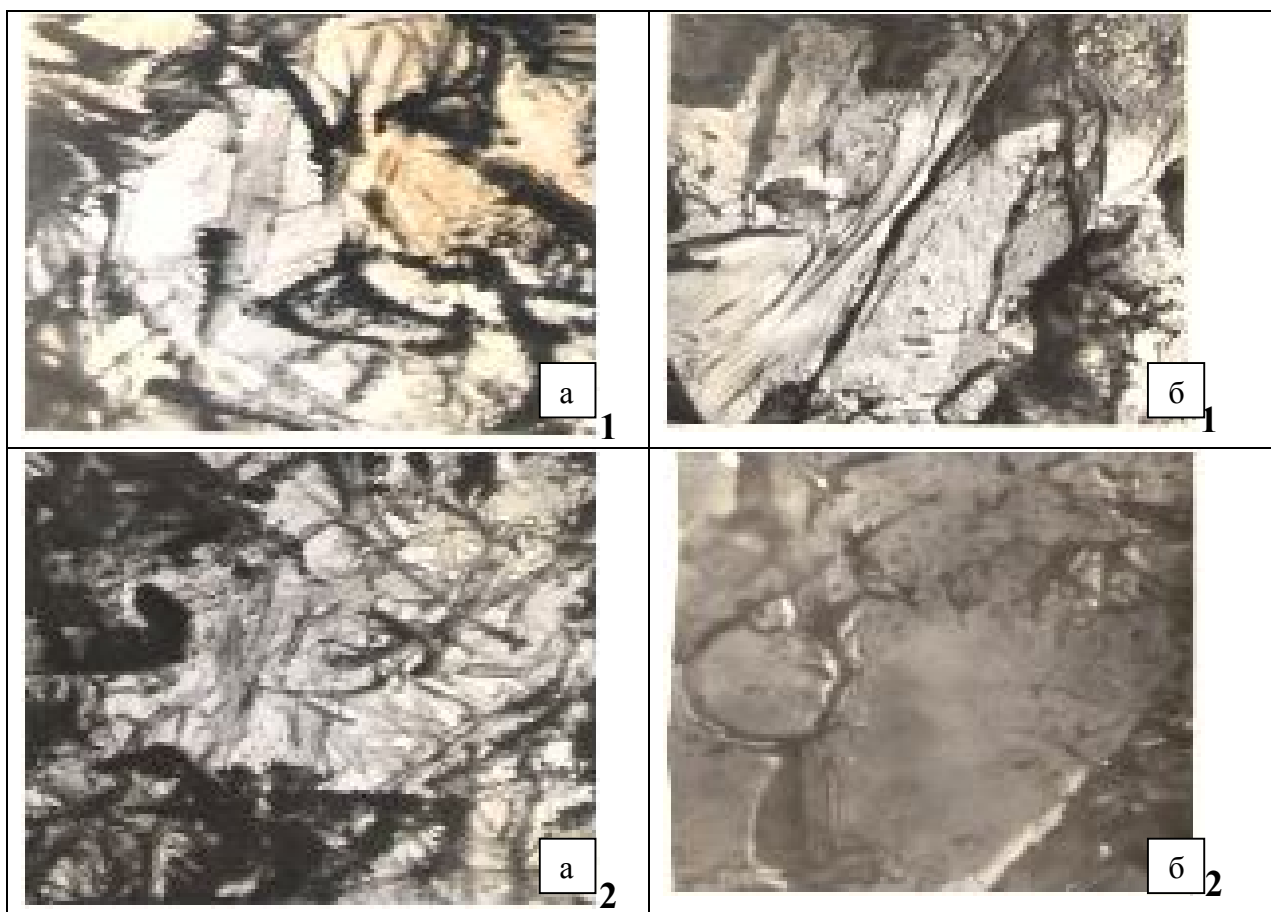
Акбурли ва Порлытау мергеллари, Табаққум кони бархан қумларини фойдаланган ҳолда ҳар хил ТК эга хомашё аралашмаларидан сульфатбардош цемент учун юқори кремнезем тутган клинкерлар синтези компонентларини



10-расм. Базальт иштирокида икки компонентли хомашё аралашмалари асосида клинкер ишлаб чиқаришнинг моддий баланси.

куйдиришда ўзаро таъсирлашувидаги жадал реакциясини таъминловчи Na_2SiF_6 минерализатори иштирокида амалга оширилди.

Акбурли, Порлытау мергеллари ва бархан кумини фойдаланиб олинган, 1420°C хароратда синтез қилинган цементнинг 7 суткали даврдаги микротузилиши тадқиқоти кўрсатдики, цемент тоши ёриқ юзаси рельефи призма, игна шакллари ва дендритли тўпламга эга бўлган, юзасида горизонтал ва перпендикуляр жойлашиши кузатилган кристалл ҳолдаги янги минералли маҳсулотларни намоён этади (11-расм).



11-расм. Акбурли (1) ва Порлытау (2) мергеллари ва бархан куми 7 (а) ва 28 (б) суткалик гидратация натижасида $ГК=0,92$ ($t=1420^{\circ}\text{C}$) эга бўлган цемент ёрик юзаси рельефи.

«Порлытау мергели + бархан куми» хомашё аралашмасидан синтез қилинган клинкер цементининг 28 сутка давомида қотишда цемент тоши зичлашган микроструктурасида макроғоваклар билан бир қаторда микроёрик ва микроғоваклар мавжудлиги қайд қилинди, бунда кальций гидросиликат толасимон кристаллари ўсиши давом этган. 28 кун давомида қотишда анча ғовакланган структуртураси ҳосил бўлиши туфайли цемент тошининг гидравлик фаоллиги Акбурли мергели ва бархан куми асосида олинган цемент тоши мустаҳкамлигидан (46 МПа) анча пастдир, шундай бўлса ҳам у ПЦ-400-Д0 маргадаги цемент олишни таъминлайди.

Диссертациянинг «Қорақалпоғистон хомашё ресурсларидан портландцемент клинкерини олишнинг меъёрий базаси ва самарадорлигини ишлаб» деб номланган олтинчи бобда «TITANCEMENT» МЧЖ ҚК да портландцемент клинкери ва цемент ишлаб чиқариш жараёнига технологик кўрсатмаларни ишлаб чиқариш, «TITANCEMENT» ва «KARAKALPAKCEMENT» МЧЖ ҚКларида «оҳактош+базальт» (№2 тажриба тури) ва «оҳактош+гил+ОТМК куюндиси» (№16 тажриба тури) хомашёси аралашмалари клинкеридан портландцемент ишлаб чиқариш бўйича тажриба-саноат натижалари ҳақида маълумотлар келтирилиб, ПЦ400-Д0 маркали портландцементга қўйилган физик-кимёвий ва механик кўрсаткичлар бўйича ГОСТ 10178-85 талабларига кўра тўла жавоб беради.

Тажриба цементларидан олинган намуналар цемент хамирининг хажм бўйича бир хил ўзгаришида чидамли бўлиб чиқдилар. Цементларда ёлгон қотиш белгилари кузатилмаган. №2 ва №16 тажриба цементлари 28 сутка мобайнидаги нормал шароитда қотиши сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги мос равишда (40,6-41,4) МПа га тенг бўлиб, бу «400» маркали регламентдаги кўрсаткич (39,2МПа) га нисбатан юқори. 5-жадвалда №2 ва №16 тажриба цементлари технологик хусусиятлари ва физик-механик хоссалари келтирилган

5-жадвал

Тажриба клинкерлари асосида олинган портландцементнинг технологик хусусиятлари ва физик-механик хоссалари

№№	Намуна номи	SO ₃ микдори%	№ 008 ли элакдан ўтган майдалик даражаси, %	Цемент хамирининг нормал куюқлиги, %	Эритманинг сув/цемент нисбати 1:3	Ёлгон қотиш белгилари	Хажм ўзгаришининг бир хиллиги	Қотиш муддати		28 суткадаги нормал қотишда букилишга/си қилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси
								Бошланиши, min	Тугаши, h- min	
1	«KARAKALPAK CEMENT» МЧЖ ҚК даги саноат цементи (назорат)	2,68	99,6	27,0	0,40	кузатилмайд.	чидамли	150	4-30	7,0/39,8
2	Тажриба цементи №2	2,20	88,9	27,0	0,40	кузатилмайд.	чидамли	150	4-30	6,0 / 41,4
3	Тажриба цементи №16	2,15	88,2	27,0	0,39	кузатилмайд.	чидамли	175	4-55	6,0 / 40,6

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, уларни саноат, фуқаро, яшаш бинолари ва иншоотлари тайёрлаш учун бетон ва темирбетон конструкциялар ишлаб чиқаришга тавсия қилиш мумкин. Икки- ва уч компонентли хомашё аралашмалари асосида портландцемент клинкерларини ишлаб чиқариш учун технологик схема ишлаб чиқилди.

Қорақалпоғистон Республикасининг цемент заводларида клинкер ишлаб чиқаришда маҳаллий хомашёлардан фойдаланишнинг иқтисодий саморадаорлиги кўрсатилган. Четдан келтирилган ва маҳаллий хомашё компонентларидан фойдаланган ҳолда «KARAKALPAKCEMENT» МЧЖ ҚК да 1 тонна Кл ПЦ400-Д0 ва Кл СБПЦ400-Д0 клинкерларини ишлаб чиқаришга кетган чиқимнинг таққосланган калькуляция ҳисоблаб чиқилди.

Ҳисобланган маълумотлар Қорақалпоғистоннинг маҳаллий хомашёлари асосида олинган 1 тонна клинкер таннархининг пасайишини кўрсатдилар:

- 1т КЛПЦ400 -Д0 учун $173,709-171,45=2260$ сўмни ташкил қилади.

- 1т КЛСБПЦ400 -Д0 учун $173,709-170,27=3770$ сўмни ташкил қилади.

160 минг тонна клинкер ишлаб чиқариш учун «Жамансай кони оҳактоши + Беркуттау участкаси базальти» асосида олинган таркибнинг «КАРАКАЛПАК СЕМЕНТ» МЧЖ ҚК да жорий қилишдан бўлган техник-иқтисодий самарадорлик $160000 \times 2260=361\ 600\ 000$ сўм/йил ташкил қилади

«Жамансай кони оҳактоши + Жамансой кони гили + ОТМК куюндиси» таркиби асосида бу кўрсаткич

$160\ 000 \times 3770 = 603\ 200\ 000$ сўм/йил ни ташкил қилади.

Шундай қилиб, маҳаллий хомашё ресурсларидан олинган клинкер асосидаги портландцементнинг технологик хусусиятлари ва физик-механик хоссаларининг натижалари келтирилган. Юқори иқтисодий самарадорликка эга бўлган технологик схема таклиф қилинган. Иқтисодий самарадорлик Қорақалпоғистон маҳаллий хомашёларидан фойдаланиш, 160 минг тонна клинкер ишлаб чиқаришда йилига 361,6 млн.сўмдан 603,2 млн. сўмгача бўлишини кўрсатди, бу Қорақалпоғистон Республикаси цемент заводларида маҳаллий хомашёларидан фойдаланишнинг долзарблиги ва рентабеллигидан далолат беради.

ХУЛОСА

1. Қорақалпоғистон ноанъанавий табиий ресурсларини замонавий асбоб-усуқналарда олиб борилган комплекс кимёвий-аналитик, физик-кимёвий ва микроскопик усулларда тадқиқ этиш ёрдамида уларнинг минералогик таркиби, технологик таснифлари аниқланди ва янги конлар хомашё материалларини (оҳактош, базальт жинслари, титаномагнетитли темир таркибли жинс, темирли чўкинди номаёнда, бархан қуми) портландцемент клинкерлари учун хомашё аралашмалар компоненти сифатида фойдаланиш мумкинлиги назарий жиҳатдан тасдиқланди.

2. Минераллашган қўшимча-сууюқланма сифатида реакцион қобилиятини ҳисобга олган ҳолда темир тутган титанмагнетитли жинс, темирли чўкинди номаёнда, базальт жинсларидан иборат хомашё аралашмалар янги таркибини куйдириш жараёнининг таркиб ва технологик параметрлари мувофиқлаштирилди. «Таркиб-харорат-тузилиш» ўзаро боғлиқлик қонуниятини аниқлаш орқали янги таркибдаги хомашё аралашмаларни куйдириш жараёнида клинкер минераллари ҳосил бўлиш тезлиги аниқланди ва жараннинг мақбул бўлган шароитлар тавсия этилган.

3. Қорақалпоғистон ноанъанавий хомашё материаллари кимёвий ва минералогик таркибини ҳисобга олинган ҳолда, O'zDSt 2801 бўйича умумқурилиш цементга мос клинкер олиш учун хомашё аралашмаларининг таркиби ҳисобланди. 1 тонна клинкер ишлаб чиқариш учун хомашё компонентлар сарфи аниқланди, унда умумқурилиш цементлари учун рухсат этилган саноат меъёрларидан ошмайди.

4. Портландцемент клинкерларини синтез қилишнинг мақбул технологик параметрлари ўрнатилди ва куйдириш жараёнини жадаллаштиришга эришилди. Бунда эркин СаО нинг бошқа оксидлар билан тўлиқ ўзлашиши орқали клинкер минералларига ўзаро таъсирлашув жараёни тезлашади, бу эса хомашё аралашмаларини куйдириш жараёнини саноат таркибларини куйдириш ҳароратига (1450-1470°C) солиштирганда нисбатан пастроқ ҳароратда олиб боришга имкон беради.

5. Жамансой оҳактоши ва гили, Табаккум бархан қуми, Акбурли ва Порлытау мергеллари, Беркуттау базальт жинси, титанмагнетитли темир тутган жинс ва темирли чўқинди номаёндаларни ҳар хил бирикмаси ва нисбатларини ўз ичига олган икки-, уч- ва тўрт компонентли хомашё аралашмаларини жадал куйдириш йўли билан умумқурилиш цементлар учун кондицион портландцемент клинкерини олиш мумкинлиги асосланган. Бунда олинган цементлар 28 суткада қотишдан сўнг сиқилишга 41,5 дан 49,6 МПа гача гидравлик фаолликка эга бўлади, бу регламент қилинадиган «ПЦ-400-Д0» маркали цемент (39,2 МПа) кўрсаткичидан юқоридир.

6. «Таркиб-ҳарорат-тузилиш» боғлиқ бўлган қонуният ўрнатилди ва ноанъанавий темирли қўшилмалар ва базальт жинслар фойдаланган ҳолда синтез қилинган клинкерларнинг асосида цемент қотишида юқори зичлик ва мустаҳкамликка эга цемент тошининг шаклланиши илмий асосланди. Уларнинг сув билан физик-кимёвий ўзаро таъсирлашуви ва юзага келишдан янги ҳосил бўлган гидратли минераллар кристалланишигача бўлган гидратация жараёнида ривожланиш йўли кўрсатиб берилди.

7. "KARAKALPAKCEMENT" МЧЖ ва "TITANCEMENT" МЧЖ-ҚҚда янги таркибдаги хомашё аралашмаларидан портландцемент клинкерини ишлаб чиқариш бўйича тажриба-саноат синовлари ўтказилди ва тайёр маҳсулотнинг 10 тонна миқдоридаги тажриба партияси ишлаб чиқарилди, портландцемент клинкерлари ва улар асосидаги цемент тажриба намуналарининг технологик ва физик-механик хусусиятлари ўрганилди. Хомашё аралашмалари мақбул рецептураси ва уларнинг ишлаб чиқарилишидаги ижобий натижалардан келиб чиққан ҳолда, энергиятежамкор портландцемент клинкерининг ишлаб чиқилган технологияси амалиётга жорий қилишга тавсия этилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 02/30.12.2019. К/Т.35.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ
ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ОРАЗИМБЕТОВА ГУЛИСТАН ЖАКСИЛИКОВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА НА ОСНОВЕ СЫРЬЕВЫХ
РЕСУРСОВ КАРАКАЛПАКСТАНА**

**02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе
02.00.15 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

Ташкент – 2020

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована под номером B2020.3.DSc/T182 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу: www.tkti.uz и информационном портале "ZiyoNet" по адресу (www.ziyo.net).


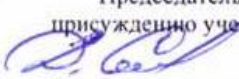
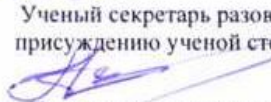
Научные консультанты:	Намазов Шафоат Саттарович доктор технических наук, профессор, академик Искандарова Мастура доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Реймов Ахмед Мамбеткаримович доктор технических наук, профессор Юнусов Миржалил Юсупович доктор технических наук, профессор Турдиалиев Умид Мухтаралиевич доктор технических наук
Ведущая организация:	Ферганский политехнический институт

Защита диссертации состоится «4» декабря 2020 г. в «10⁰⁰» часов на заседании разового Научного Совета DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии. (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77а. тел. (+99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-90; e-mail: ionxanruz@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (зарегистрирована за №20). (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77а. тел. (+99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-90).

Автореферат диссертации разослан «20» ноября 2020 года
(протокол рассылки №20 от «20» ноября 2020 года)




Б.С. Закиров
Председатель разового Научного совета по
присуждению ученой степени д.х.н., профессор

Д.С. Салиханова
Ученый секретарь разового Научного совета по
присуждению ученой степени, д.т.н., профессор

А.У. Эркаев
Председатель разового научного семинара при
научном совете по присуждению ученой степени,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мире строительная промышленность наряду с такими отраслями, как металлургия, электроэнергетика, химия и машиностроение определяет экономический потенциал и уровень промышленного развития любого государства. Клинкер, является промежуточным сырьем для цементного производства и определяет объем производства цемента и себестоимость готового продукта. Клинкер в свою очередь влияет на качественные показатели выпускаемого цемента, так как он имеет важное место в составной части сухих строительных смесей в качестве вяжущих в бетонных и железобетонных конструкциях.

В настоящее время в мире при разработке технологии получения нового состава смесей и портландцементного клинкера на основе местных сырьевых ресурсов необходимо обосновать соответствующие научно-технические решения в следующих направлениях: разработка способа производства цементов нового состава в присутствии композиционных добавок; совершенствование антикоррозионных свойств сульфатостойких цементов; усовершенствование технологии получения клинкеров на общестроительные цементы; широко масштабное внедрение технологии получения клинкеров с пониженными энергетическими затратами; применение современных методов производства относительно низкотемпературного цемента.

В республике на основе осуществления инновационных разработок достигаются определенные научные и практические результаты по повышению эффективности цементной промышленности с применением сухого способа производства клинкера, модернизацией технологического оборудования существующих заводов, строительством новых цементных заводов с учетом запасов сырья и потребности региональной строительной индустрии. В третьем направлении Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, предусмотренной в 2017-2021 гг. отмечены важные задачи, направленные на «...развития отрасли экономики, модернизация и диверсификация химической промышленности, применение энергосберегающих способов в практике, развития химической и строительной промышленности, получение импортозамещающих и экспортоориентированных продукции»¹. В этом аспекте важное значение приобретает разработка технологии, направленной на производства клинкеров новых составов и дешевых портландцементов на основе местных сырьевых ресурсов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-3696 от 4 мая 2018 года «О

¹ Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

дополнительных мерах по устойчивому обеспечению цементной продукцией внутреннего рынка», ПП-4198 от 20 февраля 2019 года «О мерах по коренному усовершенствованию промышленности строительных материалов», ПП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов» также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике VII «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор научных исследований по теме диссертации². Научные исследования, направленные на получение клинкеров нового состава и портландцементов на их основе проводятся в ведущих научных центрах высших учебных заведениях, в том числе, Российском химико-технологическом университете им. Д.И.Менделеева, Казанском архитектурно-строительном университете, Белгородском технологическом университете им. В.Г.Шухова (Россия), Heidelberg Cement Group, Bau-Haus Universität va VDZ-Verein Deutscher Zementwerke (Германия), CEMBUREAU (Бельгия), Южно-Казахстанском Государственном университете им. М.Ауезова (Казахстан), Aslan Çimento AŞ (Турция), Gambarotta Gschwendt (Италия), Кыргызском Государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова (Кыргызстан), Uaytхормен (Англия), Cement Manufacturers Association of India, Ultra Tech Ltd (Индия), Белорусском государственном технологическом университете (Белоруссия), CNBM Engineering Co Ltd (Китай), Национальном техническом университете "Киевский политехнический институт" и Национальном университете "Львовская Политехника" (Украина), Ташкентском химико-технологическом институте, Институте общей и неорганической химии (Узбекистан).

В результате исследований, проведенных в мире по совершенствованию процессов синтеза и технологии производства клинкера решены ряд научных результатов, в том числе: разработаны составы сырьевых смесей с высокой реакционной способностью при обжиге портландцементного клинкера (Национальный университет "Львовская Политехника", Украина); получены высокоглиноземистые (Уральский федеральный университет, Россия) и высококремнеземистые (ОАО НИИ "Цемент", Россия), синтезированы сульфоалюминатные и сульфоферритные клинкеры при относительно низких температурах (Ташкентский химико-технологический институт, Узбекистан) и клинкеры с различными добавками (Институт общей и неорганической химии, Узбекистан); разработана технология получения клинкера с высоким содержанием электротермофосфорного камня (Южно-Казахстанский Государственный университет, Казахстан); усовершенствована технология

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар қўйидаги манбалар асосида бажарилди: <http://www.fipr.state.fl.us>; <https://www.dobersek.com/ru>; <http://www.ins.pulawy.pl>; <http://en.ustc.edu.cn>; <http://www.chemistry.or.jp/en>; <http://dmpe.aut.ac.ir>; <http://www.chemistry.iitkgp.ac.in>; <http://www.just.edu.jo>; <http://www.niui.ru>; <https://spb.ucheba.ru>; <https://www.ionx.uz> ва бошқа манбалар

получения клинкера для высококачественных цветных цементов (Cement Manufacturers Association of India, Индия); разработаны современные марки высоко производительных оборудований, обеспечивающих высокое качество клинкера (CNBM Engineering Co Ltd, Китай).

В мире по улучшению качества клинкера и совершенствованию технологии его производства проводятся исследования следующим по приоритетным направлениям, в том числе: формирование высокосульфатных и высококремнеземистых составов сырьевых смесей; экономия природных сырьевых материалов за счет их замены на техногенные отходы с высокой реакционной способностью; разработка технологии, позволяющая сэкономить наибольшее количество клинкера; использование минерализующих добавок с высоким содержанием железа, хлора, фтора и других веществ для разработки энергосберегающей технологии клинкера для композиционных и пуццолановых цементов.

Степень изученности проблемы. Научные исследования в области разработки энергосберегающей технологии получения составов сырьевых смесей и клинкеров на их основе проводили С.И.Дружинин, Ю.М.Бутт, В.В.Тимашев, М.М.Сычев, В.М.Москвин, И.С.Канцпольский, Ф.М.Ли, Х.Ф.Тейлор, Д.Ж.Мальквори, В.М.Колбасов, Б.И.Нудельман, М.Я.Бикбау, А.А.Пашенко, А.Н.Стравчинский, Т.В.Кузнецова, Т.А.Атакузиев, М.Искандарова, М.И.Збарский, Ш.М.Рахимбаев, Ю.Р.Кривобородов, М.А.Ивашина, Б.Т.Таймасов, З.П.Пулатов, Х.Л.Усманов, Ф.Б.Атабаев, Дж.К.Адылов, М.А.Коледаева, М.М.Мирходжаев и другие.

В результате проведенных исследований разработаны способы и технологии получения низкотемпературных и устойчивых к агрессивному действию различных климатических условий и минерализованных вод клинкеров для портландцементов и специальных видов цементов; на основе легкоплавких горных пород приготовлены сырьевые смеси, обладающие реакционной способностью и изучены их влияние на образования минералов при процессе обжига; определены физико-химические свойства клинкеров; проанализированы процесс гидратации цемента на основе клинкеров нового состава; исследованы физико-химические и физико-механические свойства цементов из клинкера на стадии твердения (И.С.Канцпольский, Х.Ф.Тейлор, Б.Т.Таймасов).

Вместе с тем, при получении клинкеров и на их основе цементов проведены научно-исследовательские работы в областях создания новых сырьевых смесей для сульфатостойких цементных клинкеров; комплексного использования легкоплавких изверженных горных пород в качестве алюмосиликатного компонента и железистого минерализатора для сырьевых смесей; изучения запасов различных железосодержащих горных и осадочных пород в качестве альтернативных добавок; исследования влияния барханных песков на увоение известняка при процессе обжига портландцементного клинкера; синтеза новых составов клинкеров с целью снижения себестоимости клинкера (Б.И.Нудельман, Т.А.Атакузиев, М.Искандарова, М.Я.Бикбау).

Необходимо отметить, что до сегодняшнего дня не подробные проведены научно-исследовательские работы по технологии подготовки общестроительных и сульфатостойких цементных клинкеров на основе новых сырьевых ресурсов Каракалпакастана (известняк, глина, мергель, барханный песок, базальт, железосодержащая титаномагнетитовая порода, железосодержащее осадочное проявление, природный гипс). При этом будет создана возможность получения ресурсо- и энергосберегающего цементного клинкера и на его основе производства ПЦ 400-Д0 путем использования традиционного и нетрадиционного сырья.

Связь темы диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках выполнения хоздоговоров научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии №2-Ц/18 «Технологические испытания известняка месторождения “Джамансай-2”, глинистого компонента месторождения “Джамансай-1” и базальтовой породы месторождения “Кемпирсай» (2018г.) №196-Ц/19 «Технологические испытания известняка и глинистого компонента участка «Западный Джамансай» в качестве сырья для производства портландцемента» (2019г.).

Целью исследования является оптимизация составов смесей на основе сырьевых ресурсов Каракалпакастана и на их основе разработка технологии получения портландцементного клинкера.

Задачи исследования:

определение пригодности сырьевых материалов Каракалпакастана в качестве сырья при подготовке портландцементного клинкера;

расчет и оптимизация составов сырьевых смесей на основе сырьевых компонентов для получения портландцементного клинкера на общестроительные цементы;

определение реакционной способности составов сырьевых смесей при обжиге клинкеров и оптимизация технологических параметров процесса;

определение соответствия альтернативных источников сырьевых на химико-минералогический состав клинкеров;

оптимизация химико-технологических параметров получения портландцементных клинкеров, состоящих из двухкомпонентных сырьевых смесей на основе мергеля и барханного песка Каракалпакастана;

изучение физико-механических свойств портландцемента, полученного на основе клинкеров, синтезированных из новых составов сырьевых смесей в соответствии с требованием нормативных документов на общестроительные цементы;

установление закономерностей формирования структуры цементного камня при гидратации и нахождение корреляционной зависимости «состав-структура-свойства»;

с учетом использования новых видов сырьевых материалов расчет расходов сырья для производства 1 тонны клинкера на общестроительные и сульфатостойкие цементы;

выдача практической рекомендации по получению портландцементного клинкера на основе сырья Каракалпакстана и их применению на цементных заводах республики;

технико-экономическое обоснование эффективности результатов испытаний в предприятиях строительных материалов Каракалпакстана.

Объектами исследований являются известняк и глина Жамансай, титаномагнетитовая железосодержащая порода Тебинбулак, барханный песок Табаккум, мергели Акбурли и Порлытау, базальт Беркуттауского участка, осадочное железосодержащее проявление, а также природный гипс Ходжакул и Урге, сырьевые смеси, клинкеры и портландцементы.

Предмет исследования является определение пригодности сырьевых ресурсов Каракалпакстана для получения клинкеров на общестроительный цемент, использование в качестве компонента сырьевых смесей для получения клинкеров на общестроительные цементы, физико-химические исследования основных соединений, образующихся при обжиге клинкера на основе синтеза двух-, трех- и четырехкомпонентных сырьевых смесей, разработка технологии получения портландцемента на основе клинкеров.

Методы исследования. Используются рентгенографии, электронно-микроскопии, химический, физико-химический, физико-механический и дифференциально-термический методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

доказаны новые составы из карбонатсодержащих, алюмосиликатных и железосодержащих сырьевых компонентов Каракалпакстана и их соответствие по содержанию основных клинкерных минералов;

оптимизированы новые сырьевые смеси клинкера на основе известняка, мергеля, глины, титаномагнетитовой железосодержащей породы, барханного песка, базальта, осадочного железосодержащего проявления и природного гипса и их клинкерный состав по содержанию основных минералов;

выявлено клинкерообразование минералов при высокотемпературной обработке сырьевых смесей новых составов, обладающих реакционной способностью;

выявлены оптимальные химико-технологические параметры подготовки и обжига общестроительного цементного клинкера и высокая прочность полученных портландцементов;

установлена взаимосвязь между физико-механическими свойствами портландцемента на основе нового состава клинкера с физико-химическими превращениями при гидратации и твердении структуры формирующегося цементного камня;

доказана возможность ускорения процесса клинкерообразования при обжиге клинкера путем использования нового состава сырьевых материалов и снижения температуры обжига на 50-70°C.

Практические результаты исследования заключается в следующем:

создан состав сырьевых смесей для синтеза клинкера из карбонатсодержащих, алюмосиликатных компонентов и железосодержащих минерализаторов месторождений Каракалпакстан;

рассчитаны оптимальный состав и расходные нормы сырьевых компонентов, синтезированы клинкеры для общестроительных и сульфатостойких цементов и разработаны основные технологические параметры процесса обжига;

разработаны способы процесса ускорения клинкерообразования и снижения температуры обжига сырьевых смесей на 50-70°C путем вовлечения в качестве добавки базальта, титаномагнетитовых железосодержащих пород Каракалпакстана;

Достоверность результатов исследования. Полученные результаты обоснованы с применением современных методов исследования и подтверждены опытно-промышленными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования:

Научная значимость результатов исследований заключается в том, что они являются научной основой формирования нового состава сырьевых смесей клинкера из традиционных и нетрадиционных сырьевых материалов месторождений Каракалпакстана и способа получения образцов клинкера для общестроительных и сульфатостойких портландцементов.

Практическая значимость исследований заключается в том, что использование традиционных и нетрадиционных сырьевых материалов служат производству портландцемента, соответствующей гидравлической активности цемента марки ПЦ400-Д0 и отвечающей требованиям нормативных документов, разработке энерго- и ресурсосберегающих составов при интенсивном обжиге клинкеров из местных сырьевых материалов и организации производства технологии клинкеров с пониженной себестоимостью.

Внедрение результатов исследования: На основе полученных результатов исследования по получению нового состава портландцементного клинкера на основе сырьевых ресурсов Каракалпакстана:

технология получения портландцементного клинкера путем обжига двух и трехкомпонентных сырьевых смесей при 1400-1420°C в присутствии базальта Беркуттауского участка внедрена в практику на СП-ООО «TITANCEMENT» (справка ассоциации (“Uzsanoatqurilish materiallari” от 14 июля 2020 г. №05/15-2325). В результате создана возможность обеспечения цементных заводов новой сырьевой базой, снижения температуры обжига традиционного клинкера на 50-70°C и расхода электроэнергии на 4-6%, соответственно;

технология получения цемента марки ССПЦ-400-Д0 на основе базальта Каракалпакстана внедрена в практику на ООО «KARAKALPAKCEMENT» (справка ассоциации “Uzsanoatqurilish materiallari” от 14 июля 2020 г. №05/15-2325). В результате появилась возможность снижения расхода топлива на 10% при обжиге традиционного клинкера.

технология получения цемента марки ПЦ-400-Д0 на основе минеральных сырьевых ресурсов Каракалпакстана (известняк, базальт, глинистый компонент, железосодержащие породы) внедрена в практику на ООО «KARAKALPAKCEMENT» (справка ассоциации “Uzsanoatqurilish

materiallari” от 14 июля 2020 г. №05/15-2325). В результате создана возможность уменьшения расхода основного компонента клинкера на 10-15% и получения общестроительного и сульфатостойкого цемента.

Апробация результатов исследования: Результаты данной работы обсуждены на 6 международных и 9 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования: По теме диссертации опубликовано всего 36 научных работ, в том числе 21 научных статей, в том числе 9 в зарубежных и 12 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций

Структура и объем диссертации: Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 183 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность работы, сформулированы цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет исследования, изложены соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, описаны научная новизна и практические результаты исследований, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения по внедрению результатов исследования в практику, опубликованным научным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние вопроса получения портландцементных клинкеров на основе нетрадиционных сырьевых материалов**» освещен мировой опыт использования мергелей в цементной промышленности. Следует отметить, что мергели основным критерием, определяющим возможность применения мергелей в производстве портландцемента, является их химико-минералогический состав, поэтому при использовании мергелей конкретного месторождения, необходимо детальное определение их принадлежности к категории мергелей и только после этого выполнять расчеты по определению вещественного состава сырьевой смеси. Показана роль железосодержащих добавок на процесс прохождения физико-химического взаимодействия компонентов сырьевой смеси при обжиге клинкера. Отмечено благоприятное влияние их на процесс производства клинкера, которое проявляется в ускорении декарбонизации известняка с выделением и усвоением свободного оксида кальция, образовании клинкерных минералов при обжиге и снижении температуры клинкерообразования. Уделено особое внимание использованию изверженных горных пород семейства базальтоидов, которые являются комплексным алюмосиликатным и железосодержащим сырьем для производства клинкера, обеспечивающим экономию природного глинистого и железосодержащего сырья и теплотрат, повышение производительности

вращающихся печей за счет интенсивного прохождения реакций клинкерообразования. Кремнеземная добавка сводится к повышению кремнеземистого модуля сырьевой смеси для приготовления клинкера на сульфатостойкий цемент.

На основе литературного анализа проблемы энергосбережения в способах портландцементного клинкера обоснована целесообразность выбора альтернативных и дешевых сырьевых ресурсов Каракалпакстана.

Во второй главе диссертации **«Методы исследований и характеристика исходных материалов»** приведены характеристики исходных материалов и описаны методики исследований. В качестве объектов выбраны известняк и глина Джамансай барханный песок Табаккумского месторождения, титаномагнетитовая железосодержащая руда Тебинбулак, осадочное железосодержащее проявление, мергели Акбурли и Порлытау, базальтовая порода участка «Беркуттау». Химический состав исходных материалов, клинкеров и цементов определен по ГОСТ 5382-91. Для определения фазового состава исходного сырья, цементов и продуктов их гидратации применяли химический, рентгенофазовый, дифференциально-термический, ИК-спектроскопический, петрографический и электронно-микроскопический методы исследования.

Исследования структуры клинкеров и генезис формирования структуры при твердении портландцементов проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа SEM - EVO MA 10, а элементный анализ образцов - с помощью энергодисперсионного элементного анализатора марки EDX (Oxford Instrument)– Aztec Energy Advanced X-act SDD с элементным анализатором типа SEM-EVO MA 10. Структура частиц снята на электронном микроскопе ЭМВ-100БР методом суспензии и двухступенчатых реплик. Инфракрасные спектры поглощения образцов сняты на спектрофотометре SPECORD 75 JR.

В табл. 1 приведен химико-минералогический состав сырьевых компонентов, используемых для синтеза портландцементного клинкера.

Установлено, что химико-минералогические составы, структурное строение и технологические свойства известняка «Джамансай-2» и глины «Северный Джамансай» идентичны с традиционно используемыми в цементной промышленности материалами этой категории и соответствуют требованиям, предъявляемым O'z DSt 2950:2015 «Материалы сырьевые для производства портландцементного клинкера. Технические условия».

Мергели Акбурли и Порлытау по химическому составу близки между собой и характеризуются стабильными показателями. Из табл. 1 видно, что по составу усредненные пробы, т.е. по содержанию CaO (не менее 45% по O'z DSt 2950:2015) пригодны к использованию в качестве карбонатного сырья при обжиге клинкера.

По минералогическому составу Порлытауский мергель относится к породе известковых мергелей (рис. 1).

Таблица 1

Химический состав технологических проб сырьевых материалов

№	Наименования сырья	Содержание оксидов, вес. %									
		п.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃ +TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	P ₂ O ₅	Σ
1	Известняк «Джамансай-2»	42,39	2,28	1,99	сл.	51,61	0,70	1,03	-	-	100
2	Глина «Северный Джамансай»	7,90	61,91	20,05	4,05	1,99	2,03	1,62	-	-	100
3	Барханный песок Табаккум	3,09	82,81	5,89	1,13	2,73	0,68	0,10	3,57	-	100
4	Титаномагнетит. Fe-содержащая руда	-	32,80	5,73	26,12	9,70	20,81	3,33	1,40	0,11	100
5	Осадочное Fe-содержащее. проявление	-	38,65	4,15	44,6	5,36	4,06	0,11	2,76	0,31	100
6	Базальт «Беркуттау»	5,58	53,28	16,30	8,50	6,09	5,32	0,43	4,50	-	100
7	Мергель Акбурли	39,52	7,51	2,06	0,86	47,25	1,16	0,18	1,45	-	99,99
8	Мергель Порлытау	37,91	9,86	3,54	0,96	45,24	0,71	Сл.	1,57	-	99,79

Дифрактограмма мергеля подтверждает преобладание в минералогическом составе пробы кальцита $d/n = 0,303; 0,249; 0,208; 0,186; 0,160; 0,152$ nm. Кроме того в пробе имеются кварц с $d/n = 0,334$ и $0,181$ nm; глинистые минералы в виде каолинита $d/n = 0,714$ nm полевой шпат $0,334; 0,318; 0,209; 0,190; 0,185; 0,182; 0,177$ nm.

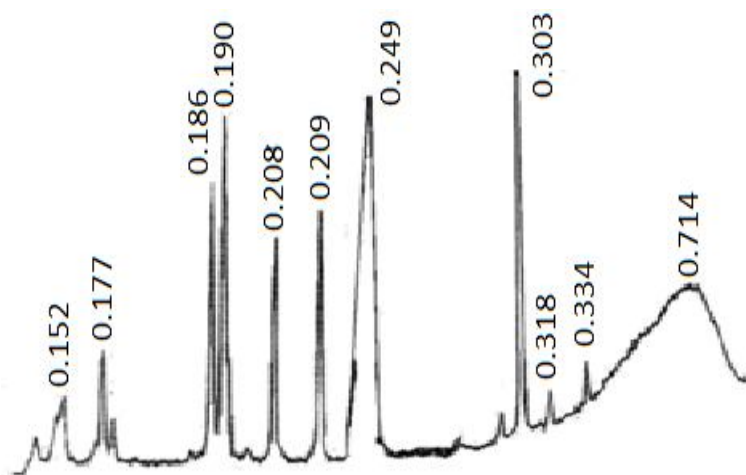


Рис. 1. Дифрактограмма мергеля Порлытауского месторождения

Титаномагнетитовая железосодержащая порода состоит из оксидов кремния, железа, магния и кальция с включениями оксида алюминия, серного ангидрида, оксидов щелочных металлов, титана и фосфора (рис. 2-а). По содержанию регламентируемых оксидов титаномагнетитовая железосодержащая порода соответствует требованиям, предъявляемым O'z DSt 2950:2015 к химическому составу железосодержащих добавок, используемых при производстве портландцементного клинкера. В минералогическом составе технологической пробы этой породы преобладает

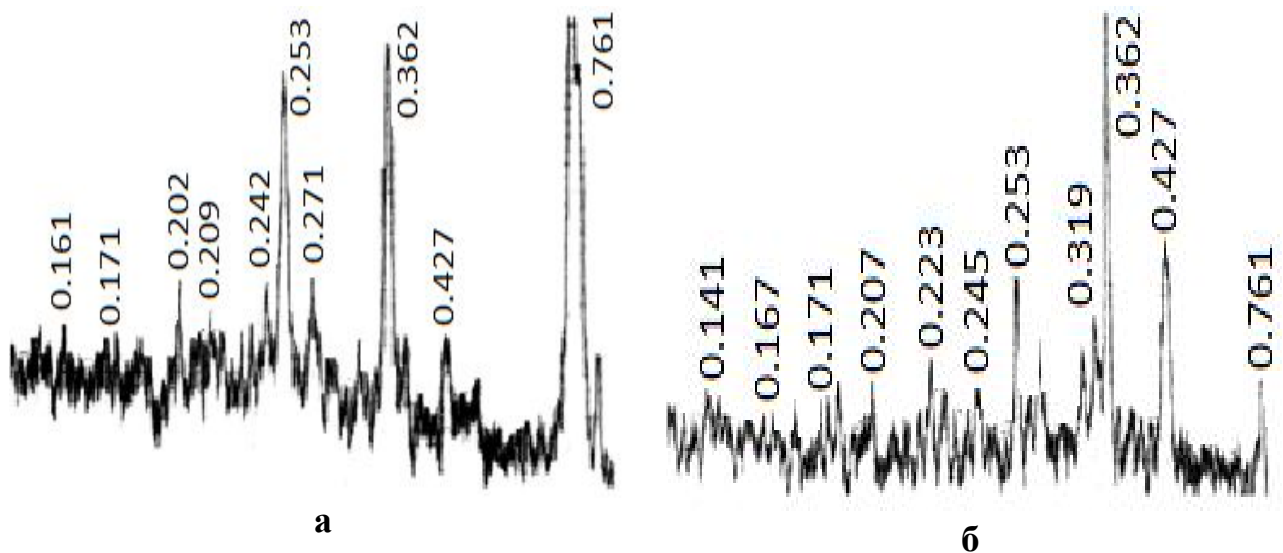


Рис. 2. Диффрактограммы: титаномагнетитовой железосодержащей породы Тебинбулак (а) и осадочного железосодержащего проявления(б).

гематит $d/n=(0,761; 0,427; 0,362; 0,181 \text{ nm})$, магнетит $d/n=(0,271; 0,253; 0,242; 0,171; 0,161 \text{ nm})$, присутствуют также линии, соответствующие магнитному колчедану, гетита и пирита. Также встречаются сульфатные и глинистые минералы $d/n=(0,761; 0,427; 0,335 \text{ nm})$.

В составе железосодержащего осадочного проявления содержание Fe_2O_3 высоко (44,6%), чем в титаномагнетитовой железосодержащей породе (26,12%), и оно может быть использовано в составе сырьевой смеси в качестве железосодержащей минерализующей добавки для обжига портландцементного клинкера. Минеральный состав породы представлен природной смесью минералов группы магнетита $d/n = (0,761; 0,362; 0,209; 0,207; 0,171 \text{ nm})$, магнитного колчедана, гетита, пирита и глинистых пород $d/n=(0,424; 0,385; 0,245; 0,223 \text{ nm})$ (рис. 2-б).

На образце базальта «Беркуттау» отражены минералы (рис. 3) хлорита $d/n=(0,442; 0,402; 0,369; 0,318; 0,292 \text{ nm})$, кварца $d/n=(0,334; 0,318; 0,222; 0,212; 0,196; 0,181 \text{ nm})$, кальцита $d/n=(0,303; 0,248; 0,232; 0,206 \text{ nm})$, доломита ($d/n=(0,285; 0,217; 0,206 \text{ nm})$). Уровень фона дифракционных пиков указывает наличие стеклофазы, характерной для изверженных горных пород.

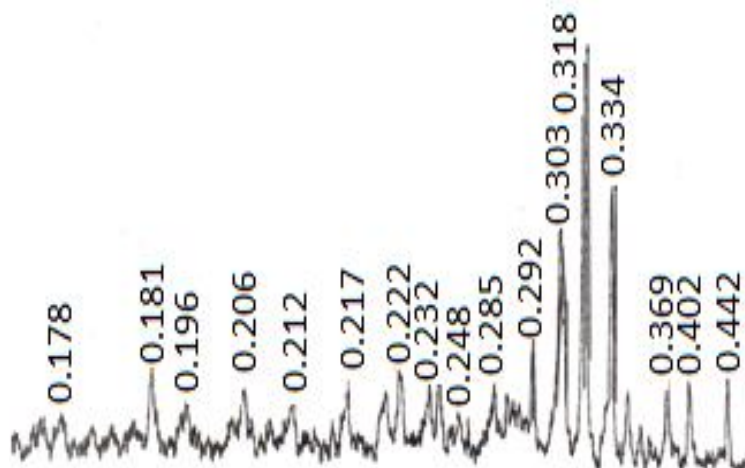


Рис. 3. Диффрактограмма базальтовой породы месторождения «Кемпирсай»

Таким образом, на основе комплексных химических и физико-химических методов исследования установлено, что мергели Акбурли и Порлытау, барханный песок Табакум, титаномагнетитовая железосодержащая порода, осадочное железосодержащее проявление, Нукусские барханные пески, базальтовая порода участка «Беркуттау» по содержанию регламентируемых оксидов O'z DSt 2950:2015 отвечают требованиям на карбонатные, алюмосиликатные и железосодержащие сырьевые материалы, пригодные для производства портландцементного клинкера.

В третьей главе диссертации «Разработка технологии получения клинкеров из альтернативных сырьевых материалов Каракалпакстана» выполнены расчеты сырьевых смесей для обжига клинкера с учетом химического состава технологических проб сырьевых компонентов. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Компонентный состав и модульных характеристик сырьевых смесей

Номер смесей	Содержание компонентов, вес. %							КН (Коэффициент насыщения)	N (Силикатный модуль)	P (Глиноземный модуль)	Жидкая фаза
	Известняк	Барханный песок	Глина	Мергель Порлытау	Огарки АГМК	Титаномагнетитовая порода	Осадочное железосодержащее проявление				
Состав №1 (Контроль)	38,71	3,73	-	55,12	2,44	-	-	0,92	2,00	1,50	28,66
	$C_3S - 51,67\%; C_2S - 20,64\%; C_3A - 9,46\%; C_4AF - 12,64\%$										
Состав №2 (ССПЦ)	77,92	9,49	1,01	-	-	11,58	-	0,89	2,40	0,95	28,50
	$C_3S - 49,07\%; C_2S - 24,71\%; C_3A - 3,76\%; C_4AF - 13,98\%$										
Состав №3	78,71	10,13	-	-	-	11,16	-	0,92	2,5	0,94	27,18
	$C_3S - 55,86\%; C_2S - 18,98\%; C_3A - 3,48\%; C_4AF - 13,36\%$										
Состав №4	81,57	4,24	11,01	-	-	-	3,18	0,92	2,2	2,3	28,11
	$C_3S - 55,83\%; C_2S - 18,14\%; C_3A - 12,72\%; C_4AF - 8,80\%$										
Состав №5 (ССПЦ)	62,35	7,92	-	23,26	-	-	6,47	0,89	2,1	0,9	28,49
	$C_3S - 49,55\%; C_2S - 25,09\%; C_3A - 3,74\%; C_4AF - 16,60\%$										

Согласно расчетным данным по химико-минералогическим составам и модульным характеристикам, соответствующими требованиям O'zDSt 2801 выбраны оптимальные составы (табл. 2), состоящие из 3-х компонентных (известняка «Джамансай-2», барханного песка Табакум, титаномагнетитовой железосодержащей породы Тебинбулак) и 4-х компонентных (известняка «Джамансай-2», барханного песка Табакум, глины «Северный Джамансай», осадочного железосодержащего проявления) сырьевых смесей для обжига клинкеров на общестроительные (составы №3 и №4) и сульфатостойкие цементы (составы №2 и №5).

Определённая реакционная способность новых составов сырьевых смесей при 1000, 1200, 1400 и 1450°C с экспозицией 30 минут показала, что при обжиге сырьевых смесей, состоящих из «известняк + барханный песок + глина + титаномагнетитовая железосодержащая руда» и «известняк +

барханный песок + глина + осадочное железосодержащее проявление» реакция декарбонизации и процесс усвоения СаО в клинкерные минералы протекает более интенсивно при 1400-1420°С завершением процесса минералообразования, что ниже на 50-70°С от температуры обжига контрольной сырьевой смеси «известняк + барханный песок + мергель + огарки АГМК». Значит, это означает в них низкое содержание СаО_{своб.} (0,18% и 0,66% соответственно), чем в клинкере контрольного состава (0,88% СаО_{своб.}). Содержание СаО_{своб.} в контрольном варианте также находится в регламентируемых пределах после обжига при 1450°С.

Рентгенофазовый анализ подтверждает ускоренное образование клинкерных минералов при обжиге новых составов сырьевых смесей. К примеру, на дифрактограмме клинкера состава №4 (рис. 4), полученной из смеси «известняк + барханный песок + глина + осадочное железосодержащее проявление» для сульфатостойкого цемента идентичны все клинкерные фазы, характерные для минералогического состава: C₃S – d/n=(0,303; 0,278; 0,275; 0,262; 0,254; 0,241; 0,214; 0,198; 0,193; 0,191; 0,162; 0,156; 0,147 nm); C₂S – d/n = (0,272; 0,262; 0,231; 0,219; 0,214; 0,204 nm); C₃A – d/n=(0,272; 0,214; 0,191; 0,156 nm) и C₄AF d/n = (0,266; 0,261; 0,204; 0,191 nm).

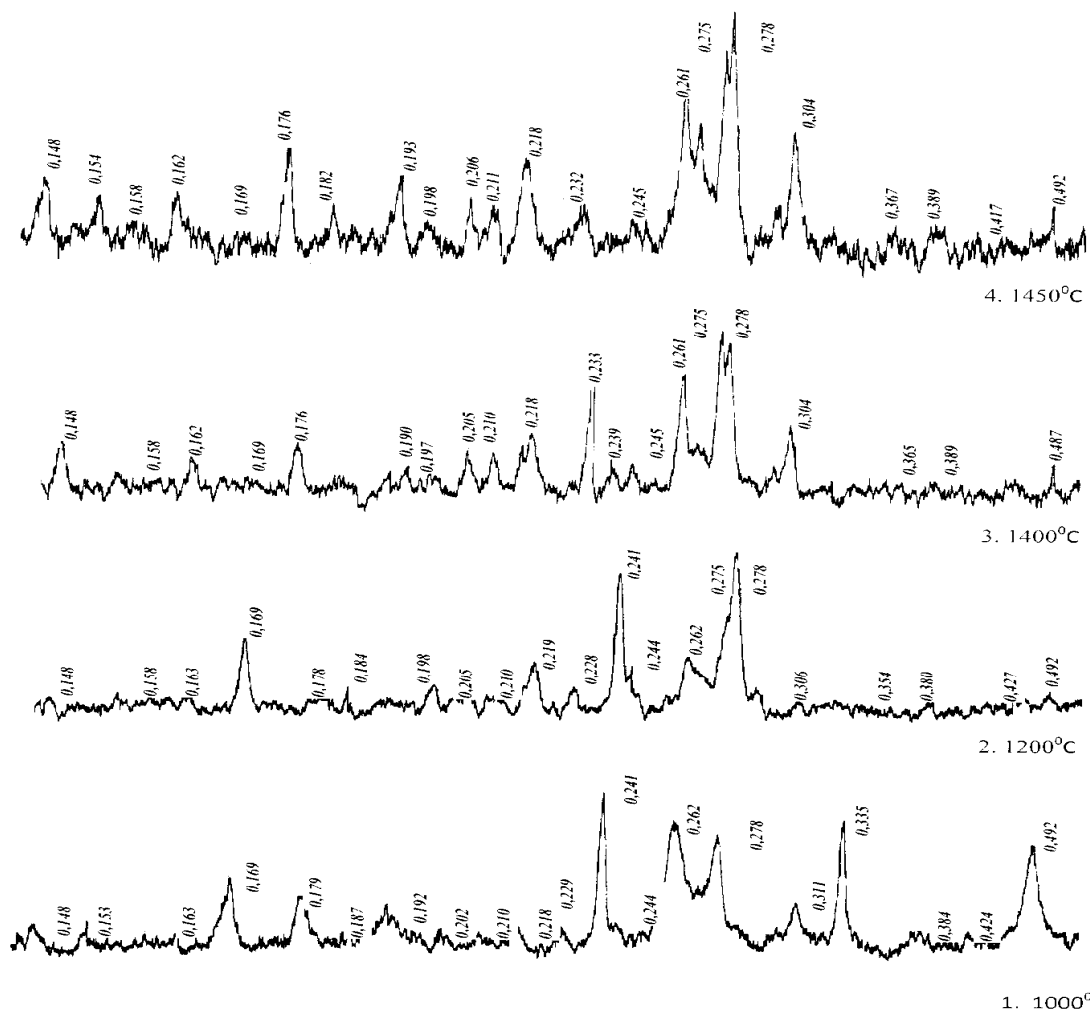


Рис. 4. Дифрактограммы продуктов обжига сырьевой смеси при 1000 (1); 1200 (2); 1400 (3); 1450°С (4) состава №4 с КН=0,89.

Интенсивность на уровне фона дифракционных отражений $d/n=(0,240$ и $0,169$ nm) подтверждает данные химического анализа о невысоком содержании $\text{CaO}_{\text{своб}}$ (0,06-0,66%) в клинкерах. На рентгенограммах основных клинкерных фаз наличие четко фиксированных отражений и отсутствие промежуточных фаз свидетельствует о полной завершенности процесса минералообразования при обжиге новых составов сырьевых смесей.

Рельеф поверхности скола клинкера из контрольной сырьевой смеси, включающий «известняк + барханный песок + мергель + огарки АГМК» с $\text{КН}=0,92$, представлен шероховатой плоскостью, где наблюдается наличие зерен различных форм нечеткого очертания, имеются множества пор, образующиеся, в процессе декарбонизации смеси и из-за неплотной упаковки клинкерных минералов.

В отличие от структуры этого клинкера, рельеф поверхности скола клинкера, синтезированного обжигом при 1420°C в течение 30 мин сырьевой смеси состава «известняк + барханный песок + глина + титаномагнетитовая железосодержащая порода» (состав №2, $\text{КН}=0,89$) состоит из оплавленных зерен кубической, овальной и пластинчатой форм, где наблюдается наличие бесформенных масс, прикрывающих четкие очертания этих зерен, что свидетельствует о появлении значительного количества силикатного расплава (рис. 5).

Это говорит о том, что температуру обжига сырьевой смеси этого состава можно снизить до 1400°C или же сократить время обжига до 20 мин.

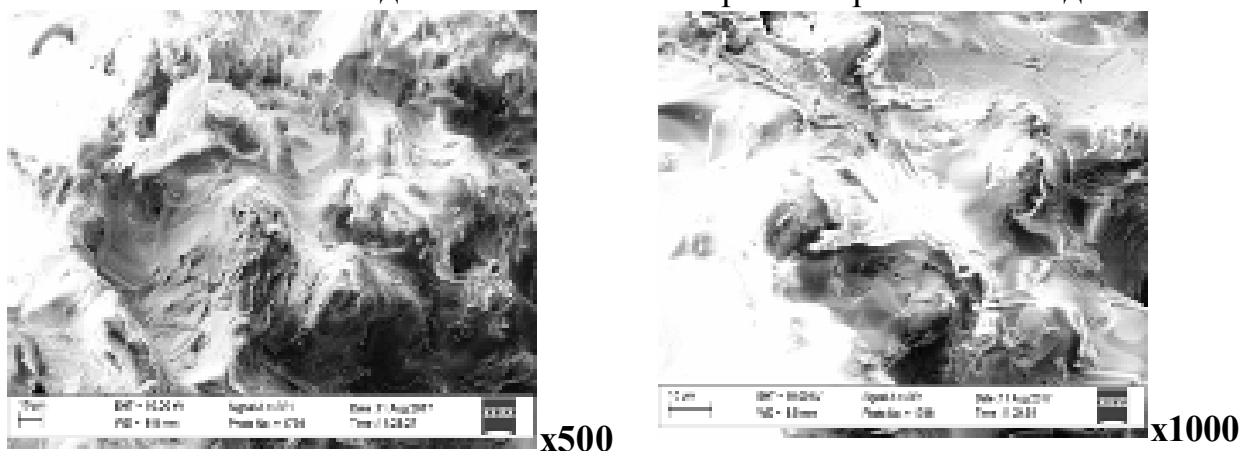


Рис. 5. Рельеф поверхности скола клинкера из сырьевой смеси №2, включающей «известняк + барханный песок + глина + титаномагнетитовая железосодержащая порода»: $\text{КН}=0,89$, $T_{\text{обжиг}} - 1420^\circ\text{C}$.

В соответствии рис. 6, в присутствии осадочного железосодержащего проявления отмечается четкая кристаллизация клинкерных минералов, рельеф поверхности скола клинкера, обожженного при 1400°C сырьевой смеси состава №4 ($\text{КН}=0,92$), представлен шероховатой плоскостью из крупных частиц кубической и гексагональной форм, характерных для алита.

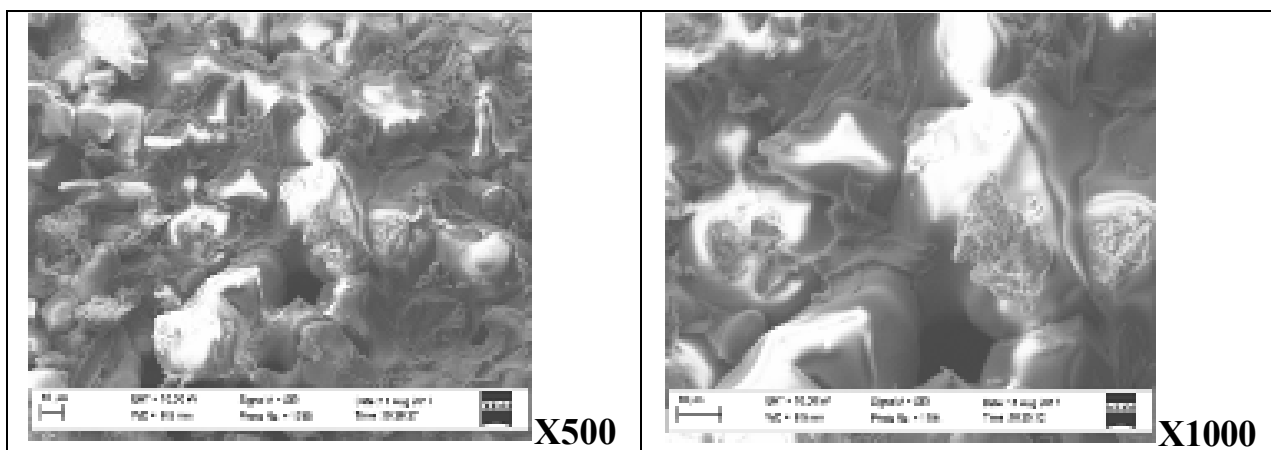


Рис. 6. Рельеф поверхности скола клинкера из сырьевой смеси №4, включающей «известняк + глина + барханный песок + осадочное железосодержащее проявление»: КН=0,92, $T_{\text{обжиг}} - 1400^{\circ}\text{C}$.

Поверхность зерен сильно оплавлена, при обжиге этой сырьевой смеси указывает на возможность снижения температуры обжига на $50-70^{\circ}\text{C}$ или сократить время изотермической выдержки.

Образцы цементов на основе клинкеров, синтезированных из сырьевых смесей нового состава, выдерживали испытания на равномерность изменения объема цементного теста, признаки ложного схватывания отсутствуют. В соответствии данными табл. 3, опытные цементы состава №2; №3; № 4 при 28-суточном возрасте нормального твердения имеют прочность при сжатии 43,6-49,6 МПа соответственно, что превышает регламентируемый показатель для цемента марки «400» и «500» (39,2 и 49,2 МПа).

Таблица 3

Гидравлическая активность образцов опытных партии портландцемента

Номер цемента	КН	Предел прочности при сжатии/изгибе (МПа), период				
		3 сут.	7 сут.	28 сут.	90 сут.	180 сут.
Состав №1	0,92	20,6/2,2	29,5/3,0	34,3/4,1	40,0/5,3	44,8/6,4
Состав №2 (ССПЦ)	0,89	22,4/2,3	33,7/4,5	41,6/5,9	42,5/6,6	49,6/7,4
Состав №3	0,92	21,1/2,1	30,2/4,2	40,1/5,3	43,0/6,3	44,9/7,0
Состав №4	0,92	21,4/2,2	31,6/4,0	41,5/5,5	43,7/5,8	45,8/6,5
Состав №5 (ССПЦ)	0,89	22,4/2,1	33,7/4,7	38,6/5,0	42,0/5,7	43,6/6,0

Характер гидратации и маршрут эволюции гидратных новообразований исследованы рентгенофазовым, ДТА и электронно-микроскопическим методами анализа. Процесс гидратации прослежен на рентгенограммах по снижению интенсивности пиков C_3S . С возрастом твердения интенсивность линии при $d/n = 0,491 \text{ nm}$ сильно увеличивается вследствие наложения друг на друга линий гидроалюминатов кальция и $\text{Ca}(\text{OH})_2$, а к 180 суткам

твердения интенсивность основных линий C_3S и C_2S ($d/n=0,275$; $0,278$; $0,268$, $0,262$ nm) сильно уменьшаются. Увеличение интенсивности линии $Ca(OH)_2$ при $d/n=0,491$ nm с возрастом твердения объясняется наложением на неё линий гидроалюминатов кальция. После того, как алюминатные минералы полностью переходят в гидратные продукты, образуются C-S-H-фазы за счет химической реакции $Ca(OH)_2$ с силикатными минералами, которые в начальные сроки твердения представляют собой субмикрористаллические новообразования и являются рентгеноаморфными, поэтому их образование идентифицируется методами ДТА и электронной микроскопии.

По данным ДТА, на всех термоаналитических кривых в интервале температур $60-350^\circ C$ регистрируется эндотермический процесс удаления слабосвязанной, в основном, адсорбционной воды. Кривые нагревания образца цементного камня регистрируют дегидратацию гидроксида кальция $Ca(OH)_2$ в интервале температур $440-500^\circ C$. Регистрируемые термоаналитическими кривыми значения потери массы (ПМ), как в результате удаления слабосвязанной воды, так и ее интегральное значение ($60-900^\circ C$) можно рассматривать как прямую характеристику интенсивности процесса гидратации минералов цементного камня. Поэтому степень гидратации цементных камней и количественная характеристика гидратных новообразований определялись по потере массы в пределах соответствующего эффекта. Отмечено, что через 1, 3, 7, 28 суток и 6 месяцев общее уменьшение массы в интервале $60-900^\circ C$ по кривой термогравиметрии составляет 10,56; 11,06; 13,95; 15,4 и 18,33%, что свидетельствует и значительном углублении процесса гидратации и увеличении количества гидратных новообразований. Эндоеффект с максимумом в диапазоне $720-760^\circ C$ вызван наложением двух процессов: дегидратации новообразованных гидросиликатов кальция $2CaOSiO_2 \cdot nH_2O$ типа C-S-H (II) или C_2SH_2) и диссоциации карбоната кальция ($CaCO_3$), образующегося в результате карбонизации $Ca(OH)_2$.

Термоаналитическая кривая цементного камня показывает результат суммирования термических эффектов, характерных для каждого срока твердения. В результате сложения интенсивности воздействия, каждой из них регистрируется одно из наибольших значений интегральной потери. Этот факт свидетельствует, что каждый компонент в составе цемента в полной мере участвует в процессе ускорения гидратации кристаллических фаз клинкера и их совокупность обеспечивает усиление этого процесса.

Аналогично этому протекает процесс гидратации цементов из клинкеров, синтезированных на основе сырьевых смесей «известняк + барханный песок + глина + осадочное железосодержащее проявление».

Процесс структурообразования исследуемых цементов протекает ступенчато с кристаллизацией игольчатых кристаллов эттрингита и нитевидных кристаллов гидросиликатов кальция, которые участвуют вместе в процессе формирования оболочек на зернах цемента. В начальный период формируется основной кристаллический каркас твердеющего цементного камня. К 28 суткам поверхность некоторых кристаллов покрыта

игольчатыми новообразованиями, что говорит о непрерывном процессе гидратации и формирования микроструктуры цементного камня (рис. 7 и 8).

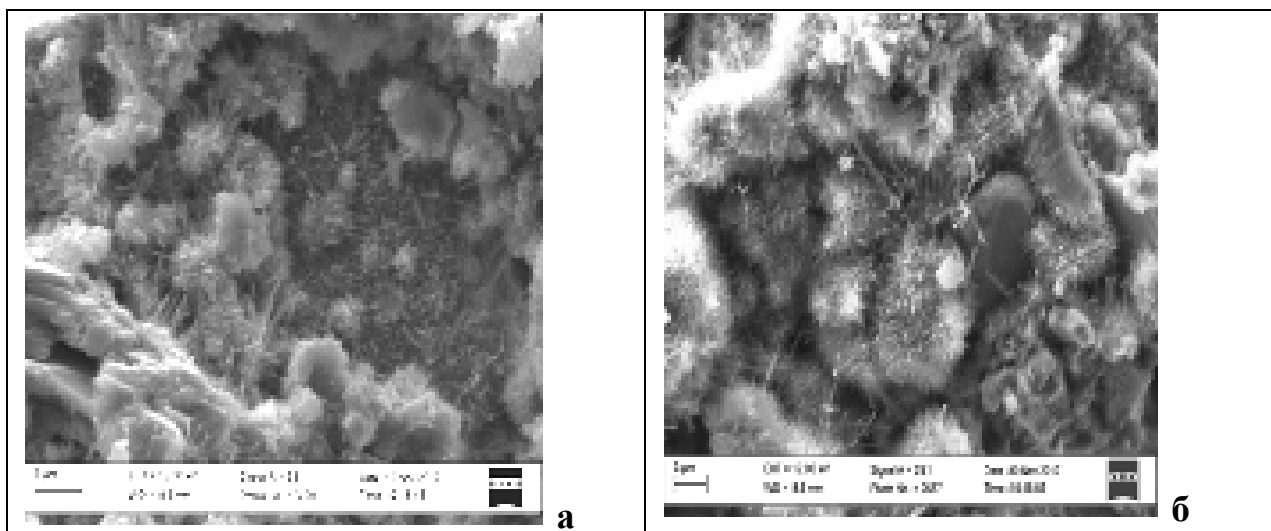


Рис. 7. Рельеф поверхности скола цементного камня из клинкера на основе сырьевой смеси с участием барханного песка и титаномагнетитовой железосодержащей породы и твердевшего при 28 (а) и 90 (б) сутках.

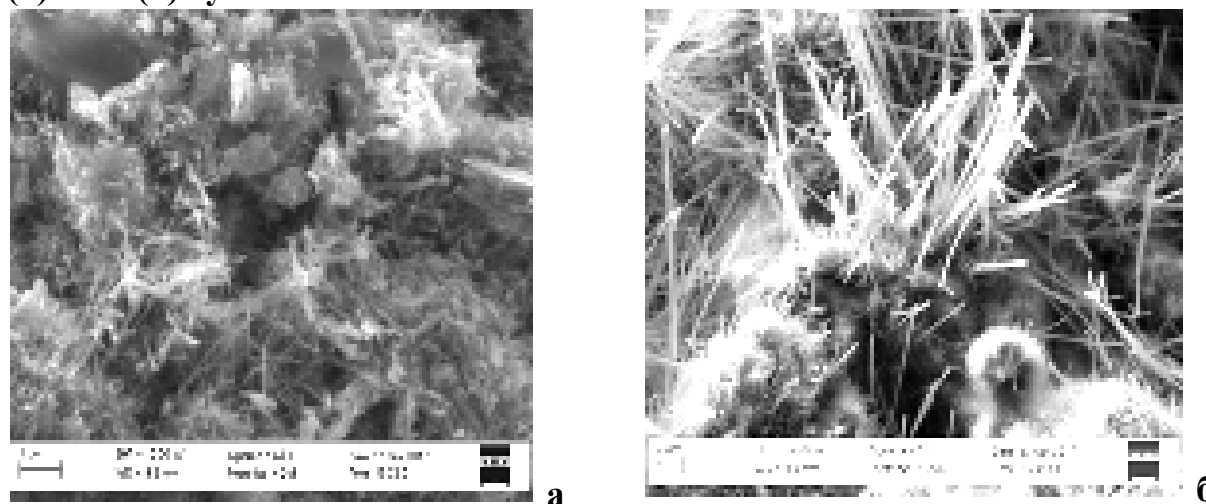


Рис. 8. Рельеф поверхности скола камня цемента из клинкера на основе сырьевой смеси с участием барханного песка и железосодержащего осадочного проявления, твердевшего при 28 (а) и 90 (б) сутках.

Межкристаллические пространства и воздушные поры постепенно заполняются новыми продуктами гидратации, параллельно происходит перекристаллизация этtringита из длинных волоконистых кристаллов в хорошо оформленные кристаллы этtringита (длина 2,5 μ), микроструктура цементного камня постепенно уплотняется и упрочняется. Такое явление наблюдается даже к 3 месячным твердением цемента.

На основе результатов исследований сырьевые смеси, содержащие барханный песок, титаномагнетитовую железосодержащую породу и осадочное железосодержащее проявление в качестве корректирующих добавок, приняты к практическому применению как наиболее оптимальные.

Критерием при этом принято плавное протекание процесса физико-химического взаимодействия клинкерных минералов с водой, возникновения и кристаллизации новообразований с формированием оптимальной структуры цементного камня, обеспечивающей гидравлическую активность, соответствующей марке цемента ПЦ400-Д0. Разработана технология и технологическая схема производства портландцементного клинкера для общестроительного и сульфатостойкого цементов с комплексным использованием сырьевых материалов месторождений Каракалпакстана.

В четвертой главе диссертации **«Технологические особенности получения портландцементного клинкера с участием базальтовой породы в составе сырьевой смеси»** рассмотрено влияние базальтовой породы участка «Беркуттау» на технологические свойства сырьевых смесей, клинкеров и цементов из них.

Установлено, что технологическая проба базальтовой породы участка «Беркуттау» по содержанию регламентируемых оксидов полностью соответствуют требованиям О'zDSt 2950:2015 (табл.1). Известно, что в составе сырьевых смесей температура плавления традиционно используемых железосодержащих добавок природного (гематитовые породы) и техногенного (огарки, железистые шлаки) происхождения довольно высокая (1380-1450°C), а изверженные горные породы (базальты, габбро, диабаз-порфирит и другие) отличаются от них по кристаллической структуре и содержат в своем составе значительное количество стеклофазы, поэтому имеют более низкую температуру плавления (1105-1250°C), что в свою очередь способствует снижению температуры спекания сырьевых смесей.

Температура плавления технологической пробы базальтовой породы участка «Беркуттау», предназначенная к использованию для производстве клинкера на цементном заводе СП ООО «TITANCEMENT» плавится в температурном интервале 1180-1190°C. Эти факторы дают основание прогнозировать высокую реакционную способность сырьевых смесей с использованием базальтовой породы в качестве условного алюмосиликатного и железосодержащего компонента.

С участием базальтовой породы рассчитано 16 составов сырьевых смесей с различными параметрами модульных характеристик (КН, n и p). По расчетным данным, на основе двухкомпонентных сырьевых смесей с использованием 82,09-84,22% известняка месторождения «Джамансай-2» и 15,78-17,91% базальтовой породы участка «Беркуттау» можно получить клинкеры на общестроительные цементы (составы №1-4) с химико-минералогическими составами и модульными характеристиками, соответствующими требованиям О'zDSt2801 на портландцементный клинкер. При этом, с целью снижения массовой доли базальтовой породы участка «Беркуттау» (от 15,9 до 8,09%) в составе двухкомпонентных сырьевых смесей рекомендуется введение (от 0,43 до 6,84%) глинистого компонента месторождения «Северный Джамансай» (составы №5-10).

Продукты обжига, синтезированные при 1450°С и 30 минутной выдержкой, почти не содержат $\text{CaO}_{\text{своб}}$, что свидетельствует о полном его усвоении в процессе образования клинкерных фаз (рис. 9).

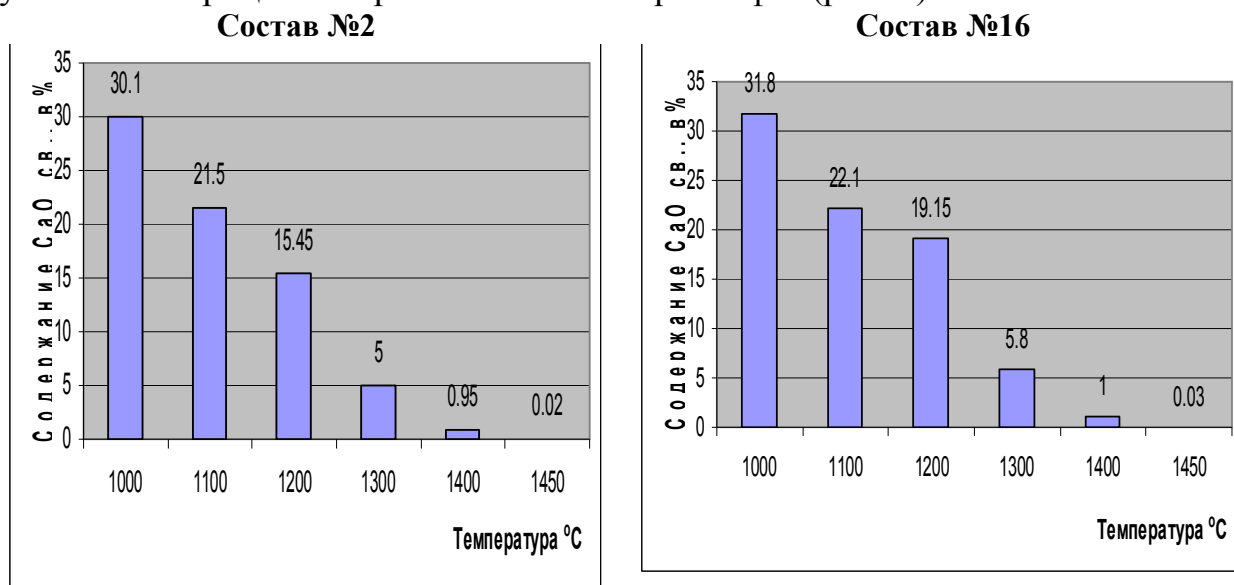


Рис. 9. Кинетика усвоения $\text{CaO}_{\text{своб}}$ при обжиге сырьевых смесей состава №2 и №16.

Наличие базальтовой породы с температурой плавления 1180-1190°С в составе сырьевых смесей №2 и №6 интенсифицирует процесс усвоения свободного окиси кальция и ускоряет минералообразование, который практически завершается при температуре 1420°С, что относительно ниже, чем при обжиге сырьевых смесей с огарками АГМК. Фактический минералогический состав синтезированных клинкеров соответствует их расчетным содержаниям (табл. 4).

Таблица 4

Результаты физико-механических испытаний портландцемента

Номер сырьевых смесей	КН	Предел прочности, МПа, (сутки)									
		при изгибе					при сжатии				
		3	7	28	90	180	3	7	28	90	180
Состав №2	0,90	2,4	4,6	6,0	6,8	7,2	22,2	35,3	41,4	42,5	49,7
Состав №3	0,92	2,5	4,0	5,1	5,7	6,4	23,6	31,5	35,3	40,4	45,8
Состав №6	0,90	2,3	4,2	5,4	6,3	6,6	21,6	32,5	36,5	41,2	46,7
Состав №12	0,90	2,1	4,2	5,0	5,3	6,3	23,1	30,2	35,0	40,0	43,2
Состав №15	0,92	2,2	4,0	5,5	5,7	6,1	21,4	31,6	37,9	40,2	45,8
Состав №16 (ССПЦ)	0,87	2,4	4,7	6,0	6,7	7,0	22,4	33,7	40,6	42,0	50,6

К 7-ми суткам возрасту наибольшую прочность, как на изгиб, так и на сжатие показал, что цемент на основе клинкера №3, которая к этому сроку уже достигает марке ПЦ-300 (35,3 МПа). Почти такую же активность

проявляет цемент из клинкера №16 (ССПЦ), значение которой составляет 33,7 МПа, что также соответствует марке ПЦ-300 (табл. 4). Оба этих составов цемента к 28 суткам проявляют гидравлическую активность 41,4-40,6 МПа, что соответствует марке цемента ПЦ 400-Д0 по ГОСТ 10178. Активность остальных составов цемента (составы № 3, 6, 12, 15) находится в пределах 35,0-37,9 МПа, что соответствует марке цемента ПЦ 300-Д0.

Исходя из высокой реакционной способности сырьевых смесей нового состава и гидравлической активности цемента из клинкеров, для синтеза и исследования физико-химических свойств отобраны 2-х (состав №2) и 3-х компонентные (состав №16) сырьевые смеси с расчетным минералогическим составом клинкеров (масс.%): 2-х компонентный (состав №2: $C_3S=58,92\%$; $C_2S=19,05\%$; $C_3A=11,30\%$; $C_4AF=7,30\%$) и 3-х компонентный (состав №16: $C_3S=49,96\%$; $C_2S=25,14\%$; $C_3A=2,19\%$; $C_4AF=19,06\%$), предназначенные для получения клинкеров на общестроительные и сульфатостойкие цементы.

На рентгенограмме клинкера состава №2 отмечаются отражения, характерные для основных клинкерных фаз: $C_3S - d/n = 0,298; 0,292; 0,278; 0,272; 0,261; 0,255; 0,214; 0,195; 0,191; 0,181; 0,175; 0,161; 0,156; 0,147$ nm; $C_2S - d/n = 0,288; 0,272; 0,261; 0,230; 0,214; 0,20$ nm; $C_3A - d/n = 0,272; 0,214; 0,191; 0,153$ nm; $C_4AF - d/n = 0,261; 0,191; 0,188$ nm. На рентгенограмме клинкера состава №16 идентифицируются отражения клинкерных фаз, характерных для клинкера нормированного минералогического состава: $C_3Scd/n = 0,298; 0,272; 0,261; 0,255; 0,241; 0,214; 0,195; 0,191; 0,181; 0,175; 0,161; 0,156; 0,147$ nm; $C_2Scd/n = 0,288; 0,272; 0,261; 0,228; 0,214; 0,203$ nm; $C_3Acd/n = 0,272; 0,214; 0,191; 0,156$ nm; $C_4AFcd/n = 0,277; 0,267; 0,261; 0,203; 0,191$ nm. Интенсивность на уровне фона дифракционных отражений с $d/n = (0,240$ и $0,169$ nm) подтверждают данные химического анализа о невысоком содержании в клинкерах $CaO_{своб}$ (0,05-0,10%).

С использованием базальтовых пород разработаны технологическая схема и материальный баланс производства клинкера из 2-х и 3-х компонентных сырьевых смесей (рис. 10).

Таким образом, цементы из клинкеров состава №2 и №16 по физико-механическим свойствам удовлетворяют требованиям ГОСТ 10178, ГОСТ 30515, ГОСТ 22266. В течение 28-суточного возраста нормального твердения имеют прочность при сжатии 41,4 и 40,6 МПа соответственно, что превышает регламентируемый показатель цемента марки «400» (39,2 МПа).

Пятая глава диссертации **«Технология получения клинкеров из двухкомпонентных сырьевых смесей на основе мергелей и барханного песка»** посвящена исследованию возможности комплексного использования барханного песка и мергелей для получения клинкеров и цемента.

Синтез высококремнеземистых клинкеров для сульфатостойких цемента из сырьевых смесей с различным КН с использованием Акбурлинского и Порлытауского мергелей, барханного песка Табакума

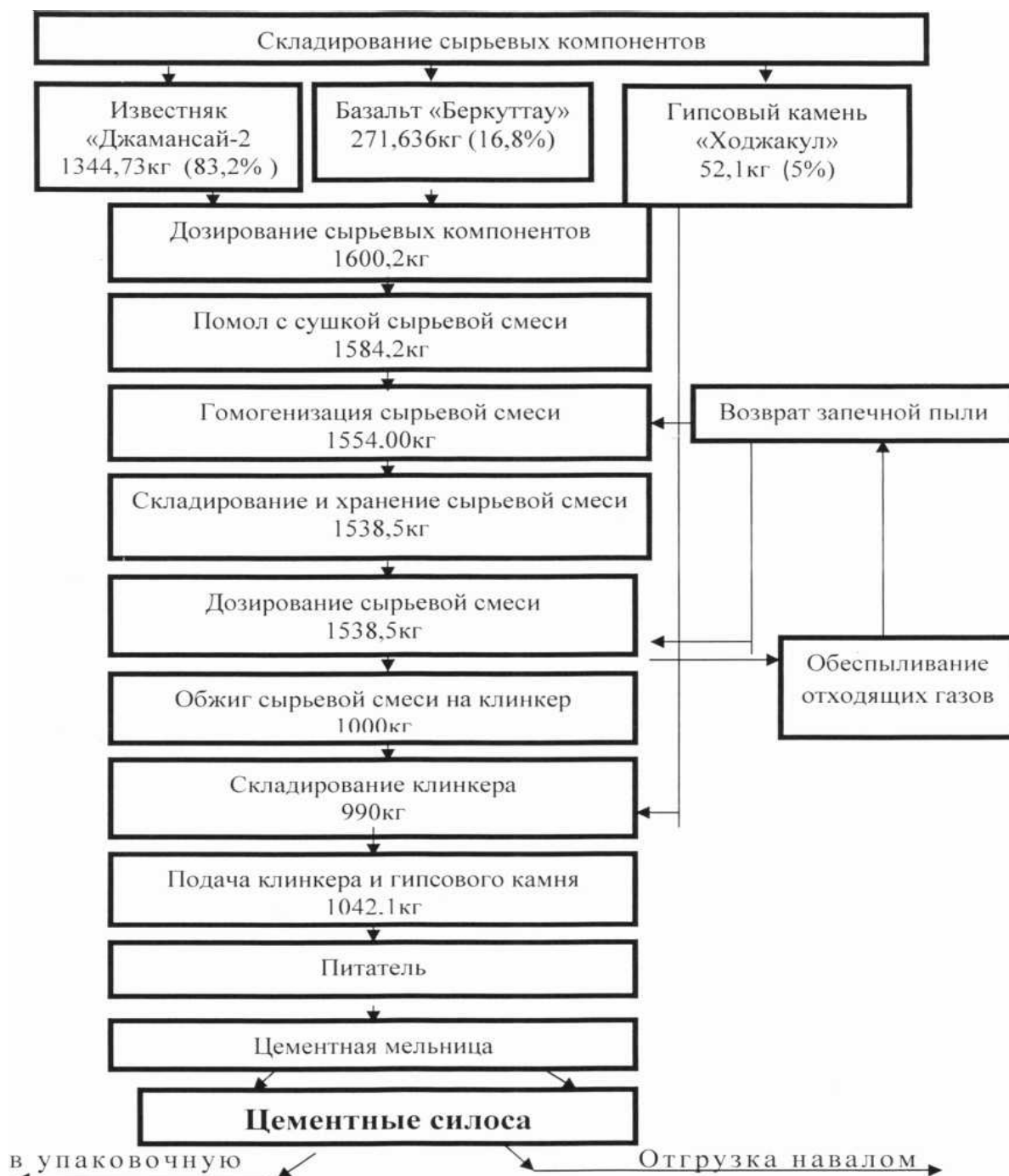


Рис. 10. Материальный баланс производства клинкера на основе двухкомпонентных сырьевых смесей в присутствии базальта.

осуществляли в присутствии минерализатора Na_2SiF_6 , обеспечивающего интенсивное протекание реакции взаимодействия компонентов при обжиге.

Исследование микроструктуры 7-суточного возраста выдержки цемента, полученного из мергелей Акбурли, Порлытау и барханного песка, синтезированного при 1420°C показало, что рельеф поверхности скола цементного камня представляет собой параллельно ориентированные блоки, на поверхности которых наблюдаются горизонтально и перпендикулярно расположенные кристаллические продукты новообразований, имеющие

форму призм, иголок и дендритообразных скоплений (рис. 11).

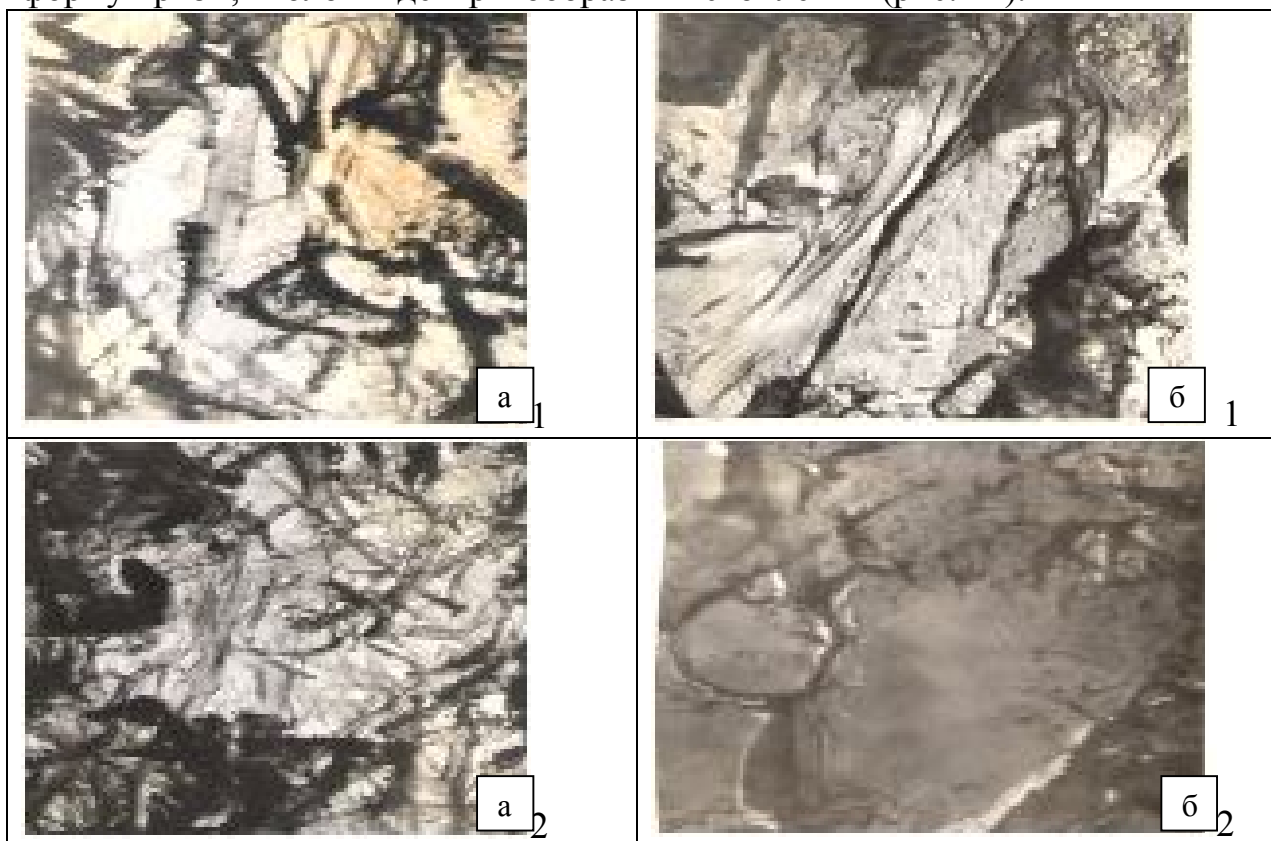


Рис. 11. Рельеф поверхности скола цемента с $KH=0,92$ ($t=1420^{\circ}C$) на основе Акбурлинского (1), Порлытауского (2) мергелей и барханного песка при 7 (а) и 28 (б) суток гидратациях.

При твердении цемента из клинкера, синтезированного из сырьевой смеси «Порлытауский мергель + барханный песок», к 28 суткам твердения в уплотненной микроструктуре цементного камня, наряду с макропорами, отмечено наличие микротрещин и пор, в которых продолжают расти нитевидные кристаллы гидросиликатов кальция. Из-за образования более пористой структуры к 28 суткам твердения гидравлическая активность цементного камня ниже (46 МПа), чем у цементов на основе Акбурлинского мергеля и барханного песка, хотя она обеспечивает марку цемента ПЦ-400-Д0.

В шестой главе диссертации «**Разработка нормативной базы и эффективность получения портландцементного клинкера из сырьевых ресурсов Каракалпакстана**» приводятся сведения по разработке технологической инструкции на процесс производства портландцементного клинкера и цемента на СП ООО «TITANCEMENT», о результатах опытно-промышленных испытаний по выпуску портландцементов из клинкеров на СП ООО «TITANCEMENT» и ИП ООО «KARAKALPAK CEMENT» из сырьевых смесей «известняк+базальт» (опыт №2), «известняк+глина+огарок АГМК» (опыт №16), которые по физико-химическим и механическим показателям вполне соответствуют требованиям, предъявляемым ГОСТ 10178-85 на портландцементы марки ПЦ400-Д0.

Испытания на равномерность изменения объема цементного теста образцы из опытных цементов выдержали. Признаки ложного схватывания в цементах отсутствуют. Опытные цементы № 2 и № 16 в 28-суточном возрасте нормального твердения имеют прочность при сжатии (41,4-40,6) МПа соответственно, что превышает регламентируемый показатель для цемента марки «400» (39,2МПа). Технологические характеристики и физико-механические свойства опытных цементов № 2 и № 16 приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Технологические характеристики и физико-механические свойства
портландцементов на основе опытных клинкеров**

№№	Наименование проб	Содержание SO ₃ , %	Тонкость помола по проходу сквозь сито с сеткой № 008, %	Нормальная густота цементного теста, %	Водоцементный фактор раствора 1:3	Наличие признаков ложного схватывания	Равномерность изменения объема	Сроки схватывания		Предел прочности при изгибе/сжатии, МПа, в возрасте 28-суток нормального твердения
								Начало, min	Конец, h- min	
1	Производственный цемент на ИП ООО «KARAKALPAK CEMENT» (контрольный)	2,68	99,6	27,0	0,40	отсут	выдерж.	150	4-30	7,0/39,8
2	Опытный цемент №2	2,20	88,9	27,0	0,40	отсут	выдерж.	150	4-30	6,0 / 41,4
3	Опытный цемент №16	2,15	88,2	27,0	0,39	отсут	выдерж.	175	4-55	6,0 / 40,6

Результаты исследований показывают, что их можно рекомендовать для изготовления бетонных и железобетонных конструкций для промышленных, гражданских, жилых зданий и сооружений.

Разработана технологическая схема на основе двух- и трех компонентных сырьевых смесей для производства портландцементных клинкеров.

Показана экономическая эффективность применения местных сырьевых компонентов при производстве клинкера на цементных заводах Республики Каракалпакстан.

Рассчитана сравнительная калькуляция затрат на производство 1 тонны клинкеров Кл ПЦ400-Д0 и Кл ССПЦ400-Д0 на ИП ООО «KARAKALPAK CEMENT» при использовании привозных и местных сырьевых компонентов.

Расчетные данные показывают снижение себестоимости 1 тонны клинкера на основе местного сырья Каракалпакстана:

- на 1т КлЩЦ400 -Д0 составляет $173,709-171,45=2260$ сум

- на 1т КлССЩЦ400 -Д0 составляет $173,709-170,27=3770$ сум

Технико-экономическая эффективность от внедрения разработанного состава «известняка Джамансайского месторождения + базальта Беркуттауского участка» на ИП ООО «KARAKALPAK CEMENT» для выпуска 160 тыс. тонн клинкера составляет:

$$160000 \times 2260 = 361\,600\,000 \text{ сум в год}$$

Тогда как на основе состава «известняка Жамансайского месторождения + глины Жамансайского месторождения + огарок АГМК» этот показатель выглядит так:

$$160\,000 \times 3770 = 603\,200\,000 \text{ сум в год.}$$

Таким образом, приведен результат технологических характеристик и физико-механических свойств портландцемента полученного на основе опытных клинкеров из местных сырьевых ресурсов. Предложена технологическая схема производства с высокой экономической эффективностью. Результаты экономической эффективности показывают, что от использования местного сырья Каракалпакстана при производстве 160 тыс.т. клинкера составляет: от 361,6 млн. сум до 603,2 млн. сум в год, что подтверждает актуальность и рентабельность применения местных сырьевых компонентов при производстве клинкера на цементных заводах Республики Каракалпакстан.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. С помощью проведения на современных приборах комплекса химико-аналитических, физико-химических и микроскопических исследований нетрадиционных природных ресурсов Каракалпакстана определены их минеральный состав, технологические характеристики и теоретически доказана возможность использования нерудных сырьевых материалов (известняков, базальтовых пород, титаномагнетитовой железосодержащей руды, железосодержащего осадочного проявления, барханного песка) новых месторождений в качестве компонента сырьевой смеси для получения портландцементных клинкеров.

2. Оптимизированы составы и технологические параметры процесса обжига новых составов сырьевых смесей, состоящих из железосодержащей титаномагнетитовой породы, осадочного железосодержащего проявления, базальтовой породы в качестве минерализующих добавок-плавней с учетом повышенной реакционной способности сырьевых смесей. С установлением корреляционной зависимости «состав-температура-структура» определена скорость образования клинкерных минералов в процессе обжига сырьевых смесей нового состава и рекомендованы оптимальные условия процесса.

3. С учетом химического и минералогического составов нетрадиционных сырьевых материалов Каракалпакстана был рассчитан состав сырьевых

смесей по O'zDSt 2801 для получения клинкера на общестроительные цементы. Определен расход сырьевых компонентов на производство 1 тонны клинкера, который не превышает допустимые отраслевые нормы для общестроительных цементов.

4. Установлены оптимальные технологические параметры синтеза портландцементных клинкеров и достигнута интенсификация процесса обжига. При этом ускоряется процесс взаимодействия свободного CaO с другими оксидами при полном его усвоении в клинкерные минералы, что дает возможность вести процесс обжига сырьевых смесей при более низкой температуре (1400-1420°C) по сравнению с температурой обжига производственных составов (1450-1470°C).

5. Обоснована возможность получения кондиционного портландцементного клинкера для общестроительных цементов путем интенсивного обжига двух-, трех- и четырехкомпонентных сырьевых смесей, включающих в себя известняк и глины Джамансай, барханного песка Табаккум, мергелей Акбурли и Порлытау, базальтовой породы Беркуттау, железосодержащей титаномагнетитовой породы и железосодержащего проявления в различных сочетаниях и соотношениях. При этом полученные цементы через 28 суток твердения имеют гидравлическую активность на сжатие от 41,5 до 49,6 МПа, что превышает регламентируемый показатель 39,2 МПа для цемента марки «400».

6. Установлена закономерность зависимости «состав-структура-свойство» и научно-обосновано формирование цементного камня высокой плотности и прочности при твердении цементов на основе клинкеров, синтезированных с применением нетрадиционных железосодержащих добавок и базальтовых пород. Показаны физико-химические их взаимодействия с водой и маршрута эволюции в процессе гидратации, начиная от зарождения до кристаллизации гидратных новообразований.

7. Проведены опытно-промышленные испытания на ИП ООО «KARAKALPAKCEMENT» и СП ООО «TITANCEMENT» по производству портландцементного клинкера из сырьевых смесей нового состава и выпущены опытная партия готового продукта в количестве 10 тонн, изучены технологические и физико-механические свойства опытных образцов портландцементных клинкеров и цемента на их основе. Исходя из оптимальных рецептур сырьевых смесей и положительных результатов их производства, разработанная энергосберегающая технология портландцементного клинкера рекомендована практическому внедрению.

ONE-TIME ADVICE SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01. AT INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

ORAZIMBETOVA GULISTAN JAKSILIKOVNA

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING PORTLAND CEMENT CLINKER BASED ON RAW MATERIALS OF KARAKALPAKSTAN

**02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials based on them
02.00.15 – Technology of silicate and refractory non-metallic materials**

**DISSERTATION ABSTRACT
OF DOCTOR OF SCIENCE (DSc) IN TECHNICS**

Tashkent – 2020

The dissertation subject doctor of science (DSc) is registered at Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2020.3.DSc/T182

Dissertation was carried out at Institute of General and Inorganic chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume) on the scientific council website www.tkti.uz and on the website of "Ziyonet" Information and educational portal www.ziyonet.uz.

Research supervisors: **Namazov Shafolat Sattarovich**
academician, doctor of technical sciences, professor
Iskandarova Mastura
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Reymov Ahmed Mambetkarimovich**
doctor of technical sciences, professor
Yunusov Mirjalil Yusupovich
doctor of technical sciences, professor
Turdialiev Umid Muhtaralievich
doctor of technical sciences


Leading organization: **Fergana Polytechnic Institute**

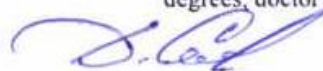
The presentation of doctoral thesis will be held on «4» december 2020 at «10⁰⁰» at the meeting one-time advice of the Scientific Council DSc. 02/30.12.2019. K/T.35.01 at the Institute of General and Inorganic Chemistry. (Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek street, 77-a. ph. (+99871) 262-56-60; fax: (99871) 262-79-90; e-mail: ionxanruz@mail.ru).

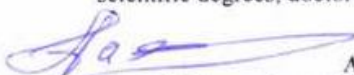
The dissertation can be reviewed at the Information Resource centr of Institute of General and Inorganic Chemistry, (is registered number 20). Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek street, 77-a. ph. (+99871) 262-56-60; fax: (99871) 262-79-90.

Abstract of dissertation sent out on «20» november 2020 y.
(mailing report No 20 on «20» november, 2020 y.).




B.S. Zakirov
Chairman of scientific council of one-time advice for the award of scientific degrees, doctor of chemical sciences, professor


D.S. Salikhanova
Scientific secretary of scientific council of one-time advice for the award of scientific degrees, doctor of technical sciences


A.U. Erkaev
Chairman of the one-time advice scientific council on award of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

The aim of the study is to optimize the compositions of mixtures based on the raw materials of Karakalpakstan and, on their basis, to develop a technology for producing Portland cement clinker.

The objects of research are limestone and clay Djamansay, titanomagnetite iron-bearing rock Tebinbulak, dune sand Tabakkum, marls of Akburli and Porlytau, basalt of the Berkuttau area, sedimentary iron-bearing manifestation, as well as natural gypsum of Khojakul and Urge, raw materials mixtures and raw materials.

The scientific novelty of the research is as follows:

The new compositions of carbonate containing, aluminosilicate and iron-containing raw materials of Karakalpakstan and their suitability with the content of the main clinker minerals have been proved;

the new raw material mixtures of clinker based on limestone, marl, clay, titanomagnetite iron-bearing rock, dune sand, basalt, sedimentary iron-bearing manifestation and natural gypsum and their clinker composition in terms of the content of basic minerals have been optimized;

the clinker formation of minerals during high-temperature processing of raw mixtures of new compositions with reactivity has been revealed;

the optimal chemical and technological parameters for the preparation and burning of general construction cement clinker and the high strength of the obtained Portland cements have been revealed;

the relationship between the physical and mechanical properties of Portland cement on the basis of a new clinker composition with physical and chemical transformations during hydration and hardening of the structure of the forming cement stone has been established;

the possibility of accelerating the process of clinker formation during clinker burning by using a new composition of raw materials and reducing the burning temperature by 50-70°C has been proved.

Implementation of the research results. On the basis of the results of the study to obtain a new composition of Portland cement clinker based on the raw materials of Karakalpakstan:

the technology of obtaining Portland cement clinker by burning two and three-component raw mixtures at 1400-1420°C in the presence of basalt from the Berkuttau site has been put into practice at JV-LLC "TITANCEMENT" (reference of the association ("Uzsanoatqurilish materiallari" dated July 14, 2020 No.05/15-2325). As a result, the opportunity has been created to provide cement plants with a new raw material base, to reduce the burning temperature of traditional clinker by 50-70 °C and power consumption by 4-6%, respectively;

The technology for producing cement grade SSPTs-400-D0 based on Karakalpakstan basalt has been introduced into practice at KARAKALPAKCEMENT LLC (reference of the association (reference of the association ("Uzsanoatqurilish materiallari" dated July 14, 2020, No.05/15-2325).

As a result, it is possible to reduce the consumption of the main clinker component by 10-15% and obtain general construction and sulfate-resistant cement.

The structure and volume of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, six chapters, conclusion, the list of references, applications. The volume of the dissertation is 183 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Оразимбетова Г.Ж., Д.К. Адылов Синтез и исследования высококремнеземистых цементов на основе мергеля и барханного песка // Узбекский химический журнал, Ташкент 2005, №4, - С.6-9. (02.00.00; №6)

2. Оразимбетова Г.Ж. Свойства портландцемента на основе сырья Каракалпакстана // Композиционные материалы, Ташкент, 2008, №1, - С.13-15. (02.00.00; №4)

3. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И., Адылов Д.К. Синтез и исследование высококремнеземистых клинкеров из двухкомпонентных сырьевых смесей, содержащих мергели и барханный песок Каракалпакстана. // Узбекский химический журнал, Ташкент, 2017, - №3, - С.14-18. (02.00.00; №4)

4. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Физико-механические свойства портландцементов из клинкеров на основе мергелей и барханных песков Республики Каракалпакстан. // Архитектура Строительства Дизайн, Ташкент, 2017, - №1-2, - С.53-57. (05.00.00; №4)

5. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Месторождения мергелей Республики Каракалпакстана, как источник комплексного сырья для цементной промышленности. // Горный вестник. – Навои, 2017. – № 3. – С. 67-70.

6. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И., Адылов Д.К. Исследование процессов гидратации и формирования структуры цементного камня из клинкеров на основе мергелей и барханных песков Республики Каракалпакстан. // Химия и химическая технология, Ташкент. 2018, - №1, - С.13-15. (02.00.00; №3)

7. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И., Ерекеева А.С. Реакционная способность цементных сырьевых смесей в зависимости от их химико-минералогического состава. // Композиционные материалы. – Ташкент, 2018. – № 2. – С. 118-120. (02.00.00; №4)

8. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Синтез и исследование клинкеров с высоким кремнеземистым модулем на основе сырьевых материалов новых месторождений Каракалпакстана. // Узбекский химический журнал, 2018, - №1, - С.3-9. (02.00.00; №6)

9. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Исследование новых видов сырьевых материалов Каракалпакстана для производства портландцемента. // Universium Технические науки, электрон научный журнал 2018, - №5(50) 19. Строительства и архитектура, - С. 24-27. (02.00.00; №2)

10. Orazimbetova G.J., Iskandarova M.I., Mironyuk N.A., Kurbanova A.Dj. Optimization of raw material mixtures for burning portlandcement clinkers at JV LLC "TITANCEMENT" // Australian Journal of Technical and Natural Sciences

.– Austria, Vienna • Prague, September-October, 2018. - № 9-10. - P. 51-55. (02.00.00; №2)

11. Orazimbetova G.J., Iskandarova M.I., Mironyuk N.A., Kurbanova A.Dj. Investigation of reactivity and synthesis of clinkers from raw materials with the use of basalt rocks. // European Science Review. – Austria, Vienna, September-October, 2018. - № 9-10,- P. 51-55. (05.00.00; №3)

12. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И., Миронюк Н.А., Курбанова А.Дж. Химический и минералогический состав сырьевых компонентов, предоставленных для проведения технологических испытаний цементного завода СП ООО «ТИТАНЦЕМЕНТ». // Композиционные материалы, Ташкент, 2018. - № 4, -С. 6-9. (02.00.00; №4)

13. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Технологические свойства барханного песка Табаккумского месторождения Республики Каракалпакстан - как сырья для получения портландцементного клинкера. // Горный вестник. –Навои, 2019. - №1, -С.67-69.

14. Оразимбетова Г.Ж., Намазов Ш.С., Искандарова М., Миронюк Н.А., Уббинязова Л.К. Химико-минералогическая характеристика базальта участка «Беркуттау» Кемпирсайского месторождения // Композиционные материалы. -Ташкент, 2019. -№2, -С.104-106. (02.00.00; №4)

15. G.Orazimbetova, M.Iskandarova, Sh.Namazov, N.Mironyok, N.Makhsudova, L.Kabulova Research of the Raw Material Base of the Cement Plant JV Titan Cement // Advanced Materials Research Tech Publications, Switzerland Voll 1156(2019) pp 142-145. (05.00.00; №1)

16. G.Orazimbetova Research of the chemical and mineralogical properties of the limestone of the Zhamansai deposit of the Republic of Karakalpakstan-as a raw material for the production of portlandcement clinker. //International Journal of Psychological Rehabilitation Vol.24, Issue 06, 05 Apr 2020, pp.7240-7244.

17. G.Orazimbetova, Sh. Namazov, M.Iskandarova, I.Sapaev, L.Kabulova Physical and mechanical properties of portland cement clinkers from raw materials of Karakalpakstan. //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 883 012201.

18. G.Orazimbetova Research of chemical and mineralogical properties of clay of the republic of Karakalpakstan - as raw materials for the production of portland cement. //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 883 012200.

II бўлим (II часть; part II)

19. Оразимбетова Г.Ж. Влияние барханного песка на процесс клинкерообразования и физико-механические свойства портландцементов. // Сухие строительные смеси. -Москва, 2017.- №3, -С.16-19. eLIBRARY.RU Входит в РИНЦ®

20. Оразимбетова Г.Ж., Абдисаттарова Э.А. Процесс гидратации и твердения цементов на основе мергеля и барханного песка. // Сухие строительные смеси. -Москва, 2017.- №5, -С.38-39. eLIBRARY.RU Входит в РИНЦ®

21. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И., Ерекеева А.С. Повышение эффективности производства портландцемента на основе новых видов сырьевых материалов Каракалпакстана. // Хоразм Маъмун Академияси Ахборотномаси, Хива, 2018. - №1, - С.103-105.

22. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Изучение процессов гидратации высококремнеземистого портландцемента на основе мергелей и барханных песков // Республика илмий-техник анжуманлари тўплами, 3-кисм, «Курилишда инновацион технологиялар». – Ташкент: ТАКИ, 17-18 март, 2017. – Б. 46-47.

23. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Исследование высококремнеземистых клинкеров из местного сырья Республики Каракалпакстана // Акад. А.Ф. Ганиевнинг 85 йиллигига бағишланган «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» V Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. – Термиз: Термиз Давлат университети, 2017. – Б. 58-59.

24. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Изучение процессов гидратации высококремнеземистого портландцемента на основе мергелей и барханных песков // Республиканский межвузовский сборник научных трудов. Часть I, «Актуальные вопросы в области технических и социально экономических наук» – Ташкент: ТашХТИ, 2017. - С.185-186.

25. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И., Ерекеева А.С. Изучение влияния кремнефторида натрия на процесс синтеза клинкеров для сульфатостойкого цемента // Материалы Республиканской научно-технической конференции «Современные технологии получения и переработки композиционных и нанокоспозиционных материалов». – Ташкент: ТГТУ ГУП «Фан ва тараккиёт», 26-27 май 2017г. – С. 84.

26. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Барханный песок Табакумского месторождения Республики Каракалпакстан-как сырьё для получения портландцемента // Материалы IX Международной научно-технической конференции: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». – Навои: Навоийский горно-металлургический институт, 2017. – С. 317.

27. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Производство портландцемента на основе новых видов сырьевых материалов Каракалпакстана // VII Международная научно-практическая конференция «Проблемы рационального использования и охрана природных ресурсов Южного Приаралья» – Нукус: ККО АНРУз 17-18 июля 2018. - С.143-145.

28. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И., Миронюк Н.А., Махсудова Н.Д. Технологические испытания сырьевых материалов Каракалпакстана для производства портландцементного клинкера и цемента на СП ООО «TITANCEMENT» // International symposium on innovative scientific conference « INTEGRATION AND INTEGRATION OF SCIENCE AND EDUCATION » Dedicated to: « The year of entrepreneurship, innovate ideas and technological support », - Tashkent : -2018, -P.213-215.

29. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И. Сырьевые материалы Каракалпакстана – для производства портландцемента // Материалы

Республиканской научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нанокоспозиционные материалы». – Ташкент: ТГТУ ГУП «Фан ва тараккиёт», 25-26 апрел 2019. – С. 110-111.

30. Оразимбетова Г.Ж., Искандарова М.И., Миронюк Н.А. Химический и минералогический состав сырьевых компонентов, предоставленных для проведения технологических испытаний цементного завода СП ООО «TITANCEMENT» // Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы развития химии, химической технологии, нефтегазовой и легкой промышленности в Республике Каракалпакстан» – Нукус: Каракалпакский государственный университет, 25-мая 2019. -С. 143-144.

31. Г.Ж. Оразимбетова, Н.А. Миронюк, М.И. Искандарова, Н.Д. Махсудова Технологические испытания сырьевых материалов Каракалпакстана для производства портландцементного клинкера и цемента на СП ООО «TITANCEMENT». // III Международная конференция симпозиум « Внедрение достижений науки в практику и устранение в ней деятельности коррупции » 30 ноября 2019, -Ташкент, -С.165-168.

32. G. Orazimbetova, Sh. Namazov, M. Iskandarova, I. Sapaev, L. Kabulova Physical and mechanical properties of portland cement clinkers from raw materials of Karakalpakstan. // « Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering » (CONMECHYDRO-2020) April 23-25 in Tashkent Uzbekistan

33. G. Orazimbetova Research of chemical and mineralogical properties of clay of the republic of Karakalpakstan - as raw materials for the production of portland cement. // « Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering » (CONMECHYDRO-2020) April 23-25 in Tashkent Uzbekistan.

34. Г.Ж. Оразимбетова Исследование химического состава сырьевых материалов Республика Каракалпакстана для производства портландцементного клинкера. // XIII Международная научно-практическая конференция «DYNAMICS OF THE DEVELOPMENT OF WORLD SCIENCE» 2-4 сентября 2020 года, Ванкувер, Канада. С.236-240

35. Г.Ж. Оразимбетова, Н.А. Миронюк, М.И. Искандарова, Ш.С. Намазов Клинкера для общестроительного и сульфатостойкого цементов на основе сырьевых материалов Республики Каракалпакстан. // XIII Международная научно-практическая конференция «DYNAMICS OF THE DEVELOPMENT OF WORLD SCIENCE» 2-4 сентября 2020 года, Ванкувер, Канада. С.230-235.

36. Orazimbetova G. J., Ubbiniyazova L. K., Tileubaev S. O. Research of chemical and mineralogical properties of clay of the Republic of Karakalpakstan. // EDUCATION: PROBLEMS, PROSPECTS AND INNOVATIONS Abstracts of I International Scientific and Practical Conference October 7-9, 2020. Kyoto, Japan P.65-69.

37. Orazimbetova G. J., Usmanov X.L., Ubbiniyazova L. K., Tileubaev S. O. Study of Jamansay deposit clay using physico-chemical analysis. // THE WORLD OF SCIENCE AND INNOVATION. Abstracts of III International Scientific and Practical Conference October 14-16, 2020. London P.110-114.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналі» тахририятида
тахрирдан ўтказилди.

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитура рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма №235.

«Тошкент кимё-технология институти» босмахонасида чоп этилди.
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.