

**УРҒАНЧ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**PhD. 03/30.11.2021.Т.55.06 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УРҒАНЧ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ХАДЖИЕВ АЗАМАТ ШАМУРАТОВИЧ**

**ОРОЛБЎЙИ НООРГАНИК ХОМАШЁЛАРИ АСОСИДАГИ ЯНГИ  
ТУРДАГИ ҚЎШИМЧАЛИ КОМПОЗИЦИОН БОҒЛОВЧИ  
МАТЕРИАЛЛАРНИНГ ТЕХНОЛОГИЯСИ ВА ХОССАЛАРИ**

**02.00.13 - Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Content of the abstract of dissertation doctor of Philosophy (PhD)**

**Хаджиев Азамат Шамуратович**

Оролбўйи ноорганик хомашёлари асосидаги янги турдаги қўшимчали  
композицион боғловчи материалларнинг технологияси ва хоссалари.....3

**Хаджиев Азамат Шамуратович**

Технология и свойства композиционных вяжущих материалов с новыми  
видами добавок на основе неорганического сырья Приаралья..... 21

**Khadzhiev Azamat Shamuratovich**

Technology and properties of composite binders with new types of additives based on  
inorganic raw materials of the Aral Sea region.....40

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works .....43

**УРҒАНЧ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**PhD. 03/30.11.2021.Т.55.06 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УРҒАНЧ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ХАДЖИЕВ АЗАМАТ ШАМУРАТОВИЧ**

**ОРОЛБЎЙИ НООРГАНИК ХОМАШЁЛАРИ АСОСИДАГИ ЯНГИ**  
**ТУРДАГИ ҚЎШИМЧАЛИ КОМПОЗИЦИОН БОҒЛОВЧИ**  
**МАТЕРИАЛЛАРНИНГ ТЕХНОЛОГИЯСИ ВА ХОССАЛАРИ**

**02.00.13 - Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар**  
**технологияси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)**  
**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2022.3.PhD/T3023 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Урганч Давлат Университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида ([www.urdu.uz](http://www.urdu.uz)) ва «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Атабаев Фаррух Бахтиярович**  
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

**Расмий оппонентлар:**

**Алимов Умарбек Кадырбергенович**  
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

**Искандеров Ахмед Максетбаевич**  
техника фанлари доктори, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Навоний давлат кончилиқ ва технологиялар университети**

Диссертация ҳимояси Урганч давлат университети ҳузуридаги PhD.03/30.11.2021.T.55.06 рақамли илмий кенгашнинг «12» май 2023 йил соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 220100, Урганч шаҳри, Х.Олимжон кўчаси, 14. Тел: (99862) 224-67-00; факс: (99862) 224-66-16; [www.urdu.uz](http://www.urdu.uz), e-mail: [info@urdu.uz](mailto:info@urdu.uz)).

Диссертация билан Урганч давлат университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (1994 - рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 220100, Урганч шаҳри, Х.Олимжон кўчаси, 14. Тел: (99862) 224-67-00; факс: (99862) 224-65-16

Диссертация автореферати 2023 йил «28» апрель кuni таркатилди.  
(2023 йил «28» апрель 3 - рақамли реестр баённомаси)



**Жуманиязов М.Ж.**

Илмий даража берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Аптова Ш.К.**

Илмий даража берувчи илмий кенгаш илмий котиби, PhD, доцент

**Курамбаев Ш.Р.**

Илмий даража берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., доцент

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси))**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Дунёнинг ривожланган давлатларида қурилиш материаллари ишлаб чиқариш суратлари кескин ривожланиб бормоқда. Дунё миқёсида цемент ишлаб чиқариш ҳажми 2020 йилда 4,2 млрд. тоннани ташкил этиб, 2030-йилга бориб унинг ўсиш суръати 1.8 % ва ҳажми 5,0 млрд тоннага етиши кутилмоқда. Бундай ҳажмда цемент ишлаб чиқариш катта миқдорда сифати юқори бўлган хомашёлардан ва ресурс тежамкор технологиялардан фойдаланишни тақазо этади. Шу билан бирга цемент олишда махсус фаол қўшимчалардан фойдаланиш ва бунинг ҳисобига маҳсулот чиқишини ошириш ҳамда унинг эксплуатация хоссаларини яхшилаш масалалари кун сайин долзарблашиб бормоқда. Шу ўринда минерал хомашё ва техноген ресурслардан фойдаланган ҳолда, тақчил ва ноёб бўлмаган фаол минерал қўшимчаларни қўллаб, экспортбоп модификацияланган минерал боғловчилар олиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳоннинг илмий тадқиқот марказларида минерал боғловчилар олишда ноанъанавий хомашёлардан фойдаланиш билан бирга, турли техноген чиқиндилар ҳамда фаоллиги юқори бўлган қўшимчаларни қўллашга қаратилган илмий тадқиқот ишларининг салмоғи ошиб бормоқда. Бу ўз навбатида маҳсулот ҳажмининг ошиши билан бирга, қурилиш индустриясини таннархи арзон, сифати юқори бўлган маҳсулот билан таъминлашга қаратилган илмий тадқиқотларнинг самарадорлиги юқори эканлигини кўрсатади. Шундан келиб чиқиб минерал боғловчи таркибига фаоллиги юқори бўлган қўшимчаларни киритиш ҳисобига маҳсулотнинг ҳажми ва эксплуатация хоссаларини оширишга қаратилган тадқиқотларни олиб бориш ва жорий қилишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамызда минерал боғловчилар ишлаб чиқариш учун хомашё, энергия ва меҳнат ресурсларининг етарлигидан келиб чиқиб, юқори маркадаги боғловчилар олиш борасида муайян илмий амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Янги Ўзбекистоннинг 2022–2026-йилларга мўлжалланган тараққиёт стратегияси»нинг миллий иқтисодий ривожлантириш, унинг ўсиш суръатларини замон талаблари даражасида таъминлаш» деб номланган бўлимида «Маҳаллий хомашёни чуқур қайта ишлашга асосланган юқори қўшимча қийматли маҳсулот ва технологияларнинг янги турларини ишлаб чиқариш, шу асосда ички ва ташқи бозорларда маҳаллий товарларнинг рақобатбардошлигини таъминлаш»<sup>1</sup> юзасидан муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, маҳаллий хомашёлар ва саноат чиқиндиларидан боғловчи материаллар ишлаб чиқишга оид тадқиқотлар олиб бориш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022-йил 28-январдаги ПФ-60-сон «Янги Ўзбекистоннинг 2022–2026-йилларга мўлжалланган тараққиёт стратегияси» тўғрисидаги, 2017-йил 18-январдаги ПҚ-2731-сонли «2017-2021-йилларда Оролбўйи минтақасини ривожлантириш давлат дастури саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019-

---

<sup>1</sup>ПФ-60-сон 28.01.2022. 2022 — 2026 Йилларга Мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг Тараққиёт Стратегияси Тўғрисида (lex.uz)

йил 25 майдаги ПҚ-4335-сонли «Қурилиш материаллари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бўлган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация натижалари муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Цементда кечадиган ишқорий-кремнеземли реакцияларни  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  билан ўзаро таъсирлашиб кальций-силикат гидрогелларини ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлган ноорганик минерал қўшимчалардан фойдаланиб суслантириш усуллари ишлаб чиқиш устида Ю.М. Баженов, М.М. Сычев, В.В. Тимашев, Т.В. Кузнецова, М.Я. Бикбау, М.И. Кузьменков, Т.С. Куницкая, А.К. Сатыбалдиев, С.В. Самченко, Е.Ю. Малова, А.М. Маноха, С. Жосепх, С.Бишнои, Бален К.Ван, Х.Й. Ванг, Й.Луан, В. В. Бабков, А.И. Габитов, Р.Р. Сахибгареев, И.С. Сагитов, Р.С.Федюк, Е.М. Макаров, Ж.А. Ларби, Ж.М. Бижен, Л.Р. Робертс, W.P. Грасе, Я.Г. Назиров, Е.Г. Матвеева, С.С. Каприелов, М.Е. Воронков ва шу каби бошқа кўплаб олим ва тадқиқотчилар илмий изланишлар олиб борганлар.

Портландцементни умрбоқийлигини, жумладан, алит миқдори юқори клинкерни алюмосиликатли қўшимчалар билан қисман алмаштириш орқали унинг сульфатбардошлигини оширишга мамалакатимиз олимларидан И.С. Канцепольский, М.Г. Ғуломов, Т.А. Отакузиев, М.И. Искандарова, З.П. Пўлатов, Ф.Б. Атабаев, А.М. Искендеров, Г.Б. Бегжанова, З.А. Мухамедбаева, Х.Л. Усманов, Д.К. Одилов, Д.Д. Мухиддинов, Б.Б. Ботиров, А.Г. Нимчик бошқалар ҳам салмоқли ҳисса қўшганлар.

Натижада агрессив сульфатли муҳитлар таъсирига бардоши юқори бўлган турли таркибдаги портландцементлар ишлаб чиқилган ва уларни олиш технологиялари жорий этилган; кўп компонентли цементлар ишлаб чиқаришга ҳам алюмосиликат таркибли (глиежлар, туффитлар, метакаолин, култошқол чиқиндилар, вулқон тоғ жинслари, сопол синиқлари ва ҳ.к), ҳам юқори кремнеземли (ўта майин микрокремнезем, кварц-далашпатли кумлар, бархан кумлари, флюорит ва вольфрам рудаларини бойитиш чиқиндилари, пўлат олишдаги қайта ишланган тошқоллар ва ш.к.) фаол минерал қўшимчалар жалб этилган; цемент тошида структура шаклланишини мақсадли бошқаришга ва унинг хоссаларини оптималлаштиришга эришилган; икки- ва ундан ортиқ фаол минерал қўшимчалар тутган композицион портландцементлар ишлаб чиқилган; эксплуатация хоссалари яхшиланган цемент композити гидратланиши ва шаклланишидаги физик-кимёвий жараёнларининг ўзига хос жиҳатлари аниқланган.

Шу билан бирга, соҳада кремнеземли қўшимчаларнинг конларини цемент ишлаб чиқарувчи корхоналарга ҳудудий яқинлигини ҳисобга олган ҳолда, портландцементни гидратланиш жараёнида уларнинг арзон ва қулай янги турлари билан легирлаш орқали кам клинкерли ПЦ олиш технологиясини ишлаб чиқиш; янги турдаги маҳаллий ноорганик қўшимчаларни цемент тошинини физик-механик хоссаларига ва умрбоқийлигига таъсирини тадқиқ

қилиш; янги турдаги кремнеземли кўшимчали ПЦ ишлаб чиқаришнинг технологик ва иқтисодий самарадорлигини асослаш ва шу каби бошқа ечилмаган муаммолар мавжуд.

Бу муаммоларни ечими, тупроқ, тупроқ ости ва сизот сувларини минераллаштириш даражаси юқори бўлган ва жадал ривожланаётган қурилиш саноати эҳтиёжини қоплаш учун кўшимча сифатида кремнеземли маҳаллий қулай кўшимчалардан фойдаланиб цементни ассортиментини кенгайтириш ва эксплуатация хоссаларини яхшилаш Қорақалпоғистон Республикаси учун аниқсиз долзарб бўлиб, бу ўз навбатида цементга минерал кўшимча сифатида уларни яроқлилигини аниқлаш бўйича комплекс тадқиқотлар ўтказилишини талаб қилади.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация иши Урганч давлат университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ № 11/2021 – сонли «Минерал хом ашёлар ва саноат чиқиндилари асосида халқ хўжалиги маҳсулотларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш» хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади:** Оролбўйи ноорганик хомашёлари асосидаги янги турдаги кўшимчали композицион боғловчи материалларнинг технологиясини ишлаб чиқиш ва хоссаларини аниқлашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

«Қарақалпақ цемент» ҚК МЧЖ ПЦ клинкери, Хўжақўл қони песчаниги ва Қаратау қони порфиритларининг кимёвий, минералогик таркибларини ҳамда физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ этиш, олинган натижаларга асосланиб, уларни ноорганик композицион боғловчи материаллар олишга яроқлилигини баҳолаш;

минерал кўшимчаларни механик фаоллаштиришнинг физик-механик асослари ва қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш;

«клинкер - порфирит» ва «клинкер - песчаник» системасида уларни комплекс таҳлилидан келиб чиқиб, Студент мезони бўйича гидравлик фаоллиги қиймати ва эркин оҳакни ютиш бўйича пуццолан қобилятини аниқлаш;

композицион боғловчи материаллар олишда механик фаоллаштирилган кўшимчаларни физик-механик хоссаларига таъсирини ўрганишга оид тадқиқотлар олиб бориш;

композицион боғловчи материаллар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва саноат миқёсида синовдан ўтказиш, материал баланси ва техник иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш;

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида «Қарақалпақ цемент» ҚК МЧЖ ПЦ клинкери, Хўжақўл қони песчаниги, Қаратау қони порфирити ва улар асосидаги шихта таркиблари, композицион минерал боғловчилари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** «Қарақалпақ цемент» ҚК МЧЖ ПЦ клинкери, Хўжақўл қони песчаниги, Қаратау қони порфиритларини қайта ишлаб композицион боғловчи материалларни олиш усуллари, маҳсулот олиш жараёнининг физик-кимёвий асослари ва технологиясини яратишдан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишида замонавий физик-кимёвий (рентгенфаза, дифференциал-термик, электрон-микроскопик, ИҚ ва рентген

флюоресцент спектроскопия) таҳлил усулларида фойдаланилган. Шунингдек, олинган композицион боғловчи материал намуналарини физик-кимёвий ва технологик хоссаларини аниқлашда боғловчи материалларни тадқиқ қилишда қўлланиладиган усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйдагилардан иборат:

илк бор «Қарақалпақ цемент» ҚҚ МЧЖ ПЦ клинкери, Хўжакўл кони песчаниги ва Қаратау кони порфиритлари комплекс таҳлил қилиниб, улар асосида композицион ноорганик боғловчи олиш имконияти исботланган;

минерал қўшимчаларни механик фаоллаштириш ҳисобига уларнинг минералогик таркиблари ва структураси наноструктурали аморфлашган кўринишга ўзгариши аниқланган;

«клинкер - порфирит» ва «клинкер - песчаник» системасида уларни комплекс таҳлилидан келиб чиқиб, Стюдент мезони бўйича гидравлик фаоллиги қиймати ва эркин оҳакни ютиш бўйича пуццолан қобиляти тадқиқ қилинган ва шундан келиб чиқиб олинган цемент намуналари механик мустаҳкамлик кўрсаткичи устунлиги исботланган;

таклиф қилинган қўшимчаларни қўшиш ҳисобига анъанавий портландцемент маркасини давлат андозалари талаби доирасида сақлаган ҳолда маҳсулот чиқишини 20% гача ошириш исботланган;

цементларда  $C_3A$  ни улуши камайиши ва гидроалюминатлар кам миқдорда ҳосил бўлиши ҳисобига, алюминий ионлари кальций гидросиликатларини структурасига кириб, цемент композитини ПЦ400-Д0 даражасида зичланиши ва мустаҳкамланишида етакчи ўрин тутадиган, тоберморитни А1-ли аналоглари – филлипсит ҳосил бўлиши эҳтимоли асосланган;

порфирит ва песчаникни қайта ишлаб, улардан цемент клинкерини янчиш ҳисобига олинган композицион боғловчи материаллар технологияси ишлаб чиқилган ва олинган намуналарнинг хоссалари аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйдагилардан иборат:

«Қарақалпақ цемент» ҚҚ МЧЖ ПЦ клинкери, Хўжакўл кони песчаниги ва Қаратау кони порфиритларни қўллаш ҳисобига гидравлик ва пуццолан фаол, механик кучланишларга чидамлилик кўрсаткичлари юқори бўлган композицион боғловчи олиш технологияси яратилган;

механик фаоллаштирилган юқори кремнеземли қўшимчаларни қўллаш ҳисобига энергия ва ресурс тежамкор технологиялардан фойдаланиш ҳисобига олинадиган маҳсулот таннархини камайтириш имконияти яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларини давлатлараро ва Ўзбекистон миллий стандартлари усул ва талабларига мувофиқ олинганлигида, тажрибаларни мувофиқлик сертификатларига эга қурилма ва жиҳозларда, замонавий физик-кимёвий (рентгенофазавий, ДТА, ИҚС, оптик ва электрон-микроскопик) таҳлил усуллари қўллаб бажарилганлиги билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, ноорганик характердаги хомашёларни қайта ишлаш ва янчиш усули билан «клинкер-порфирит ва клинкер – песчаник» системаларида синтез қилинган композицион минерал боғловчининг кристалл фазаларини ҳосил бўлиш жараёни қонуниятларини асослаш композицион



минерал боғловчиларнинг физик механик ва эксплуатацион хоссаларини компанетларнинг нисбатларига боғлиқлигини аниқлаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, цемент клинкери песчаник ва порфритлардан маълум нисбатларда фойдаланиб, гидравлик ва пуццолан фаол, физик механик хоссалари яхшиланган композицион минерал боғловчиларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқишга ҳамда шу йўналишдаги олий таълим муассасаларида бакалавр ва магистрларни таёрлашга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Янги турдаги ноорганик қўшимчали композицион боғловчи материаллар олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Каратау кони порфирити ва Хўжакўл кони песчаниги киритилган композицион боғловчи материаллар ишлаб чиқариш технологияси «Каракалпак цемент» ҚҚ МЧЖда амалиётга жорий этилган («O'zsanoatqurilishmateriallari» уюшмасининг 2022 йил 4 ноябрдаги 05/15-2748-сон маълумотномаси). Натижада, юқори ҳароратда олинадиган клинкерни 20% гача иқтисод қилиб, композицион боғловчи материал ишлаб чиқаришни саноат миқёсида йўлга қўйиш имконини берган;

янги турдаги «клинкер - порфирит» ва «клинкер - песчаник» таркибли боғловчи материаллар олиш технологияси «Титанцемент» ҚҚ МЧЖнинг «амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («O'zsanoatqurilishmateriallari» уюшмасининг 2022 йил 4 ноябрдаги 05/15-2748-сон маълумотномаси). Натижада, маҳаллий хомашёларидан фойдаланиб давлат стандартларига тўла жавоб берувчи композицион боғловчи материал олиш имконини беради.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 5 та халқаро ва 3 та республика илмий-техник анжуманларда муҳокамадан ўтган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 12 та илмий иш чоп этилган. Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган илмий журналларда 4 та илмий мақола, шулардан 2 таси республика ва 2 таси хорижий нашрларда чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 112 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация ишининг долзарблиги ва зарурати, мақсади ва вазифалари, тадқиқотни республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги тўғрисидаги маълумотлар келтирилган, илмий ва амалий натижалар баён этилган, илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, уларни цемент ишлаб чиқаришга жорий этилганлиги, чоп этилган ишлар, диссертациянинг тузилмаси ва ҳажми тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «Кремнеземли қўшимчали цементлар ишлаб чиқариш технологиясининг ҳозирги ҳолати ва истиқболи» мавзусидаги биринчи бобида, цемент учун фаол минерал қўшимчаларни синфларга туркумланиши ва ишлатилиши, табиий ва иккиламчи алюмосиликат ва кремнеземли хом ашё ресурсларини қўшимча сифатида қўллаб олинган композицион цементларни таркиблари ва технологиялари борасидаги илмий-техник ва патент адабиётлар манбалари маълумотларини умумлаштириб таҳлил қилиш асносида, уларнинг камчилик ва ютуқлари очиқ кўрсатилган.

Таркибида фаол кремний ва алюминий тутган фаол култошқол аралашмаси, трепел, опока, турли хил вулкон жинслари каби қўшимчалар, цемента клинкерни маълум қисмини алмаштириши уни физик-механик ва қурилиш-техник хоссаларини яхшилашга, оҳакни жадал ютиши натижасида ПЦни ва унинг асосидаги бетонни ҳам хоссаларини яхшилашга олиб келиши кўрсатилган.

Қорақалпоғистон Республикасидаги «Қарақалпак цемент» ҚК МЧЖ ва «Титанцемент» ҚК МЧЖ каби цемент корхоналарини цемент учун маҳаллий минерал қўшимчаларга эҳтиёжи жуда катталиги, республикада эса песчаниклар, туфлар, вулкон жинслари каби кремнеземли хом ашё ресурслари катта захирага эга эканлиги туфайли, уларни технологик хоссаларини батафсил ўрганиб, қўллаган ҳолда ПЦларни таркиблари ва ишлаб чиқариш жараёнларини технологик параметрларини оптималлаштириш зарурати пайдо бўлди.

Диссертацияни «Дастлабки материалларни тавсифлари ва тадқиқот усуллари»га бағишланган иккинчи бобида «Қарақалпак цемент» ҚК МЧЖ ПЦ клинкерини, Хўжақўл кони песчаниги ва Қаратау кони «Қаратау-1» участкаси порфиритини кимёвий-минералогик таркиблари ва физик-кимёвий хоссаларини аниқлаш бўйича натижалар келтирилган. (1-жадвал). Кимёвий таркиби бўйича «Қарақалпак цемент» ҚК МЧЖ клинкери О'з DSt 2801ни ПЦ клинкерга қўйган талабига мувофиқ келади, аммо таркибида 5,5% SO<sub>3</sub> мавжудлиги, уни Ўзбекистондаги бошқа цемент корхоналарида ишлаб чиқарилаётган анъанавий ПЦ клинкерларни таркибидан фарқлантиради.

**1-жадвал**

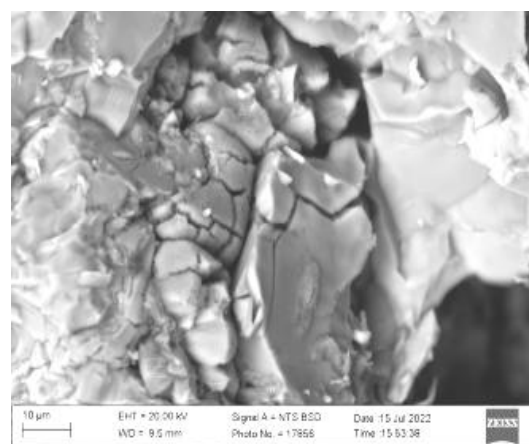
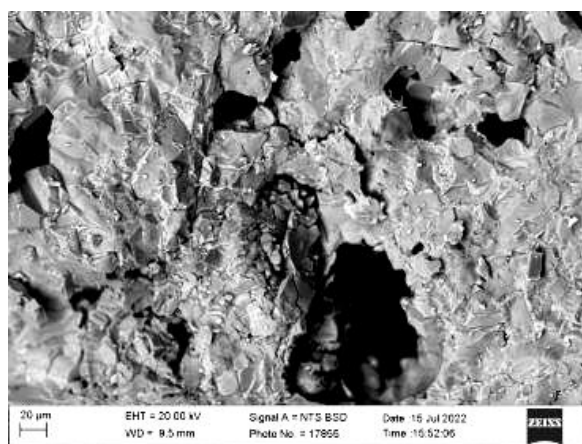
**Дастлабки материалларнинг кимёвий таркиблари**

Материалнинг номи	Оксидларнинг миқдори, масс. %								
	к.м.й	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Пр.	Σ
ПЦ клинкер	0,31	18,03	6,22	3,94	58,93	1,98	5,55	5,04	100,0
	Клинкернинг минералогик таркиби, масс. %								
	C <sub>3</sub> S-55,04; C <sub>2</sub> S-17,81; C <sub>3</sub> A-5,15; C <sub>4</sub> AF-15,47; CS-1,65								
Песчаник	2,54	76,72	8,20	4,78	0,83	1,40	0,24	5,30	100,0
Порфирит	5,72	51,42	18,51	7,53	5,28	3,8	0,91	6,83	100,0
Гипс тоши	20,30	2,80	0,49	сл.	30,98	сл.	42,80	2,63	100,0
	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O = 42,80x2,15 = 92,02%								

ПЦ клинкерини рентгенфазавий таҳлили, унда  $C_3S$  алитни чизиқлари суръати юқорилигини ( $d/n = (0,302; 0,295; 0,276; 0,274; 0,260; 0,218; 0,175...)$  nm;  $C_2S$  белит -  $d/n = (0,276; 0,274; 0,260; 0,218; 0,198...)$  nm;  $C_3A$  целита – ( $d/n = (0,270; 0,218; 0,157; 0,138...)$  nm ва  $C_4AF$  браунмиллерит - ( $d/n = 0,716; 0,276; 0,263; 0,204; 0,192 ...)$  nm,  $2(2CaO.SiO_2).CaSO_4$  сульфосиликат ( $d/n = 0,716; 0,348; 0,260; 0,256; 0,204; 0,181...nm$ ) ва  $3CaO.3Al_2O_3.CaSO_4$  кальций сульфоалюминати ( $d/n = 0,372; 0,263; 0,243; 0,215; 0,162; 0,148; 0,138 ...nm$ ) мавжудлигини кўрсатди. Унинг ИҚ-спектрлари  $400-1150\text{ см}^{-1}$  тўлқин узунлиги оралиғида бир неча қисмларга бўлакланган кенг, энг катта ютилиш чизиғи ( $482,20; 522,71; 511,43; 677,01; 769,60; 875,68$  и  $1124,50$ )  $\text{см}^{-1}$  бўлган тўлқинлар юзага келганлигини ва улар Si-O-Si боғламларига тегишли эканлигини билдиради, қиймати  $1124,50\text{ см}^{-1}$  бўлган ютилиш эса сульфат гуруҳининг кальций алюминатлари ва силикатлари синчли структурасига кириб жойлашганлигидан далолат беради

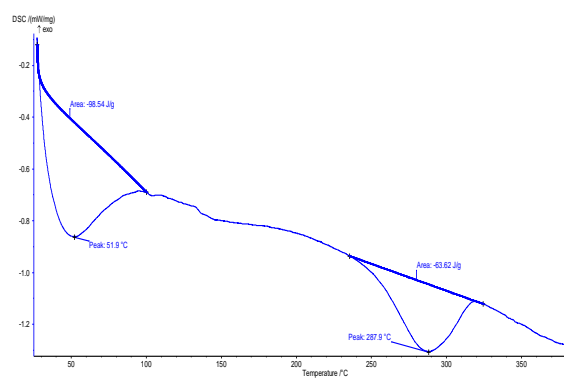
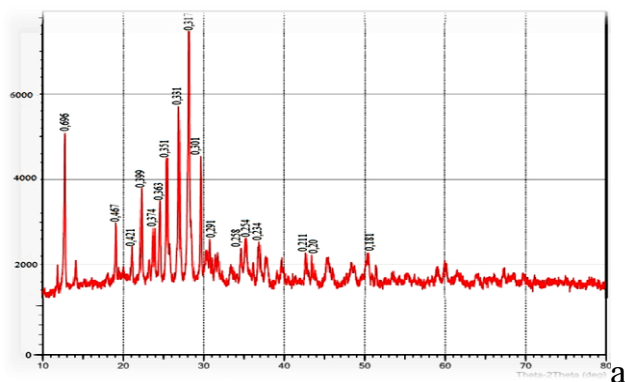
«Каракалпак цемент» ҚК МЧЖ клинкерини синган юзаси турли шакллардаги (гексагонал, призма, куб, пластинкасимон) куйиб пишган ва зич жойлашган доналардан иборат бўлиб, унинг асосий қисми маълум шаклга эга бўлмаган массада иборат (1-расм).

Хўжақўл кони песчаниғи Қораузоқ туманининг Нукус шаҳридан 55 км жануби шарқида жойлашган. Песчаник чўкинди тоғ жинси бўлиб, ташқи кўриниши бўйича ранги оч кулранг, баъзан қизғиш жигарранг (2-расм).



**1-расм. «Каракалпак цемент» ҚК МЧЖ клинкерини синик юзасининг электрон микрофотографияси**

Уни рентгенограммасида кварцни юқори интенсивликни намоён қилган чўққилари ( $d/n=0,421; 0,331; 0,244; 0,228; 0,212...)$ , дала шпатлари ( $d/n = 0,628; 0,467; 0,443; 0,399; 0,363; 0,351; 0,319; 0,301; 0,288...; 0,181...$ ), кальцит ( $d/n = 0,301; 0,228; 0,208; 0,188 ...$ ), гидрослюдадар ( $d/n=0,363; 0,351; 0,331; 0,301; 0,291; 0,288; 0,258; 0,254 ...$ ) nm, ва хлоритларга ( $d/n=0,628; 0,467; 0,351; 0,291; 0,258; 0,244; 0,228; 0,208; 0,188; 0,177; 0,166 ...$ ) тегишли эканлиги аниқланди (2а-расм). Жараён энтальпияси -63,62 Дж/г.



**2-расм. Песчаникнинг рентгенограммаси (а) ва ДСК-термик эгри чизиғи (б)**

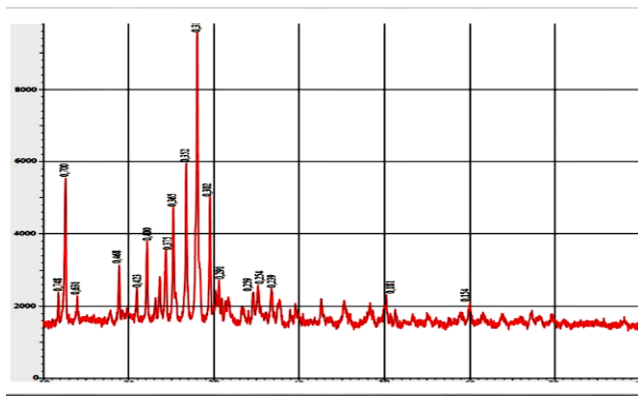
Песчаник қиздирилганда унинг термик эгри чизиғида иккита эндоэффект пайдо бўлди, улардан максимуми  $T_{\max}=51,9^{\circ}\text{C}$  термик тўхтам юзага ютилган сувни чиқиб кетиши (жараён энтальпияси- 98,5 Дж/г.), максимуми  $T_{\max}=287,9^{\circ}\text{C}$ га тўғри келган иккинчиси эса – ундаги минералларни кристалл панжарасидаги кристалланган сувнинг йўқолиши билан боғлиқ (2б-расм). Жараён энтальпияси - 63.62 Дж/г.

ИҚ-спектрлардаги тўлқин узунлиги ( $400\text{-}1100$ )  $\text{cm}^{-1}$  оралиқдаги ютилиш суръатлари турлича бўлди ва ушбу тўлқин узунлиги максимумлари ( $416,62$ ;  $439,77$ ;  $487,99$ ;  $534,28$ ;  $596,0$ ;  $648,006$ ;  $692,44$ ;  $777,31$ ;  $1000$ )  $\text{cm}^{-1}$  ларга тўғри келган тўлқин узунлиги ютилишларни Si-O-Si тизимидаги кординацион ва деформацияланиш тўлқинлари келтириб чиқарди. Бу эса таркибдаги дала шпатлари структурасидаги  $\text{Si}^{4+}$  ионларини қисман  $\text{Ca}^{2+}$  ва  $\text{Al}^{3+}$  ионлари билан алмашганлигини ифодалайди. Шунингдек ИҚ спектри таҳлилида ютилиш тўлқин узунлиги максимуми бироз иккига бўлинганлиги ва тўлқин узунлиги баланд томонга ( $1028\text{ cm}^{-1}$ ) сурилганлигини ҳам асослайди.

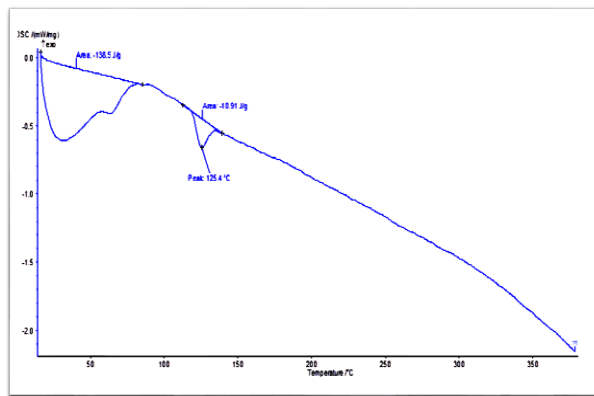
«Каратау-1» кони Қорақалпоғистоннинг Қораузоқ туманидаги Кегейли посёлкасида 80 км жануби-шарқда жойлашган. Кондаги порфиритнинг захираси 63 миллион тоннадан ортиқни ташкил қилади. Порфиритлар майда заррачалардан иборат жинс бўлиб, ранги оч-кулранг, айрим жойлари темирли аралашмалар мавжудлиги туфайли жигарранг-қизғиш рангда.

Жинс таркибида кремний оксидининг миқдори юқорилиги (51,42%) туфайли, уни порфирини пироксенли турига қўшиш мумкин (жадвал 1). Порфиритнинг минерал таркиби кварц ( $d/n=0,424$ ;  $0,333$ ;  $0,244$ ;  $0,228$ ;  $0,212$ ;  $0,182\dots$ ), дала шпатлари ( $d/n=0,631$ ;  $0,495$ ;  $0,468$ ;  $0,400$ ;  $0,375$ ;  $0,365$ ;  $0,318$ ;  $0,291$ ;  $0,282$ ;  $0,182$ ;  $0,178$ ); кальцит ( $d/n=0,303$ ;  $0,249$ ;  $0,228$ ;  $0,209$ ;  $0,200$ ;  $0,188$ ); гидрослюалар ( $d/n=0,495$ ;  $0,365$ ;  $0,352$ ;  $0,333$ ;  $0,303$ ;  $0,291$ ;  $0,282$ ;  $0,254$ ) ва хлоритлардан ( $d/n=0,700$ ;  $0,631$ ;  $0,495$ ;  $0,468$ ;  $0,385$ ;  $0,375$ ;  $0,365$ ;  $0,291$ ;  $0,259$ ;  $0,244$ ;  $0,228$ ;  $0,212$ ;  $0,188$ ;  $0,182$ ;  $0,178$ ;  $0,156$ ) иборат (3а-расм).

Порфирит қиздирилганда ( $25\text{-}140$ ) $^{\circ}\text{C}$  ҳарорат оралиғида термик эгри чизикда иккита эндотермик эффект пайдо бўлди, улардан максимуми  $T_{\max}=60^{\circ}\text{C}$  га тўғри келган биринчиси адсорбцияланган сувнинг чиқиб кетишини кўрсатади (жараённинг энтальпияси - 138.5 Дж/г.),  $T_{\max}=125,4^{\circ}\text{C}$  да жойлашган иккинчиси – минералларни кристалл панжарасидаги сувни чиқиб кетиши билан боғлиқ бўлиб, жараёни энтальпияси 10.91 Дж/г. га тенг (3б-расм).



а



б

3-расм. «Каратау-1» участка порфиритини дифрактограммаси (а) ва ДСК- термик эгри чизиғи (б)

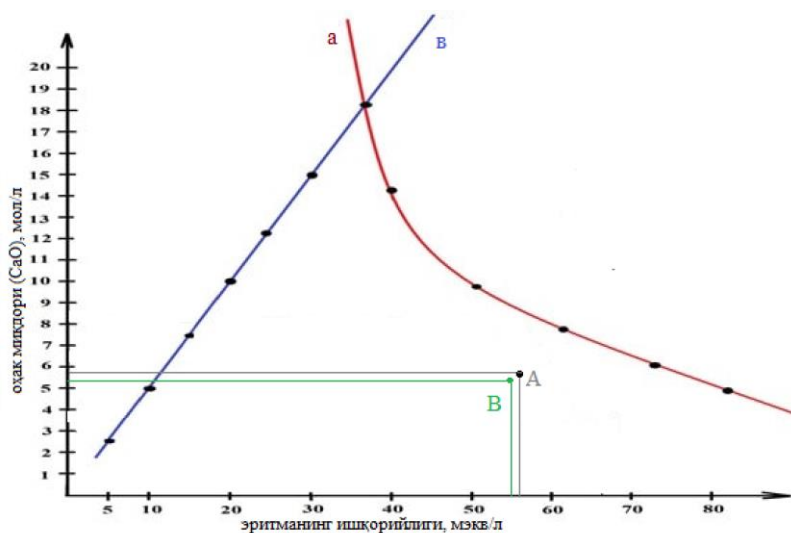
Порфиритни ИҚ-спектрлари песчаникни ИҚ-спектрига деярли ўхшаш бўлиб,  $(400-1100) \text{ cm}^{-1}$  оралиқда максимумлари  $(453,27; 470,42; 592,15; 648,08; 721,38; 758,02; 692,44; 777,31; 981,77) \text{ cm}^{-1}$  тўлқин сонларида бўлган ютилишлар кузатилди. Улар орасидаги фарқ ютилиш тўлқин сонлари максимумлари бирозгина юқори тўлқин сонлари томонга сурилганлигидадир.

Диссертациянинг ушбу бобида экспериментларни олиб бориш усуллари, уларни бажаришда қўлланган прибор ва аппаратлар ҳам тасвирланган.

Диссертациянинг «Кремнезем миқдори юқори бўлган ноорганик қўшимчаларнинг янги турлари билан портландцементлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш» мавзусидаги учинчи бобида песчаник ва порфиритни фаоллигини ва уларни ПЦни физик-механик хоссаларига таъсирини тадқиқ этиш натижалари ёритилган. Песчаникни Стюдент мезони бўйича гидравлик фаоллиги  $t=9,15$ , порфиритники эса  $t=24,47$  бўлиб, бу қийматлар О'з DSt 901-98 бўйича чегаравий  $t=2,07$  юқорилиги, песчаник ва порфиритни цементга фаол минерал қўшимчасифатида қўллашга асос бўлди.

Песчаник ва порфиритни СаО ни ютиш фаоллиги бир-бирига яқин: оҳакни тўйинган эритмасидан 30 суткада ютилган СаОнинг миқдори песчаник учун 30,03 мг/л, порфирит учун - 24,78 мг/л ни ташкил этди. Порфирит намунаси сақланган суюқликда СаО 6,9%, песчаникники 6,84% ни, эритманинг умумий ишқорлиги тегишлича 56 мэкв/л, ва 53,6 мэкв/л ни ташкил этди (4-расм). Бу натижалар уларнинг Стюдент мезони бўйича қийматларига мос келди.

Компонентлар нисбатлари тегишлича «клинкер+песчаник» (75-90)% ва (10-25)% бўлган аралашмалар туйилганда, майдаланишга мойиллиги ПЦ-Д0 га нисбатан бироз паст бўлди: уларнинг туйилиш майинлиги № 008 элакдаги қолдиқ бўйича (11,0-12,0)% ни ташкил этиб, бу ПЦ-Д0 (9,5%) никига нисбатан 1,5-2,5% кўп. Лекин ПЦларни бу дисперслиги ГОСТ 10178 чегаралаган қийматдан (15% дан кўп эмас) юқори эмас.



**4-расм. Порфирит (А) ва песчаникнинг (В) пуццолан фаоллиги:**

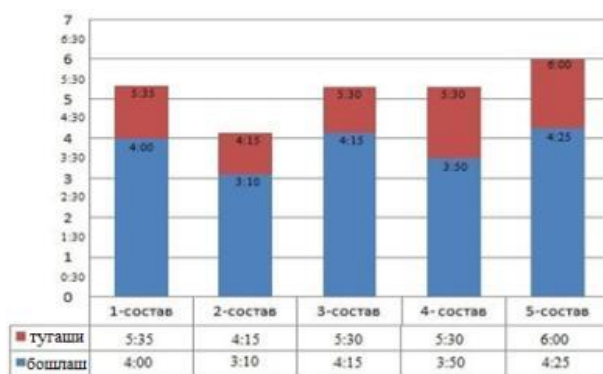
a (-----) эритманинг умумий ишқорийлиги, мэкв/л (оҳакни эритмадаги миқдори, ммоль СаОм/л); b (-----) оҳакнинг 40<sup>0</sup>Сда эрувчанлик изотермаси

Песчаникнинг цементдаги миқдори 10% бўлганда унинг тишлашиш муддатини бошланиши ҳам (50 минутга), тугаши ҳам (120 минутга) ПЦ-Д0 никига нисбатан тезлашди (2-жадвал, 5-расм).

**2-жадвал**

**Песчаникли ПЦ ни тишлашиш муддатлари**

№ т/р	Цементнинг шартли белгиланиши	Тишлашиш муддатлари, минут	
		бошлаш	тугаш
1	П -Д0	4:00	5:35
2	ПЦ-Д10 ПЧ	3:10	4:15
3	ПЦ-Д15 ПЧ	4:15	5:30
4	ПЦ-Д20 ПЧ	4:20	5:30
5	ПЦ-Д25 ПЧ	4:05	6:00



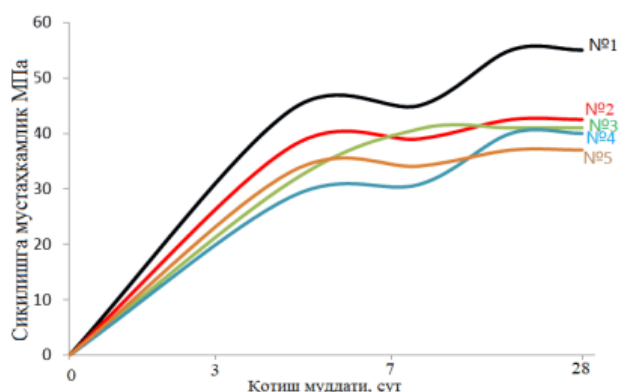
**5-расм. ПЦ ни тишлашиш муддатларини песчаникни миқдори бўйича ўзгариши**

Песчаник қўшилган ПЦларни кирраларининг ўлчами 2 см, таркиби 1:0 кубча-намуналарда синалган мустаҳкамлик кўрсаткичлари қўшимча миқдорига пропорционал ҳолда пасайиши аниқланди, ва (10-20)% қўшимчали ПЦларда пасайиш 28 суткада 55,0 МПа дан 40,0 МПа гача ташкил этди (3-жадвал, 6-расм).

Цементларнинг мустаҳкамлигини кичик намуналарда аниқлаш, натижаларни нисбий баҳолашгагина имкон беради, шу туфайли, песчаникли ПЦни оптимал таркибининг мустаҳкамлиги ГОСТ 310-81 талабига мувофиқ аниқланди. Бунда унинг марка мустаҳкамлиги 42,6 МПа га тенг бўлиб, ГОСТ 10178 ПЦ400-Д20 маркали цементга қўйган талабига мувофиқ келади (3-жадвал).

## Песчаник қўшилган цементларнинг физик-механик кўрсаткичлари

№ т/р	Компонентларни нисбати, масс. %		Ўлчами 2х2х2 см кубча-намуналарнинг сиқилишга бўлган мустаҳкамлик кўрсаткичлари, МПа		
	клинкер	песчаник	3 сутка	7 сутка	28 сутка
1	100	-	44,1	45,0	55,0
2	90	10	37,5	39,0	41,2
3	85	15	31,2	40,8	41,0
4	80	20	28,5	30,8	40,0
5	75	25	33,0	34,1	37,0
Песчаникли ПЦни стандарт 4х4х16 см ўлчамдаги намуналарини эгилиш/сиқилишга мустаҳкамлик кўрсаткичлари, МПа					
			3 сутка	7 сутка	28 сутка
1	Клинкер 100%	-	-	-	7,2/48,6
2	Клинкер 80%	20%	4,9 /25,2	5,8 /40,5	6,9/42,6



**6-расм. ПЦ мустаҳкамлигининг  
песчаник миқдорига боғлиқ  
ўзгариш кинетикаси: 1-ПЦ-Д0;  
2-ПЦ-Д10; 3-ПЦ-Д15; 4-ПЦ-Д20;  
5-ПЦ-Д25.**

Порфирит қўшилиши ПЦни тишлашишини тезлаштириб, тишлашиш бошланиши матрицага нисбатан (45-55) минут, тугаллаши (60-105) минут тезроқ бўлди (4-жадвал).

## Аралашмалар таркиби ва порфирит қўшимчасининг уларни майдаланишига таъсири

№ т/р	Цементнинг шартли белгиланиши	Компонентларнинг нисбати, масс. %		Туйиш вакти, минут	Майинлиги (№008 элакдаги қолдиқ бўйича), масс. %
		клинкер	порфирит		
1	ПЦ-Д0	100	-	40	9,5
2	ПЦ-Д10 ПО	90	10	40	10
3	ПЦ-Д15 ПО	85	15	40	11
4	ПЦ-Д20 ПО	80	20	40	11,5
5	ПЦ-Д25 ПО	75	25	40	11,5

Порфиритли цементларнинг қотиш жараёнини тадқиқ қилиш, қўшимча миқдори ортиши билан цемент тошининг мустаҳкамлиги бир текис пасайиб, 28 суткада 55,0 МПа дан 42,5 МПа гача камайишини кўрсатди (5-жадвал).

Порфиритнинг миқдори (10-20)% бўлганда мустаҳкамлик ПЦ-Д0га нисбатан (19,0-22,7)% га пасайди, 25% бўлганда эса пасайиш 38,0 МПа бўлиб, бу ПЦ-Д0 ни мустаҳкамлигини деярли учдан бир қисмини ташкил этади (7-расм). Таркибида 20% порфирит тутган ПЦ стандарт намуналар синалганда,



унинг гидравлик фаоллиги 7-суткада 35,8 МПа ташкил қилди ва бу 400 маркага мувофиқ келади, 28 суткада эса ушбу цементнинг гидравлик фаоллиги 42,5 МПа бўлиб, бу ГОСТ 10178ни ПЦ400-Д20 маркали цементга қўйган талабига анчагина мустаҳкамлик заҳираси билан мувофиқ келади.

Демак, «Каракалпак цемент» ҚК МЧЖни ПЦ-Д0 цементида 20% клинкерни кремнеземли қўшимчалар билан алмаштириб «суюлтириш», унинг дастлабки маркасини сақлаган ҳолда, таннархини пасайтириш ва ишлаб чиқариш ҳажмини оширишнинг самарали варианты ҳисобланади.

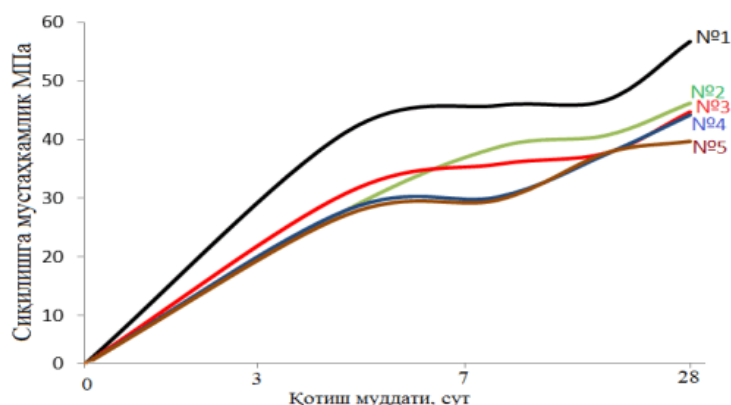
#### 5- жадвал

#### Порфирит қўшилган цементларнинг физик-механик кўрсаткичлари

№	Компонентларнинг нисбати, масс. %		Ўлчами 2х2х2 см кубча-намуналарни сиқилишга бўлган мустаҳкамлик кўрсаткичлари, МПа		
	клинкер	порфирит	3 сутка	7 сутка	28 сутка
1	100	-	44,1	45,0	55,0
2	90	10	37,0	39,0	44,5
3	85	15	34,1	36,0	43,0
4	80	20	28,5	35,8	42,5
5	75	25	28,0	36,0	38,0

Песчаникли ПЦни стандарт 4х4х16 см ўлчамдаги намуналарининг эгилиш/сиқилишга мустаҳкамлик кўрсаткичлари, МПа					
			3 сутка	7 сутка	28 сутка
1	Клинкер 100%	-	-	-	7,2/48,6
2	Клинкер 80%	20%	4,9/25,2	5,8/ 40,5	6,9/42,6



**7-расм. ПЦни мустаҳкамлик йиғиши кинетикасини порфирит қўшимчасини миқдорига боғлиқлиги:**  
1-ПЦ-Д0; 2-ПЦ-Д10; 3-ПЦ-Д15; 4-ПЦ-Д20; 5-ПЦ-Д25.

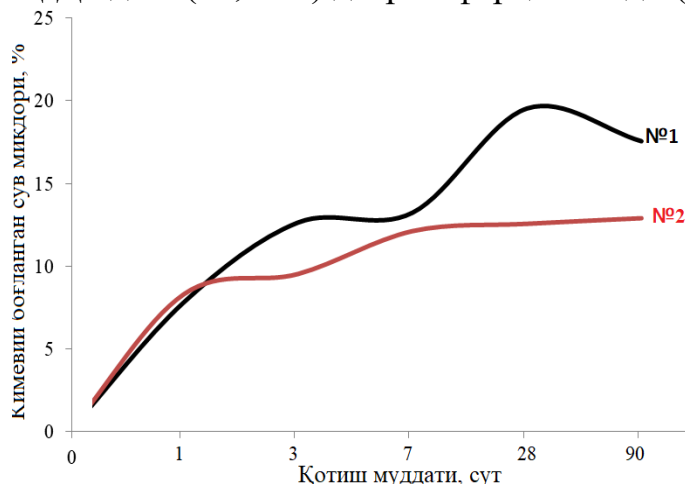
Песчаник ёки порфиритли ПЦ ни қотишида кристаллогидратларнинг генетик босқичлари ва уларнинг цемент композитини физик-механик хоссалари билан ўзаро боғлиқлигини аниқлаш борасидаги комплекс тадқиқотлар натижалари келтирилган. Таркиби 20% песчаникли ПЦни гидратланиш тезлиги ПЦ-Д0 никидан юқори: 1 суткадан кейин гидратли маҳсулотларга 1,51% кўпроқ сув боғланади, бу, эҳтимол, песчаникни таркибидаги тупроқли қисми сувни тез шимиши билан боғлиқ (8-расм).

Кейинги барча муддатларда то 90 суткагача, сувнинг боғланиш суръати аста-секин пасая бориб, 28 суткада кимёвий боғланган сув миқдори ПЦ-Д0 намуналариникидан 6,97% га, 90 суткада эса - 4,65% га кам, бу эса клинкер минералларининг гидратланиш жараёни секинлашганини кўрсатади. Песчаникли цементни 1 сутка қотган намуналарида суръати анчагина жадал аксланиш чизиқлари ( $d/n=0,260; 0,491; 0,192; 0,179; 0,162; 0,148 \dots \text{nm}$ ) пайдо



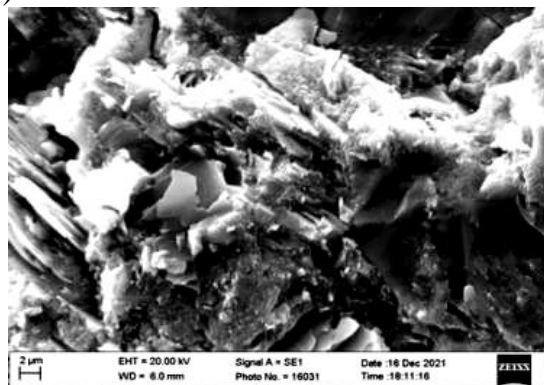
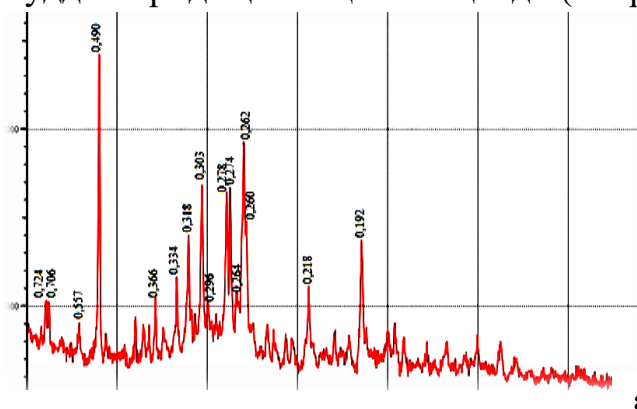
бўлганлиги,  $C_3S$  ни  $Ca(OH)_2$  ажратиб чиқариб гидролизланиши ва гидратланишидан далолат беради, унинг маълум қисми ҳаводан карбонат ангидрит газини ютиши ҳисобига  $CaCO_3$  га айланади ( $d/n=0,303; 0,244; 0,208; 0,186; 0,162; 0,154; 0,138$  nm).

Песчаник кўшилган ПЦнинг гидратланиш, фаза ва структура ташкил қилиш жараёнларидаги кимёвий боғланган сувнинг миқдори 1 суткалик қотишдан сўнг ПЦ-Д0 никига нисбатан 0,49% юқори, 3-7 суткада эса улар орасидаги фарқ жуда кам (тегишлича 3.2 ва 1,11%). Кейинги муддатлардан, то 3 ойгача, уни миқдори бир текис ошиб бориб, 28 суткада 12,57% ни ташкил этиб, ПЦ-Д0 дан (19,54%) деярли фарқланмади (8-расм).



**8-расм.** ПЦ намуналари қотаётганда кимёвий боғланган сув миқдорининг песчаникни миқдorigа кўра ўзгариши: №1 (—) ПЦ-Д0; №2 (—) ПЦ-Д20-ПЧ

Гидроалюминатларнинг структурасига  $CO_3^{2-}$  ни қисман жойлашиши ҳисобига паст карбонатли гидроалюминатлар  $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCO_3 \cdot 12H_2O$  ( $d/n=0,757; 0,284; 0,166$  nm), ҳамда кам миқдорда моносулфата ( $d/n=0,406; 0,399; 0,240.....$ ) nm ҳосил бўлган. Қотишнинг 3-суткасида силикат минералларининг ( $d/n=0,319; 0,277; 0,274; 0,262.....$ ) nm чизиқларини суръати бирмунча пасайганлиги,  $Ca(OH)_2$  ники эса ўсганлиги песчаникли цементнинг гидроатланиш жараёни тезлашганлигини билдиради. Гидратланиш тезлиги ва гидратли минераллар ҳосил бўлиш тенденцияси қотишнинг кейинги 28 кунлик муддатларида ҳам сақланиб қолди (9 а-расм).

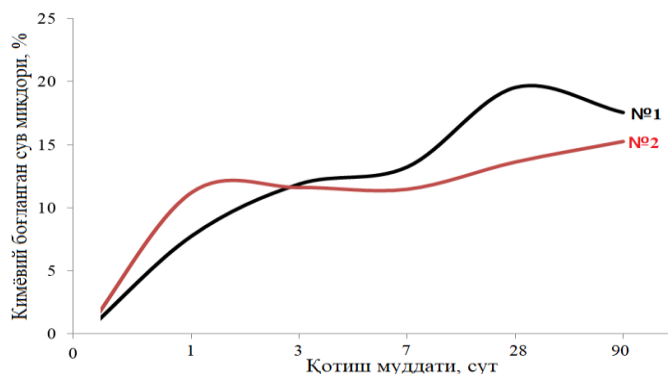


**9-расм.** Таркиби 20% песчаникли ПЦни 28 сутка гидратлангандаги дифрактограммаси ва сувда қотган тошининг синик юзасини рельефи.

Электрон микроскопда ўтказилган тадқиқотлар, қотаётган цемент тошининг 28 суткалик синик тоши юзасининг рельефи, структурани нисбатан

кам ғоваклилиги, ғовакларнинг кальций карбонати зич тахланган тахтасимон кўринишдаги ўсимталари ва гидросиликатларнинг призма шаклидаги кристаллари билан тўлдирилиш даражаси юқорилиги билан ажралиб туради (9 б-расм).

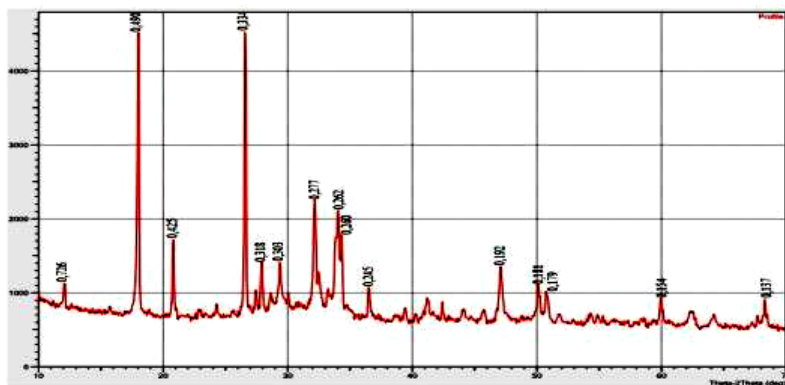
Порфирит кўшилган ПЦни гидратланиш, фаза- ва структура ташкил қилиш жараёнлари худди шунга ўхшаш кечади. Кимёвий боғланган сувнинг миқдори 1 суткалик қотишдан сўнг ПЦ-Д0 никига нисбатан 3,49% юқори, 3-7 суткада эса улар орасидаги фарқ жуда кам (тегишлича 0,28 и 1,77%). Кейинги муддатларда, то 3 ойгача, уни миқдори бир текис ошиб бориб, 28 суткада 18,63%ни ташкил этиб, ПЦ-Д0 дан (19,54%) деярли фарқланмади (10-расм).



**10-расм. Намуналардаги кимёвий боғланган сувни порфирит миқдorigа боғлиқ ўзгариши:**  
№1 (—) ПЦ-Д0; №2 (—) ПЦ-Д20

Рентгенфазавий таҳлил натижаларига кўра, 7-чи ва 28-чи суткада, «туйилган клинкер-порфирит-сув» тизимида гидратли маҳсулотларни энг кўпи портландит и кальций карбонатидан иборат.

Кальций гидрокарбоалюминатларнинг таркиби 3 ойга келиб барқарорлашди, уларнинг дифрактограммадаги юқори суръатдаги чизиқлари фонида, кальций гидросульфoалюминатлари ва гидроалюминатларининг чизиқлари аниқ кўринмади (11-расм).

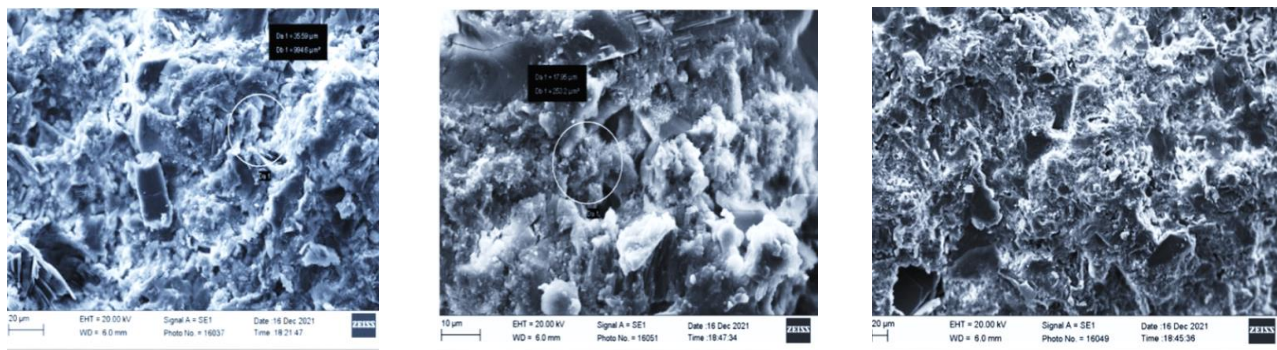


**11-расм. Таркиби 20% порфиритли ПЦни 3 ой сувда қотган тошининг дифрактограммаси**

Порфирит кўшилган цемент тошини 28 суткадаги рельефи, турли шаклдаги кристалл агрегатлар, порфиритли ПЦ нинг «пастдан-тепага» тамойили бўйича ҳосил бўлган ва тоберморитни ўсиб, синиқ юзага перпендикуляр жойлашаётган калта призмасион кристалларидан иборат майда заррачали тузилишга эга (12 -расм).

Цементни қотиш жараёнида,  $Al^{3+}$  ионлари тоберморитнинг структурасига кириб, унинг Al-гидросиликатли аналоглари - «филлипсит» минерали ҳосил

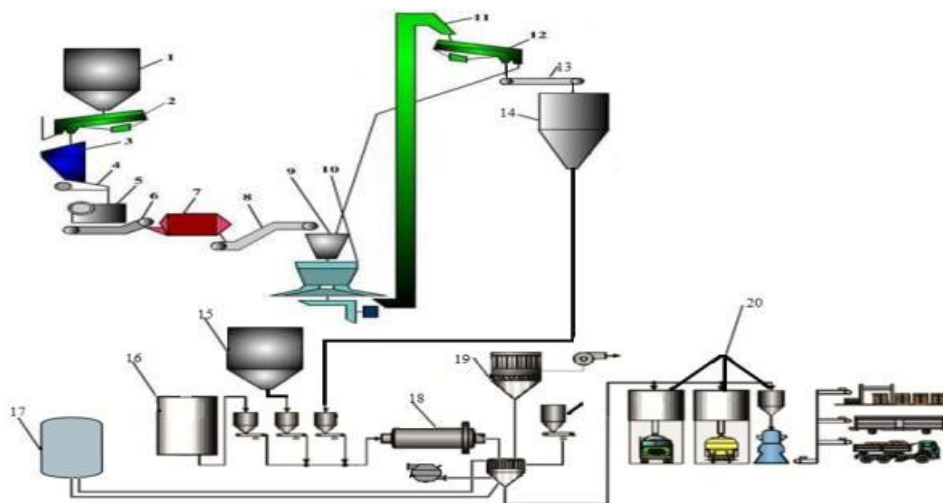
қилиши, у портландит, кальций карбонат ва гидроалюминатлар билан чатишиб, зич жойлашиб, цемент тоши структурасини мустаҳкамлашда қатнашади деган фикрлар ҳам мавжуд.



**12-расм. Порфирит қўшимчали ПЦ тошини 28 сутка ва 3 ой сувда қотган синик юзасининг тузилиши**

Цемент таркибидаги клинкернинг улуши 20% га камайганлигига қарамай, унинг гидравлик фаоллиги 400 маркага мувофиқ келиши таъминланади.

Диссертациянинг «**Янги турдаги ноорганик қўшимчали цементлар қотаётганда гидратланиш ва композит структураси шаклланиш жараёнларини тадқиқ этиш**» мавзусидаги тўртинчи бобида песчаник ёки порфиритдан фойдаланиб ПЦ ишлаб чиқаришда «Қаракалпак цемент» ҚК МЧЖда амалдаги технологик тизимга бироз қўшимча киритилади, яъни қўшимчаларни бўлаклаш учун майдалагич ва қўшимчаларни қабул қилувчи дозаторли бункер ўрнатилади (13-расм). «Қаракалпак цемент» ҚК МЧЖ ПЦ клинкери ва порфирит қўшимчаси асосида цемент ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси ҳам песчаник асосида цемент ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси билан бир хил бўлади.



**13-расм. «Қаракалпак цемент» ҚК МЧЖ ПЦ клинкери ва песчаник асосида цемент ишлаб чиқаришни технологик схемаси**

Агарда, песчаник ёки порфирит корхонага бўлакланган ҳолда етказиб берилса, унда қўшимчаларни бўлаклаб тегирмонни хампасига узатиш линияси таклиф этилаётган схемадан олиб ташланади, агарда клинкерда  $SO_3$  миқдори 1,5% кам бўлса, у ҳолда  $SO_3$  нинг цементдаги миқдори ГОСТ 10178га мувофиқ,

3,5%дан ошмаслигини ҳисобга олган ҳолда туйиладиган аралашмага қўшимча равишда гипс тоши қўшилади.

Таркиби юқори кремнеземли ноорганик қўшимчали ПЦнинг бир тоннасини олиш учун компонентларнинг сарфий меъёрлари ҳисобланган. Песчаник ва порфиритни цементга фаол минерал қўшимча сифатида қўллашнинг технологик ва иқтисодий самарадорлиги асосланган. Песчаник ва порфирит қўшилган ПЦ400-Д20 маркали цементни тажриба-саноат синовлари натижалари ва ишлаб чиқариш технологиясини «Қарақалпақ цемент» ҚК МЧЖ да ўзлаштирилганлиги ҳақидаги маълумотлар баён этилган.

## ХУЛОСА

1. Илк бор «Қарақалпақ цемент» ҚК МЧЖ ПЦ клинкери, Хўжакўл кони песчаниги ва Қаратау кони порфиритлари комплекс таҳлил қилиниб, улар асосида композицион ноорганик боғловчилар олиш имконияти исботланган;
2. «Клинкер - порфирит» ва «клинкер - песчаник» системаси комплекс таҳлил қилинган. Хўжакўл кони песчаниги ва Қаратау кони порфиритининг кимёвий-минералогик таркиблари ўрганилган бўлиб, Стюдент мезони бўйича гидравлик фаоллиги песчаникда ( $t=9,15$ ) ва порфиритда ( $t=24,47$ ) О'з DSt 901-98 бўйича белгиланган чегаравий ( $t>2,07$ ) қийматлардан юқорилиги исботланган. Эркин оҳакни ютиш бўйича пуццолан қобилиятлари аниқланган. Олинган натижалар асосида уларни цементга фаол минерал қўшимчалар сифатида қўллаб, механик мустаҳкамлик кўрсаткичлари юқори бўлган боғловчилар олиниши илмий асослаган.
3. Цементларда  $C_3A$ ни улуши камайиши ва гидроалюминатлар кам миқдорда ҳосил бўлиши ҳисобига, алюминий ионлари кальций гидросиликатларини структурасида жойлашиб, цемент композитини ПЦ400-Д0 даражасида зичланиши ва мустаҳкамланишида алоҳида ўрин тутадиган тоберморитнинг  $A_1$ -ли аналоглари – филлипсит ҳосил бўлиши эҳтимоли кўрсатилган;
4. Минерал қўшимчаларни цемент ишлаб чиқаришдаги туйиш жараёнида механик фаоллаштирилиши ҳисобига уларнинг минералогик таркиблари ва структурасини аморфлашган наноструктурали кўринишга ўзгариши аниқланган;
5. Клинкер, порфирит ва песчаникни биргаликда туйиш ҳисобига композицион боғловчи материаллар олиш технологияси ишлаб чиқилган, олинган намуналарнинг физик-механик хоссалари тўлиқ ўрганилган, ГОСТ 31108-2020да белгиланган талабларига мувофиқлиги аниқланган ва ушбу технология «Қарақалпақ цемент» ҚК МЧЖ да ишлаб чиқаришга жорий этилган;
6. Қимматбаҳо ПЦ клинкер таркибига 20% гача кремнеземи юқори маҳаллий қўшимчалар-песчаник ва порфиритлар киритиш ҳисобига, композицион боғловчи материалларнинг таннархини 490 000 сўм/т. дан 394 800 сўм/т гача пасайишига ва юқори иқтисодий самара олишга эришилган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.11.2021.Т.55.06 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ УРГЕНЧСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**УРГЕНЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ХАДЖИЕВ АЗАМАТ ШАМУРАТОВИЧ**

**ТЕХНОЛОГИЯ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ  
МАТЕРИАЛОВ С НОВЫМИ ВИДАМИ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ  
НЕОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ ПРИАРАЛЬЯ**

**02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ургенч – 2023**



**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2022.3.PhD/T3023**

Диссертация работа выполнена в Ургенчском Государственном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен в веб-странице научного совета в информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:** **Атабаев Фаррух Бахтиярович**  
доктор технических наук, старший научный сотрудник

**Официальные оппоненты:** **Алимов Умарбек Кадырбергенович**  
доктор технических наук, старший научный сотрудник

**Искандеров Ахмед Максетбаевич**  
доктор технических наук, доцент

**Ведущая организация:** **Навонийский государственный горно-технологический университет**

Защита диссертации состоится «12» мая 2023 году в «10<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета PhD.03/30.11.2021.T.55.06 по присуждению научных степеней при Ургенчском государственном университете по адресу: 220100, г. Ургенч, ул. Х.Алимджана, 14.

Тел.: (99862) 224-67-00; факс: (99862) 224-66-16; [www.urdu.uz](http://www.urdu.uz), e-mail: [info@urdu.uz](mailto:info@urdu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ургенчского государственного университета (зарегистрирован за № ).220100, г. Ургенч, ул. Х.Алимджана, 14. Тел.: (99862) 224-67-00; факс: (99862) 224-66-16

Автореферат диссертации разослан «28» апрель 2023 г.

(реестр протокола рассылки №3 от «28» апрель 2023 г.



**Жуманиязов М.Ж.**

Председатель Научного совета  
по присуждению ученой степени д.т.н., профессор

**Аитова Ш.К.**

Ученый секретарь Научного совета  
по присуждению ученой степени, к.т.н., доцент

**Курамбасв Ш.Р.**

Председатель Научного семинара при Научном совете  
по присуждению ученой степени, д.т.н., доцент

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Сегодня производство строительных материалов в развитых странах мира стремительно развивается. Мировой объем производства цемента в 2020 году составил 4,2 млрд. тонн, а к 2030 году темпы его роста составят 1,8%, а объем ожидается на уровне 5,0 млрд тонн. Производство цемента в таком объеме требует использования качественного сырья и ресурсосберегающих технологий. При этом с каждым днем все более актуальным становится вопрос использования в производстве цемента специальных активных добавок и увеличения выхода продукта и улучшения его эксплуатационных свойств. В этом случае, используя минеральное сырье и техногенные ресурсы, особенно важно получение модифицированных экспортозамещающих минеральных вяжущих с использованием дефицитных и ненативных активных минеральных добавок. Наряду с использованием нетрадиционного сырья в производстве минеральных вяжущих в научно-исследовательских центрах мира возрастает вес научных исследований, направленных на использование различных техногенных отходов и добавок с высокой активностью. Это, в свою очередь, показывает эффективность научных исследований, направленных на обеспечение строительной отрасли недорогим, качественным продуктом наряду с увеличением объемов продукции. Исходя из этого, особое внимание уделяется проведению и внедрению исследований, направленных на увеличение размерных и эксплуатационных свойств изделия за счет введения в минеральное вяжущее добавок с высокой активностью.

Исходя из наличия сырья, энергии и энергетических ресурсов для производства минеральных вяжущих в нашей республике достигаются определенные научные и практические результаты в получении качественных вяжущих. В разделе указа Президента «Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»<sup>1</sup>, названной «Развитие национальной экономики, обеспечение ее роста на уровне современных требований» «Производство новых видов материалов и технологий с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местного сырья, обеспечение конкурентоспособности отечественных товаров на внутреннем и внешнем рынках» отмечены важные задачи. В связи с этим актуально проведение исследований по разработке вяжущих материалов из местного сырья и промышленных отходов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению указанных задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-2731 от 18 января 2017 года «Государственная программа развития региона Приаралья на 2017-2021 годы», ПП-4335 от 25 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию

---

<sup>1</sup> [УП-60-сон 28.01.2022. О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы \(lex.uz\)](https://lex.uz)

промышленности строительных материалов», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий VII – «Химическая технология и нанотехнология».

**Степень изученности проблемы.** Исследования по разработке способов подавления щелоче-кремнеземных реакций в цементе с использованием минеральных добавок неорганического происхождения, способных взаимодействовать с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с образованием кальцево-силикатного гидрогеля проведены Ю.М. Баженовым, М.М. Сычевым, В.В. Тимашевым, Т.В. Кузнецовой, М.Я. Бикбау, М.И. Кузьменковым, Т.С. Куницкой, А.К. Сатыбалдиевым, С.В. Самченко, Е.Ю. Маловой, А.М. Маноха, S. Joseph, S.Bishnoi, Balen K.Van, X.-Y.Wang, Y.Luan, В. В. Бабковым, А.И. Габитовым, Р.Р. Сахибгареевым, И.С. Сагитовой, Р.С.Федюком, Е.М. Макаровым, J.A. Larbi, J.M. Bijen, L.R. Roberts, W.R. Grace, Я.Г. Назировым, Е.Г. Матвеевой, С.С. Каприеловым, М.Е. Воронковым и многими другими учеными и исследователями.

В повышении долговечности, в частности, сульфатостойкого портландцемента путем замены части высокоалитового клинкера алюмосиликатными добавками, весомый вклад внесли также ученые нашей страны: И.С. Канцпольский, М.Г. Гулямов, Т.А. Атакузиев, М.И. Искандарова, З.П. Пулатов, Ф.Б. Атабаев, А.М. Искендеров, Г.Б. Бегжанова, З.А. Мухамедбаева, Х. Л. Усманов, Д.К. Адылов, Д.Д. Мухиддинов, Б.Б. Батыров, А.Г. Нимчик и др.

В результате были разработаны портландцементы различного состава с высокой стойкостью к воздействию агрессивных сульфатных сред и внедрены технологии их производства; для производства многокомпонентных цементов как алюмосиликатных (глож, туффиты, метакаолины, золоотходы, вулканыты, керамический черепок и др.), так и задействованы активные минеральные добавки с высоким содержанием кремнезема (микрокремнезем очень мелкий, кварц-полевошпатовые пески, барханные пески, отходы обогащения флюоритовых и вольфрамовых руд, перерабатываемые породы металлургического производства и др); задействованы активные минеральные добавки; достигнуто целенаправленное управление структурообразованием в цементном камне и оптимизация его свойств; разработаны композиционные портландцементы, содержащие две и более активных минеральных добавок; определены особенности физико-химических процессов гидратации и формирования цементного композита с улучшенными эксплуатационными свойствами и др.

При этом, учитывая территориальную близость месторождений кремнеземистых добавок месторождения к предприятиям по производству цемента, разработка технологии получения ПЦ с низким содержанием клинкера путем легирования портландцемента дешевыми и удобными новыми видами в



процессе гидратации; исследование влияния новых видов местных неорганических добавок на физико-механические свойства и долговечность цементного камня; обоснование технологической и экономической эффективности производства новых типов ПЦ, легированных кремнеземом и другие нерешенные проблемы.

Решение этих проблем особенно актуально для Республики Каракалпакстан, которая имеет высокий уровень минеральных глин, подпочвенные и просачивающие воды, для удовлетворения потребностей бурно развивающейся строительной отрасли необходимо расширить ассортимент цемента и улучшить его эксплуатационные свойства за счет использования локально удобных добавок с кремнеземом в качестве добавки, требует комплексных исследований для определения их пригодности в качестве минеральной добавки.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного заведения, в котором она была выполнена.**

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ургенчского Государственного Университета и Института общей и неорганической химии АН РУз в рамках темы: «Разработка научно-прикладных основ и внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий получения современных строительных материалов с комплексным использованием местных природных и вторичных сырьевых ресурсов».

**Цель исследования:** Разработка технологии и свойств новых видов добавочных композиционных вяжущих материалов на основе неорганического сырья Приаралья.

**Задачи исследования:**

исследование химического, минералогического, гранулометрического состава и физико-химических свойств клинкера ПЦ СП ООО «Каракалпак цемент», песчаника Ходжакульского месторождения и порфиритов месторождения Каратау, на основании полученных результатов оценка их пригодности для получения неорганических композиционных вяжущих;

разработка физико-механических основ механоактивации минеральных добавок и технологии переработки,

проведение исследования гидравлической и пуццолановой активности механоактивированных добавок в производстве композиционных вяжущих материалов и их влияние на физико-механические свойства;

разработка технологии производства композиционных вяжущих материалов и промышленные испытания, расчет материального баланса и технико-экономических показателей.

**Объектом исследования являются** клинкер ПЦ СП ООО «Каракалпак цемент», песчаник Ходжакульского месторождения, порфирит Каратауского месторождения, наполнители и композиционные минеральные вяжущие на их основе.

**Предметами исследований являются** переработка клинкера ПЦ СП ООО «Каракалпак цемент», песчаника Ходжакульского месторождения, порфиритов

месторождения Каратау, способы получения композиционных вяжущих, физико-химических основ и технологии процесса производства

**Методы исследования.** Комплекс свойств новых видов неорганических добавок, физико-механические свойства портландцементов с их использованием, процессы гидратации, маршрут эволюции новообразований и формирование структуры цементного композита, исследовались с применением современных методов химического (по ГОСТ 5382), физико-химического (рентгенофазовый, ДТА, ИКС, электронно – микроскопический) анализа и физико-механического (ГОСТ 310.1-310.4) испытания.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

впервые проведен комплексный анализ клинкера ПЦ СП ООО «Каракалпак цемент», песчаника Ходжакульского месторождения, порфиритов месторождения Каратау, на основании которого доказана возможность получения композиционного неорганического вяжущего;

за счет механической активации минеральных добавок установлено, что их гранулометрический, минералогический и структурный состав изменяются до наноструктурного аморфного вида;

на основе их комплексного анализа в системе «клинкер-порфирит» и «клинкер-песчаник» были изучены величина гидравлической активности по критерию Стьюдента и пуццолановая способность поглощать свободную известь, и на основании этого были изготовлены образцы и предоставлен показатель механической прочности;

за счет введения предлагаемых добавок, при сохранении марки традиционного портландцемента в пределах требований государственных стандартов, достигнута возможность увеличения выхода продукта до 20 %;

в связи со снижением доли  $C_3A$  в цементах и образованием в небольших количествах гидроалюминатов, выявлена возможность вхождения ионов алюминия в структуру гидросиликата кальция с образования филлипсита - аналога тоберморита  $Al$ , занимающего ведущее место в уплотнении и упрочнении цементного композита до уровня ПЦ400-Д0;

разработана технология композиционных вяжущих материалов, полученных путем совместного помола цементного клинкера, порфирита и песчаника и полностью изучены свойства полученных образцов.

**Практические результаты исследования** состоят в следующем:

За счёт использования клинкера ПЦ СП ООО «Каракалпак цемент», песчаника Ходжакульского месторождения, порфиритов месторождения Каратау создана технология получения гидравлически и пуццолано активного композиционного вяжущего с повышенной стойкостью к механическим воздействиям;

За счет применения механоактивированных высококремнистых добавок возможно снижение себестоимости продукта за счет применения энерго- и ресурсосберегающих технологий;

**Достоверность результатов исследования.** Использование в диссертационной работе современных физико-химических методов -

(рентгенофазового, ДТА, ИКС, оптического и электронно-микроскопического) анализов подтверждается соответствием полученных результатов действующим нормативным требованиям и их внедрением в практику.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследований заключается в определении химико-минералогического состава и технологических свойств песчаника и порфирита, позволяющие рекомендовать их в качестве добавки для цемента, установлении связи физико-механических свойств цементного камня с особенностями процессов гидратации, фазо- и структурообразования при твердении портландцементов, содержащих до 20% новых видов добавок с высоким содержанием кремнезема, обеспечивающих формирование плотной и структуры и высокие физико-механические свойства цементного камня.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке ПЦ, в которых до 20% высокотемпературного клинкера заменена новыми видами добавок с высоким содержанием кремнезема, увеличении объема их производства, снижении себестоимости и улучшении эксплуатационных свойств.

**Внедрение результатов исследования.** На основании научных результатов, полученных при разработке технологии получения композиционных вяжущих материалов с неорганическими добавками нового типа:

Проведены опытно-промышленные работы по определению параметров композиционных вяжущих материалов, включающих порфиритов Каратауского месторождения и песчаника Ходжакульского месторождения (Испытано в НИЛ «Стром» ИОНХ УзАН и выдан акт № 1 15.02.2022 г.). В результате подтверждено соответствие образцов требованиям ГОСТ 31108-19;

Технология производства новых видов вяжущих материалов состава «клинкер–порфирит» и «клинкер-песчаник» внедрена на СП ООО «Каракалпак цемент» в 05.06.2022 г. и включен в перечень перспективных работ к реализации на СП ООО «Титанцемент» 14.07.2022 г. (справка Ассоциации “Узсаноаткурилишматериаллари” от 11.04.2022 № 05/15-2748). В результате, использование местного сырья позволило получить композиционный вяжущий материал, полностью соответствующий требованиям ГОСТов.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 5 международных и 3 республиканских научно-технических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 12 научных работ. Из них 4 статей, в том числе 2 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации (PhD).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 112 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертации представлена информация об актуальности и востребованности темы, цели и задачи исследований, об объектах и предметах исследования, о соответствии исследований приоритетным направлениям науки и технологии республики, излагаются научная новизна и практические результаты, раскрываются научная и практическая значимость, приведены сведения о внедрении их в производстве цемента, по опубликованным работам, структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние и перспектива технологии производства портландцементов с кремнеземистыми добавками**» на основе обобщения и анализа информации научно-технической и патентной литературы по классификации и назначении активных минеральных добавок для цемента, по имеющимся составам и технологиям получения композиционных цементов с применением в качестве добавки природных и вторичных алюмосиликатных и кремнеземистых сырьевых ресурсов, выявлены их недостатки и достоинства.

Показано, что такие добавки, как активные золошлаковые смеси, диатомиты, трепелы, опоки, различные вулканические породы, содержащие активные кремний и алюминий, заменяют часть клинкера в цементе, и в результате быстрого поглощения извести способствуют улучшению физико-механических и строительно-технических свойств ПЦ и бетона на его основе.

В связи с тем, что цементные заводы Республики Каракалпакстан, такие как ИП ООО «Каракалпак цемент» и СП ООО «Титанцемент», остро нуждаются в местных минеральных добавках для цемента, и в республике имеются неограниченные запасы кремнеземистых сырьевых ресурсов, типа песчаник и туфы, вулканические породы, возникла необходимость детального изучения их технологических свойств, оптимизации составов и технологических параметров процесса производства ПЦ с их применением.

Во второй главе диссертации «**Характеристика исходных материалов и методика исследований**» приведены результаты определения химико-минералогических составов и физико-химических свойств ПЦ клинкера ИП ООО «Каракалпак цемент», песчаника Ходжакульского месторождения, порфирита участка «Каратау-1» месторождения Каратау.

**Таблица 1**

**Химический состав исходных материалов**

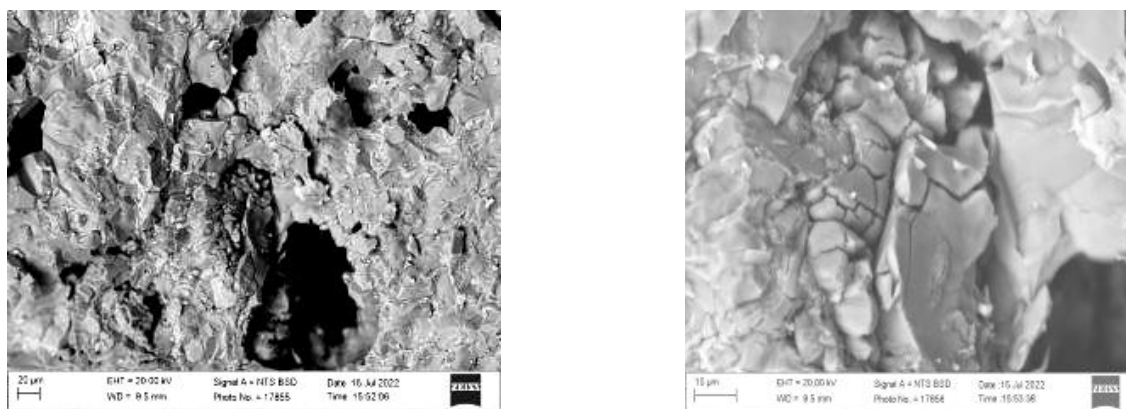
Наименован. материала	Содержание оксидов, масс. %								
	П.п.п	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Пр.	Σ
ПЦ клинкер	0,31	18,03	6,22	3,94	58,93	1,98	5,55	5,04	100,0
	Минералогический состав клинкера, масс. %								
	C <sub>3</sub> S-55,04; C <sub>2</sub> S-17,81; C <sub>3</sub> A-5,15; C <sub>4</sub> AF-15,47; CS-1,65								
Песчаник	2,54	76,72	8,20	4,78	0,83	1,40	0,24	5,30	100,0
Порфирит	5,72	51,42	18,51	7,53	5,28	3,8	0,91	6,83	100,0
Гипсовый камень	20,30	2,80	0,49	сл.	30,98	сл.	42,80	2,63	100,0
	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O = 42,80x2,15 = 92,02%								

По химическому составу клинкер ИП ООО «Каракалпак цемент» соответствует требованиям, О'z DSt 2801 к ПЦ клинкеру, однако, он характеризуется наличием 5,5%  $\text{SO}_3$ , что отличает его от традиционного состава клинкеров других заводов Узбекистана (табл. 1).

Рентгенофазовый анализ идентифицирует в ПЦ клинкере интенсивные линии алита  $\text{C}_3\text{S}$  с ( $d/n = 0,302; 0,295; 0,276; 0,274; 0,260; 0,218; 0,175...$ ) nm; белита  $\text{C}_2\text{S}$  с ( $d/n = 0,276; 0,274; 0,260; 0,218; 0,198...$ ) nm; целита  $\text{C}_3\text{A}$  с  $d/n = (0,270; 0,218; 0,157; 0,138...$ ) nm и браунмиллерита  $\text{C}_4\text{AF}$  с ( $d/n = 0,716; 0,276; 0,263; 0,204; 0,192 ...$ ) nm, сульфосиликата кальция  $2(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{CaSO}_4)$  с  $d/n = (0,716; 0,348; 0,260; 0,256; 0,204; 0,181... \text{ nm})$  и сульфоалюмината кальция  $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$  ( $d/n = 0,372; 0,263; 0,243; 0,215; 0,162; 0,148; 0,138 ... \text{ nm}$ ). (рис.1). Его ИК-спектры обнаруживают расщепленные на несколько частей широкие полосы поглощения в диапазоне волновых чисел  $400\text{-}1150 \text{ cm}^{-1}$  с максимумами при  $(482,20; 522,71; 511,43; 677,01; 769,60; 875,68 \text{ и } 1124,50) \text{ cm}^{-1}$ , которые характеризуют наличие связей  $\text{Si-O-Si}$ . Отмечена также полоса поглощения при  $1124,50 \text{ cm}^{-1}$ , появление которой вызвано внедрением сульфатной группы в структурный каркас алюминатов и силикатов кальция.

По данным электронной микроскопии, поверхность скола клинкера ИП ООО «Каракалпак цемент» представляет собой плотно упакованных спекшихся зерен различной формы, среди которых просматриваются наличие зерен гексагональной, призматической, кубической основная масса состоит из бесформенных агрегатов овальной и призматической форм (рис. 1).

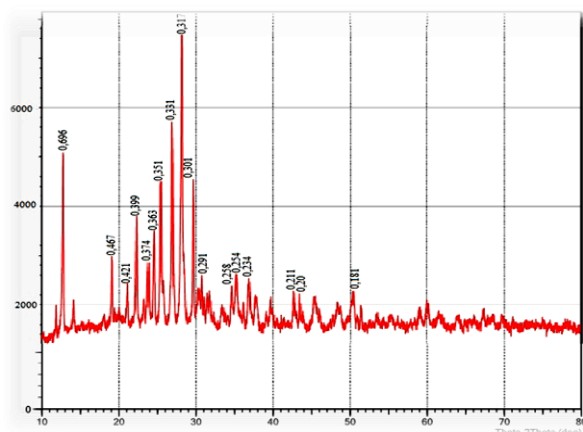
Месторождение песчаника «Ходжакульское» находится в Караузякском районе в 55 км к юго-востоку от г. Нукус. По внешнему виду песчаник представляет собой осадочную горную породу светло-серого, иногда и коричневатого-бурого цвета (рис. 2).



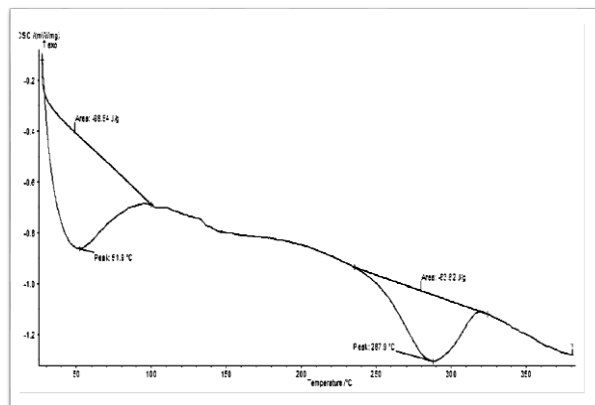
**Рисунок 1. Электронная микрофотография поверхности скола клинкера ИП ООО «Каракалпак цемент»**

На его дифрактограмме отмечены интенсивные линии кварца с ( $d/n = 0,421; 0,331; 0,244; 0,228; 0,212...$ ) , полевых шпатов ( $d/n = 0,628; 0,467; 0,443; 0,399; 0,363; 0,351; 0,319; 0,301; 0,288...; 0,181...$ ), кальцита ( $d/n = 0,301; 0,228; 0,208; 0,188 ...$ ), гидрослюдь ( $d/n = 0,363; 0,351; 0,331; 0,301; 0,291; 0,288; 0,258; 0,254$

...) нм и хлорита ( $d/n = 0,628; 0,467; 0,351; 0,291; 0,258; 0,244; 0,228; 0,208; 0,188; 0,177; 0,166$  ...)nm (рис. 2а).



а



б

**Рисунок 2. Дифрактограмма (а) и термические кривые ДСК (б) песчаника**

На термической кривой нагревания песчаника обнаружены два эндотермических эффекта, из которых термическая остановка с максимумом при  $T_{\max} = 51,9^{\circ}\text{C}$  соответствует удалению адсорбированной (поверхностной) воды (энтальпия процесса составляет  $-98,5$  Ж/г), а второй, с максимумом при  $T_{\max} = 287,9^{\circ}\text{C}$  - выходу кристаллизационной воды из кристаллической решетки минералов песчаника (рис.2б). Энтальпия процесса -  $63,62$  Ж/г.

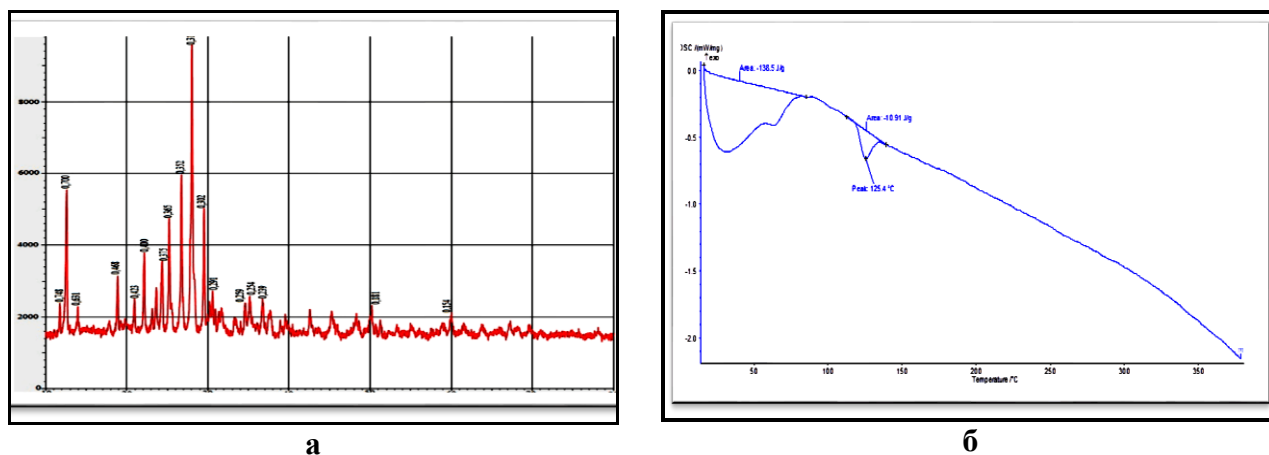
На ИК-спектрах поглощения пики в диапазоне волновых чисел ( $400-1100$ )  $\text{cm}^{-1}$  различной интенсивности с максимумами при ( $416,62; 439,77; 487,99; 534,28; 596,0; 648,006; 692,44; 777,31; 1000$ )  $\text{cm}^{-1}$  отображают координационные и деформационные колебания спектров Si–O–Si связи, в которой ионы Si частично замещены ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Al}^{3+}$ , что вызвано колебаниями спектров в структуре полевых шпатов за счет внедрения в их структуру аниона  $\text{SO}_2^{-4}$ . Об этом свидетельствует также некоторая размытость, небольшая раздвоенность максимума и сдвиг его при  $1000\text{ cm}^{-1}$  в сторону более высокого волнового числа ( $1028\text{ cm}^{-1}$ ).

Месторождения порфириров участка «Каратау-1» находится в 80 км от юга-востока пос. Запасы порфирита в составляют 63 миллион тонн. Кегейли в Караузьякском районе Каракалпакстана. Порфириты представлены плотными мелкозернистыми породами светло-серого, местами окрашенными в коричнево-бурый цвет, что является следствием наличия железистых включений.

В составе породы преобладает содержание оксидов кремния ( $51,42\%$ ), поэтому ее можно отнести к пироксеновой разновидности порфирита (табл. 1). Минеральный состав порфирита состоит из кварца ( $d/n = 0,424; 0,333; 0,244; 0,228; 0,212; 0,182$ ...) полевых шпатов с ( $d/n = 0,631; 0,495; 0,468; 0,400; 0,375; 0,365; 0,318; 0,291; 0,282; 0,182; 0,178$ ); кальцита ( $d/n = 0,303; 0,249; 0,228; 0,209;$

0,200; 0,188); гидрослюд ( $d/n = 0,495; 0,365; 0,352; 0,333; 0,303; 0,291; 0,282; 0,254$ ) и хлоритов ( $d/n = 0,700; 0,631; 0,495; 0,468; 0,385; 0,375; 0,365; 0,291; 0,259; 0,244; 0,228; 0,212; 0,188; 0,182; 0,178; 0,156$ ) нм (рис. 3а).

На температурной кривой нагревания порфирита в диапазоне (25-140)°С появляются два эндотермических эффекта: первый с максимумом при  $T_{\max}=60^{\circ}\text{C}$  указывает на удаление адсорбированной воды (энтальпия процесса составляет - 138.5 Ж/г), а второй при  $T_{\max}=125.4^{\circ}\text{C}$  – удалению воды из кристаллической решетки минералов. Энтальпия процесса -10.91 Ж/г (рис. 3б).



**Рисунок 3. Дифрактограмма (а), ДСК-кривые нагревания (б) и ИК-спектры поглощения порфирита участка «Каратау-1» месторождения Каратау**

ИК-спектры поглощения порфирита почти идентичны с таковыми песчаника: отмечены пики в диапазоне волновых чисел (400-1100)  $\text{cm}^{-1}$  с максимумами при (453,27; 470,42; 592,15; 648,08; 721,38; 758,02; 692,44; 777,31; 981,77)  $\text{cm}^{-1}$ . Разница заключается только в том, что максимумы пиков на его ИК-спектрах чуть сдвинуты в сторону больших волновых чисел.

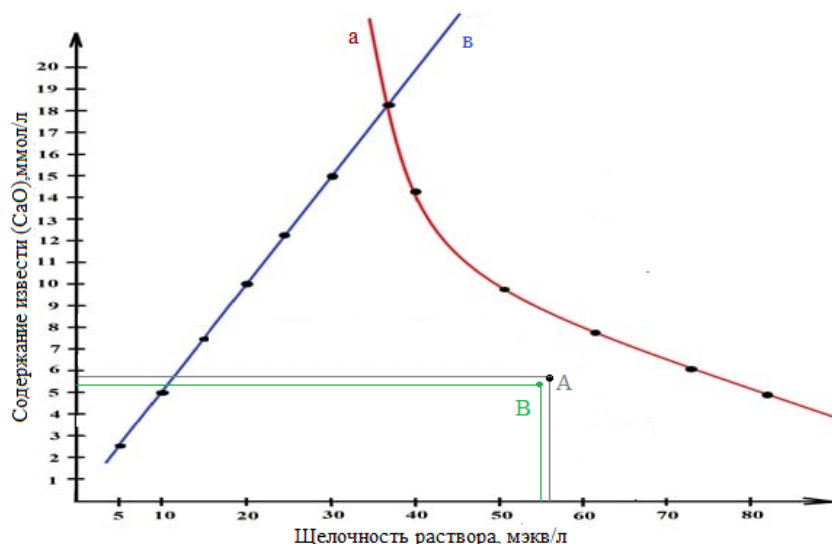
В этой главе диссертации описаны также методика проведения экспериментов, приборы и аппаратура, использованные при их выполнении.

В третьей главе диссертации **«Разработка технологии получения портландцементов с новыми видами неорганических добавок с высоким содержанием кремнезема»** освещены результаты исследования активности песчаника и порфирита и их влияние на физико-механические свойства ПЦ. Гидравлическая активность а по критерию Стьюдента составила  $t=9,15$ , а порфирита -  $t=24,47$ . Эти значения выше его значения  $t=2,07$  по O'z DSt 901-98, что является основанием использования песчаника и порфирита в качестве активной минеральной добавки к цементу.

Активность песчаника и порфирита по поглощению СаО близка друг к другу: количество СаО, поглощенного из насыщенного раствора извести в течение 30 сут составило: для песчаника - 30,03 мг/л, порфирита - 24,78 мг/л. Содержание СаО в жидкости, в которой находились образцы с порфиритом

составило 6,9%, ом– 6,84%, а общая щелочность раствора – 56 мекв/л, и 53,6 мекв/л соответственно (рис. 4), что хорошо согласуется с данными их гидравлической активности по значению критерия Стьюдента.

При помоле шихт с соотношением «клинкер+песчаник» (75-90)% и (10-25)% соответственно установлено, что их размолоспособность несколько ниже, чем у ПЦ-Д0: тонкость помола по остатку на сите № 008 составила соответственно (11,0-12,0)%, что на 1,5-2,5% больше, чем у ПЦ-Д0 (9,5%). Однако, такая дисперсность ПЦ не превышает регламентируемое значение по ГОСТ 10178 не более 15%.



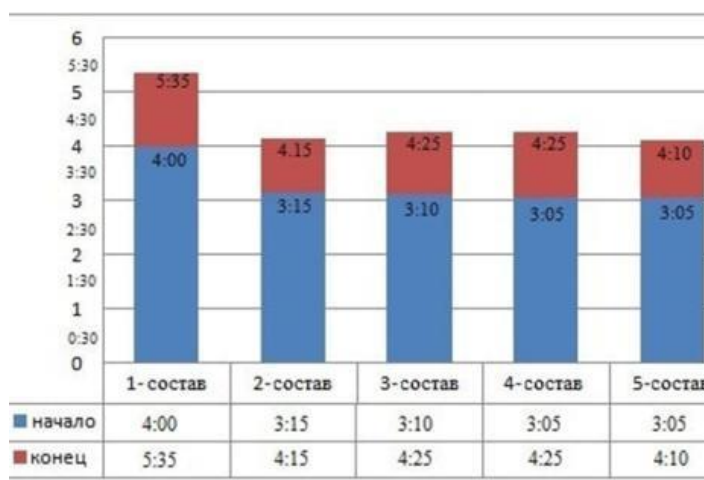
**Рисунок 4. Степень пуццолановой активности порфирита (А) и а (В):**

а (-----) общая щелочность раствора в мэкв/л – содержание извести в растворе ммоль СаО/л;  
в (-----) изотерма растворимости извести при 40<sup>0</sup>С.

Введение 10% песчаника сокращает время схватывания ПЦ, причем ускоряется как начало (на 50 минут), так и конец схватывания (на 120 минут) по сравнению с ПЦ-Д0 (табл.2, рис. 5).

**Таблица 2**  
**Сроки схватывания ПЦ с ом**

№ п/п	Условное обозначение цемента	Сроки схватывания, минут	
		начало	конец
1	ПЦ-Д0	4:00	5:35
2	ПЦ-Д10 ПЧ	3:10	4:15
3	ПЦ-Д15 ПЧ	4:15	5:30
4	ПЦ-Д20 ПЧ	4:20	5:30
5	ПЦ-Д25 ПЧ	4:25	6:00



**Рисунок 5. Изменение сроков схватывания ПЦ в зависимости от содержания а**



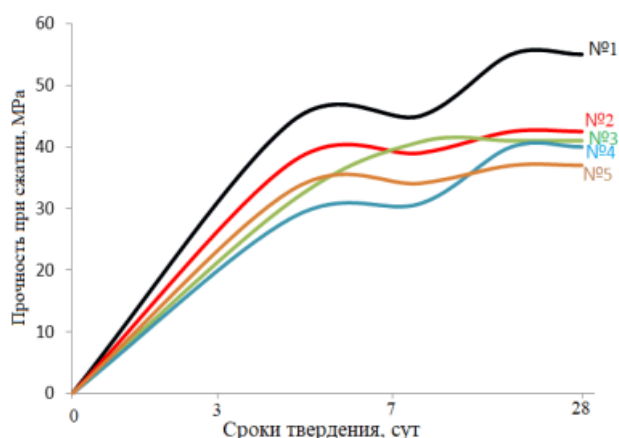
Установлено, что показатели прочности ПЦ с песчаником, определенные на образцах-кубиках с гранями 2 см состава 1:0, снижаются пропорционально количеству вводимой добавки, спад которых к 28 суткам при его содержании (10-20)% составляет от 55,0 МПа до 40,0 МПа (табл. 3 рис. 6).

Определение прочности цементов на малых образцах позволяет только косвенно оценить их прочность, поэтому для определения марки оптимального состава ПЦ с песчаником проводились испытания по методике ГОСТ 310-81 (табл. 3). При этом, их марочная прочность на сжатие составила 42,6 МПа, что удовлетворяет требованиям ГОСТ 10178 на цемент марки ПЦ400-Д20.

**Таблица 3**

**Физико-механические показатели цементов с добавкой а песчаника**

№ п/п	Соотношение компонентов, масс. %		Предел прочности при сжатии образцов-кубиков размером 2х2х2 см состава 1:0, через:		
	клинкер	песчаник	3 суток	7 суток	28 суткам
1	100	-	44,1	45,0	55,0
2	90	10	37,5	39,0	41,2
3	85	15	40,8	31,2	41,0
4	80	20	28,5	30,8	40,0
5	75	25	33,0	34,1	37,0
Прочность стандартных образцов 4х4х16 см ПЦ с омпри изгибе/сжатии, МПа:					
			3 суток	7 суток	28 суткам
1	Клинкер 100%	-	-	-	7,2/48,6
2	Клинкер 80%	20%	4,9 /25,2	5,8 /40,5	6,9/42,6



**Рисунок 6. Кинетика набора прочности ПЦ в зависимости от содержания добавки песчаника:**  
1-ПЦ-Д0; 2-ПЦ-Д10; 3-ПЦ-Д15; 4-ПЦ-Д20; 5-ПЦ-Д25.

Добавка порфирита ускоряет сроков схватывания ПЦ: начало их схватывания добавочных наступает раньше на (45-55) минут, а конец — на (60-105) минут, чем у матрицы (табл.4).

Исследование процесса твердения цементов с добавкой порфирита показало, что с увеличением его количества прочность камня плавно снижается: спад прочности цементов к 28 сут. составляет от 55,0 МПа до 42,5 МПа (табл. 5). ПЦ, содержащий 20% порфирита на стандартных образцах, уже к 7-сут набирает активность 35,8 МПа, что соответствует марке 400, а гидравлическая активность в 28 сут (42,6 МПа), характеризующая его марку, соответствует ПЦ400-Д20 по ГОСТ 10178 с достаточным запасом прочности.

**Таблица 4**

**Состав шихт и влияние добавки порфирита на их размолоспособность**

№ п/п	Условное обозначение цементов	Соотношение компонентов, масс. %		Время помола, минут	Тонкость помола (ост. на сите № 008), масс. %	Сроки схватывания, минут	
		клинкер	порфирита			начало	конец
1	ПЦ-Д0	100	-	40	9,5	4-00	5-35
2	ПЦ-Д10 ПО	90	10	40	10	3-15	4-15
3	ПЦ-Д15 ПО	85	15	40	11	3-10	4-25
4	ПЦ-Д20 ПО	80	20	40	11,5	3-05	4-25
5	ПЦ-Д25 ПО	75	25	40	11,5	3-05	4-10

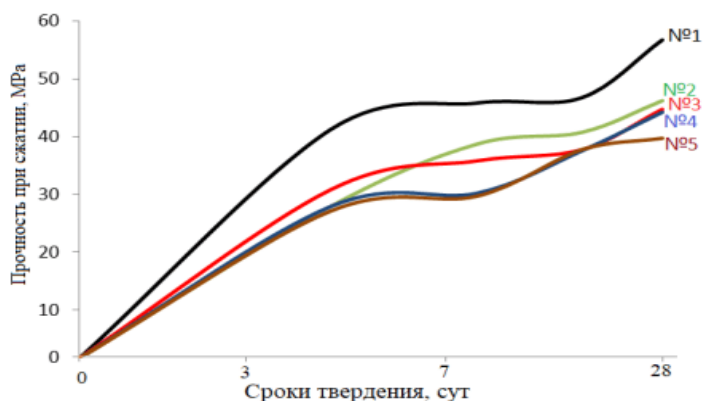
При дозе (10-20)% порфирита прочность ПЦ-Д0 снижается на (19,0-22,7)%, а при 25% - 38,0 МПа, что почти на одну треть ниже прочности ПЦ-Д0 (рис. 7).

Следовательно, «разбавление» цемента ПЦ-Д0 ИП ООО «Каракалпак цемент» путем замены 20% клинкера кремнеземсодержащими добавками, является выгодным вариантом снижения себестоимости и увеличения объема производства при сохранении исходной его марки.

**Таблица 5**

**Физико-механические показатели цементов с добавкой порфирита**

№ п/п	Соотношение компонентов, масс. %		В/Ц	Предел прочности при сжатии, МПа, через (сутки):				
	клинкер	порфирит		1	3	7	28	
				образцы-кубики 2х2х2 см состава 1:0				
1	100	-	2,40	39,5	44,1	45,0	55,0	
2	90	10	2,40	26,2	37,0	39,0	44,5	
3	85	15	2,40	29,1	34,1	36,0	43,0	
4	80	20	2,40	26,2	28,5	35,8	42,5	
5	75	25	2,40	25,4	28,0	36,0	38,0	
№ п/п	Показатели прочности образцов 4х4х16 см состава 1:3							
	Содержание клинкера и порфирита, масс. %		В/Ц	Сроки схватывания, минут		Предел прочности при при изг./сж., МПа, через:		
				начало	конец	3 суток	7суток	28 суток
1	Клинкер	80	0,42	4-00	5-35			
2	порфирит	20	0,42	3-50	5-30	4,9/25,2	5,8/ 40,5	6,9/42,6

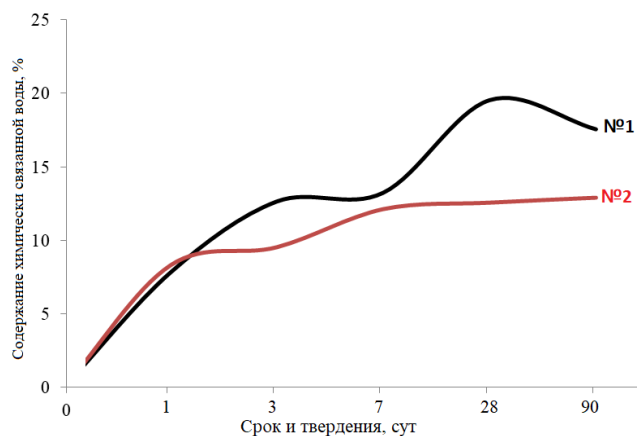


**Рисунок 7. Кинетика набора прочности портландцемента в зависимости от дозы добавки порфирита:**  
1-ПЦ-Д0; 2-ПЦ-Д10; 3-ПЦ-Д15; 4-ПЦ-Д20; 5-ПЦ-Д25

Представлены результаты комплексных исследований по установлению генетической формации кристаллогидратов при твердении ПЦ с песчаником или порфиритом и их взаимосвязь с физико-механическими свойствами цементного композита. По скорости гидратации ПЦ с 20% песчаника, превосходит ПЦ-Д0: через 1 сутки в гидратные продукты связывается на 1,51% больше воды, чем у него, что, видимо, является следствием быстрого впитывания воды глинистой составляющей песчаника (рис. 8).

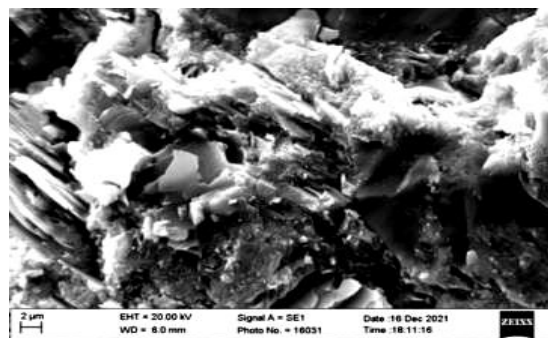
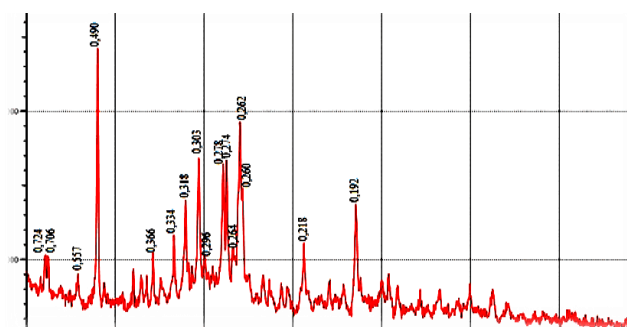
Во всех последующих сроках до 90 сутках связывание воды постепенно снижается, на 28 сутке количество химически связанной воды образцов ПЦ-Д0 меньше на 6,97%, а к 90 суткам на 4,65%, это в свою очередь показывает замедление процесса гидратации клинкерных минералов. Через 1 сутки твердения на дифрактограмме цемента с песчаником обнаружены довольно интенсивные линии отражений при ( $d/n=0,260; 0,491; 0,192; 0,179; 0,162; 0,148$ ), что свидетельствует о протекании процесса гидролиза и гидратации  $C_3S$  с выделением  $Ca(OH)_2$ , определенная часть которого, за счет поглощения углекислого газа из воздуха, превращается в  $CaCO_3$  ( $d/n = 0,303; 0,244; 0,208; 0,186; 0,162; 0,154; 0,138$ ).

Количество химически связанной воды в процессах гидратации, фазовой и структурной организации ПЦ с добавлением песчаника на 0,49% выше, чем у ПЦ-Д0 через 1 сутки отверждения, а через 3-7 суток разница между ними небольшая (3,2 и 1,11% соответственно). С последнего времени до 3 месяцев его количество равномерно повышается, к 28 суткам доходит до 12,57% и практически не отличается от ПЦ-Д0 (19,54%) (рис. 8).



**Рисунок 8. Изменение содержания химически связанной воды в образцах ПЦ в зависимости от дозы а:**  
№1 (—) ПЦ-Д0; №2 (—) ПЦ-Д20-ПЧ

За счет частичного внедрения в структуру гидроалюминатов  $\text{CO}_3^{2-}$ , появляются отражения низкокарбонатного гидроалюмината кальция  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  при ( $d/n=0,757; 0,284; 0,166$  нм), а также небольшого количества моносульфата с ( $d/n=0,406; 0,399; 0,240 \dots$ ) нм. К 3-суткам отмечено значительное снижение интенсивности линий силикатных минералов клинкера при ( $d/n=0,319; 0,277; 0,274; 0,262 \dots$ ) нм и значительное усиление интенсивности -  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , что говорит об ускорении процесса гидратации цемента с песчаником. Такая тенденция скорости гидратации и образования гидратных минералов сохраняется и в последующие 28 сут. твердения (рис.9 а).



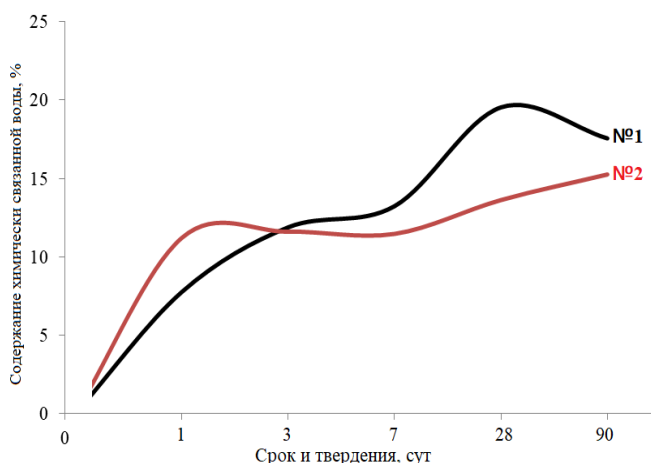
а

б

**Рисунок 9. Дифрактограммы ПЦ с добавкой 20% а, гидратированного 28 суток и рельеф поверхности скола камня ПЦ.**

Исследование на электронном микроскопе показало, что через 28 суток рельеф поверхности скола твердеющего цементного камня, малая пористость структуры, пористость отличается плотной массой из набухших цементных призматических частиц кристаллов (рис. 9 б)

Аналогичным образом протекает процесс гидратации, фазо-и структурообразования ПЦ с добавкой порфирита. Количество химически связанной воды через 1 сут твердения на 3,49% выше, а к 3-7 суткам разница в количестве связанной воды незначительно (на 0,28 и 1,77 соответственно) отличается от таковых ПЦ-Д0. В дальнейшие сроки, вплоть до 3 мес. ее количество плавно увеличивается, составляет к 28 суткам 18,63%, что почти такое же, как у ПЦ-Д0 (19,54) (рис. 10).



**Рисунок 10. Изменение количества химически связанной воды в образцах цемента в зависимости от содержания порфирита:**

№1 (—) ПЦ-Д0; №2 (—) ПЦ-Д20.

По данным рентгенофазового анализа, к 7-и и 28-и суткам преобладающими гидратными продуктами в системе «молотый клинкера-порфирит-вода», являются портландит и карбонат кальция.

Состав гидрокарбоалюминатов кальция к 3 месяцам стабилизируется, на фоне высокого дифракционного их уровня линии гидросульфоалюминатов и гидроалюминатов кальция на дифрактограмме четко не выявляются (рис. 11).

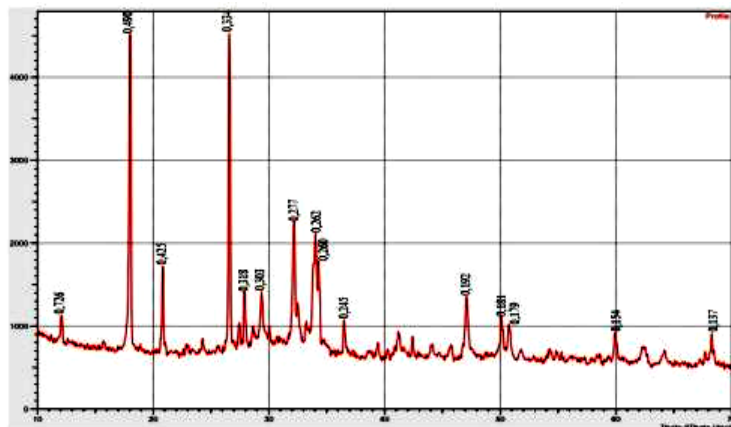
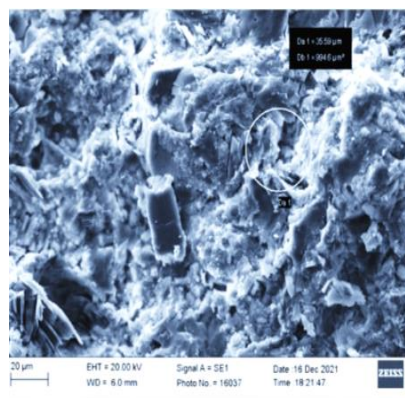


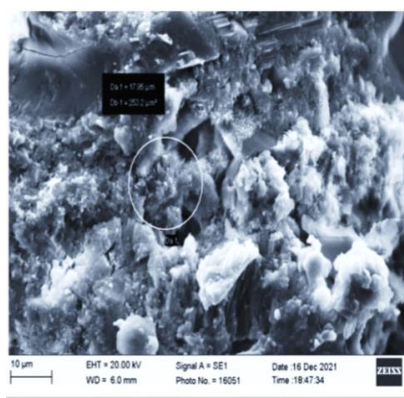
Рисунок 11. Дифрактограмма ПЦ с добавкой 20% порфирита, твердевшего 3 месяца в воде

К 28 суткам рельеф скола цементного камня характеризуется мелкозернистой поверхностью, состоящей из кристаллических агрегатов различных форм, коротких призматических кристаллов тоберморита, которые растут перпендикулярно поверхности скола, что является следствием протекания процесса гидратации ПЦ с порфиритом и с образованием гидратных продуктов по принципу «снизу-вверх» (рис. 12).

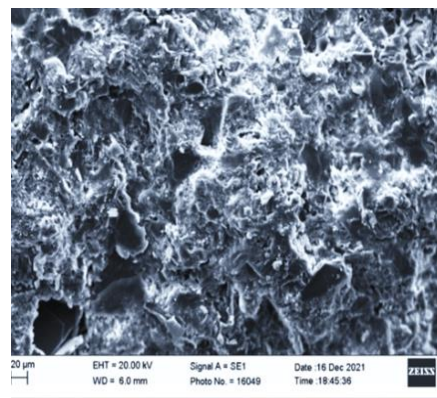
В процессе твердения цементов, вероятно, образуется А1-гидросиликат - «филлипсит», аналог тоберморита с внедренными в кристаллическую структуру ионов  $Al^{3+}$ , который плотно срастаясь с кристаллами портландита, карбоната и гидроалюминатов кальция, плотно упаковываясь, участвует в упрочнении структуры цементного камня.



а



б



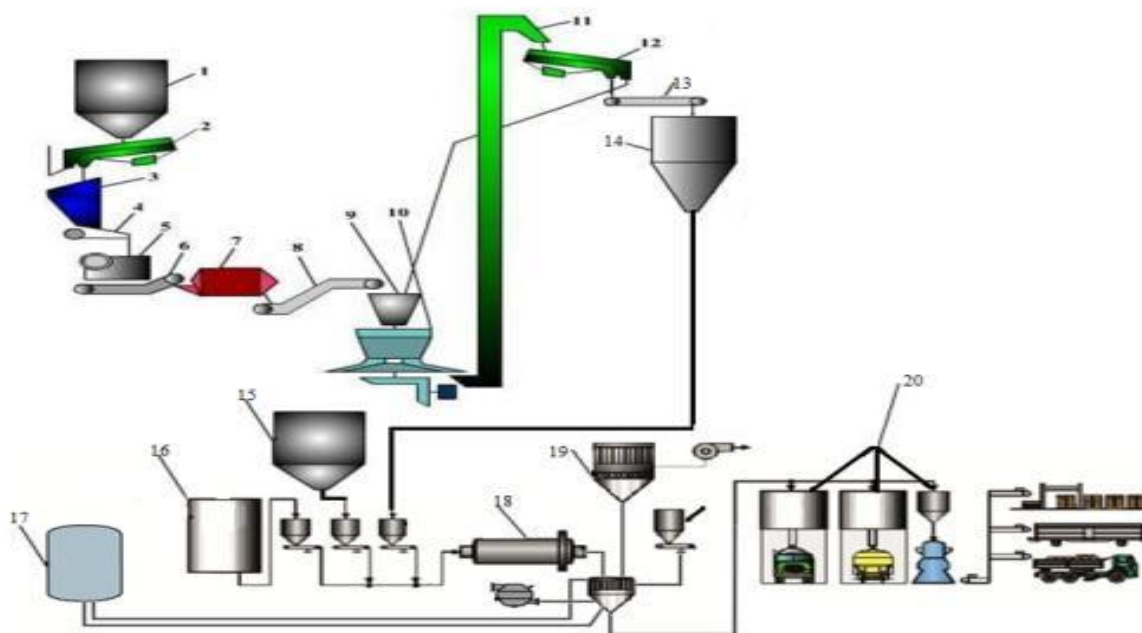
в

Рисунок 12. Рельеф поверхности скола камня ПЦ с добавкой порфирита через 28 суток. (а) 3 месяца. твердения в воде



Поэтому, несмотря на 20%-ное снижение доли клинкера в цементе обеспечивается его высокая гидравлическая активность, соответствующая марке 400.

В четвертой главе диссертации **«Исследование процессов гидратации и формирования структуры композита при твердении цементов с новыми видами добавок неорганического происхождения»**, приводятся некоторые изменения в технологическую схему в плане установки дробилки для измельчения добавок и приемного бункера дозатором для добавок с использованием а или порфирита на ИП ООО «Каракалпак цемент» (рис. 13).



**Рисунок 13. Технологическая схема производства ПЦ на основе клинкера ИП ООО «Каракалпак цемент», содержащего**

В случае, если порфирит поступает на завод в дробленном виде, то из предлагаемой технологической схемы убирается узел подготовки добавок к подаче в приемный бункер мельницы, а если содержание в клинкере  $\text{SO}_3$  окажется меньше 1,5%, то шихта докорректируется гипсовым камнем до содержания  $\text{SO}_3$  в цементе не более 3,5% по ГОСТ 10178.

Для обоснования эффективности технологии получения портландцементов с новыми видами неорганических добавок, приведены расчет нормы расхода компонентов на выпуск одной тонны ПЦ с неорганическими добавками с высоким содержанием кремнезема. Обоснована технологическая и экономическая эффективность применения песчаника и порфирита в качестве активной минеральной добавки для цемента, приведены результаты испытаний опытно-промышленных партий цементов марки ПЦ400-Д20 с песчаником и порфиритом, а также освоение технологии их производства на ИП ООО «Каракалпак цемент».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые комплексно исследованы клинкер ООО «Каракалпак цемент», песчаники Хужакульского месторождения и порфириты Каратауского месторождений и доказана возможность получения композиционного неорганического вяжущего на их основе.
2. Проведен комплексный анализ системы «клинкер - порфирит» и «клинкер - песчаник». Изучены химико-минералогические составы песчаника Хужакульского месторождения и порфирита месторождения Каратау, доказано, что гидравлическая активность песчаника ( $t=9,15$ ) и порфирита ( $t=24,47$ ) превышает предельные значения ( $t>2,07$ ) в соответствии с DSt 901-98. Были выявлены пуццолановые свойства поглощения свободной извести. На основе полученных результатов научно доказано получение вяжущих с высокими показателями механической прочности при использовании их в качестве активных минеральных добавок к цементу.
3. В связи со снижением доли  $C_3A$  в цементах и образованием в небольших количествах гидроалюминатов показано возможность образования филлипсита - аналога тоберморита с  $Al$ , занимающего особое место плотности и прочности цементного композита при уровне ПЦ400-Д0, который обусловлен образованием ионов алюминия в структуре гидросиликатов кальция.
4. Определено изменение минералогического состава и структуры минеральных добавок на аморфный и наноструктурный вид за счет их механоактивации в процессе помола в производстве цемента.
5. Разработана технология получения композиционных вяжущих материалов за счет совместного помола клинкера, порфирита и песчаника, полностью изучены физико-механические свойства полученных образцов, определены соответствия на требования ГОСТ 31108-2020 и данная технология внедрена на производство в СП ООО «Каракалпак цемент».
6. За счет введения в состав дорогостоящего ПЦ клинкера до 20% местных добавок с высоким содержанием кремнезема – песчаника и порфирита достигнуто снижение себестоимости композиционных вяжущих материалов с 490 000 сум/т до 394 800 сум/т и получение высокого экономического показателя.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREE  
PhD.03/30.11.2021.T.55.06.  
UNDER URGENCH STATE UNIVERSITY**

---

**URGENCH STATE UNIVERSITY**

**KHADZHIEV AZAMAT SHAMURATOVICH**

**TECHNOLOGY AND PROPERTIES OF COMPOSITE BINDERS WITH  
NEW TYPES OF ADDITIVES BASED ON INORGANIC RAW MATERIALS  
OF THE ARAL SEA REGION**

**02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis**

**ABSTRACT OF THE DISSERTATION OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
TECHNICAL SCIENCES**

**Urgench – 2023**



The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) on the technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2022.3.PhD/T3023

The dissertation has been carried out at Urganch State University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (abstract)) on the Scientific Council website (www.urdu.uz) and on the website of «Ziynet» information and educational portal www.ziynet.uz.

**Research supervisor:**

**Atabaev Farrukh Bakhtiyarovich**  
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

**Official opponents:**

**Alimov Umarbek Kadyrbergenovich**  
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

**Iskanderov Ahmed Maksetbaevich**  
doctor of technical sciences, associate professor

**Leading organization:**

**Navoi State Mining and Technology University**

The defense will take place « 12 » may 2023 at 10<sup>00</sup> o'clock at the meeting of scientific council No. PhD.03/30.11.2021.T.55.06at Urganch State University. Address: 220100, Urgench. X.Olimjon street 14. Tel.: (+99 862) 224-67- 00, fax: (+99 862) 224-66-16, www.urdu.uz, E-mail: info@urdu.uz

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of Urgench State University (is registered under No.). Address: 220100, Urgench, X. Olimjon street, 14. Tel.: (+99 862) 224-67-00

Abstract of dissertation sent out on « 28 » April 2023 y.  
(mailing report No 3 from « 28 » April 2023 y.).



**M.J.Jumaniyazov**

Chairman of the scientific council  
awarding scientific degree,  
doctor of technical sciences, professor.

**Sh.K.Aitova**

Scientific secretary of the scientific council  
awarding scientific degree,  
candidate of technical sciences, dotsent

**Sh.R.Kurambayev**

Chairman of scientific seminar at scientific council on  
awarding of scientific degree,  
doctor of chemical sciences

## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The purpose of the research** Development of technology and study of the properties of new types of additional composite binders based on inorganic raw materials of the Aral Sea region.

**The subjects of research** are the processing of clinker PC JV LLC «Karakalpak cement», sandstone of the Khodzhakol deposit, porphyrites of the Koratog deposit, methods for obtaining composite binders, physical and chemical bases and production process technology

**The scientific novelty of the study is as follows:**

for the first time, a comprehensive analysis of the clinker of PC JV Karakalpak Cement LLC, sandstone of the Khodjakolsky deposit, porphyrites of the Koratog deposit was carried out, on the basis of which the possibility of obtaining a composite inorganic binder was proved;

due to the mechanical activation of mineral additives, it has been established that their granulometric, mineralogical and structural composition changes to a nanostructured amorphous type;

on the basis of their complex analysis in the «clinker-porphyrite» and «clinker-sandstone» systems, the value of hydraulic activity according to the Student's criterion and the ability of pozzolana to absorb free lime were studied, and based on this, samples were taken and an indicator of mechanical strength was provided;

due to the introduction of the proposed additives while maintaining the brand of traditional Portland cement within the requirements of state standards, the possibility of increasing the yield of the product up to 20% was achieved;

due to a decrease in the proportion of  $C_3A$  in cements and the formation of small amounts of hydroaluminates, the possibility of the formation of phillipsite, an analogue of tobermorite A1, which occupies a leading place in the compaction and strengthening of the cement composite to the level of PC400-D0, as indicated by aluminum ions that are part of the structure of calcium hydrosilica;

the technology of composite binders obtained by processing porphyry and sandstone by crushing cement clinker has been developed, and the properties of the obtained samples have been fully studied.

**The implementation of research results:**

Based on the scientific results obtained in the development of technology for the production of composite binders with inorganic additives of a new type:

Pilot work to determine the parameters of the included composite materials of the binder samples of porphyrites from the Karatog deposit and sandstone from the Khodzhakol deposit (Tested at the Research Laboratory «Strom» of the IGIC UzAN and issued on February 15, 2022, No. 1 and act). As a result, the compliance of the samples with the requirements of GOST 31.108-19 was confirmed;

The technology for the production of composite binders with the addition of up to 20% mechanically activated sandstone and porphyrite in the process of crushing clinker obtained at high temperature was introduced at JV LLC «Karakalpak cement» on 06/05/2022, at JV LLC Titancement on 07/14/2022. and included in the list of promising works for implementation (certificate of Uz sanoat kurilish materiallari dated April 11, 2022 No. 05/15-2748). As a result, the use of local raw materials made it possible to obtain a composite binder that fully complies with state standards.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 112 pages of computer text.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLICATIONS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. F.B. Atabaev, G.R.Tursunova, A.Sh., Khadjiev, M. Yu. Gulyamov Definition Of Puzzolanic Properties Active Mineral Additives In Portlandcement // THE AMERICAN JOURNAL OF APPLIED SCINCES. - (TAJAS) SJIF-5.634. - Volume 3 Issue 03, 2021. – P. 7-12; (SJIF (23), IF-5,63)

2. Атабаев Ф.Б., Хаджиев А.Ш., Турсунова Г.Р., Рузиев Н.Р. Химико-техноло-гические основы получения пуццолановых цементов на основе местных минеральных добавок // Universum: технические науки. - Выпуск: 10(91), Октябрь 2021. Часть 3. Москва-2021.- С. 43-46. (02.00.00 №1)

3. Хаджиев А.Ш. «Технологии получения портландцементов с новыми видами неорганических добавок с высоким содержанием кремнезема» //Multidisciplinary Scientific Journal June, 2022 <https://researchedu.org/index.php/re/article/view/566>. 2022-III. ISSN: 2181-3191 С. 115-124

4. Хаджиев А.Ш. Физико-химические исследования порфиринов каракалпакстана и цементов с его добавкой // Научно-практический журнал «Архитектура. строительство. дизайн». – Ташкент. №4. 2022. УДК: 662.61 -С. 152-159. (05.00.00 №4)

**II бўлим (II часть; part II)**

5. Iskandarova M.I, Yakubzhanova Z.B., Atabaev F. B., Begzhanova G. B., Kakurina L.M., Kahhorov U., Hadjiev A.Sh. Development of technology for obtaining portland cement with new types of composite additives // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2022. – Т. 2432. – №. 1. – С. 050063. <https://doi.org/10.1063/5.0090576>

6. Атабаев Ф.Б., Турсунова Г.Р., Хаджиев А.Ш. Определения пуссолановой активности минеральных добавок на основе местных сырьевых ресурсов // Маҳаллий хомашёлар ва иккиламчи ресурслар асосида инноватсион технологиялар Республика илмий-техник анжумани. Урганч. 2021. №2. – С.120-121.

7. Хаджиев А.Ш., Атабаев Ф.Б., Каххаров У. Исследование пригодности сырьевых ресурсов Каракалпакстана в качестве добавки в цемент II-Республиканской научно-практической конференции с участием зарубежных ученых «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов» // посвященная 90-летию со дня основания лаборатории Химии и химической технологии силикатов АН РУз, памяти заслуженного деятеля науки Узбекистана, д.х.н., проф. Н.А.Сиражиддинова и приуроченный Международному году «Стекло-2022» Ташкент. 2022. №2. – С. 397-400.

8. Хаджиев А.Ш., Атабаев Ф.Б. Комплексные исследования порфиристов участка «Каратау-1» как добавок в цемент «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. Институт общей и неорганической химии АН РУз. Ташкент. 2022. №2. – С. 544-546.

9. Атабаев Ф.Б., Хаджиев А.Ш. Общестроительные портландцементы с добавкой а Ходжакульского месторождения «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. Институт общей и неорганической химии АН РУз. Ташкент. 2022. №2. – С. 546-549.

10. Хаджиев А.Ш. Физико-химические исследования ов Каракалпакстана и цементов с его добавкой // международная научно-техническая конференция молодых ученых «Инновационные материалы и технологии – 2022» г. Минск, Республика Беларусь 23-24 марта 2022 – С. 81-85.

11. Атабаев Ф.Б., Хаджиев А.Ш., Искандарова М.И. Исследование свойств а Ходжакульского месторождения в качестве добавки в цемент // международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – залог прогресса и процветания», посвященной 5-летию основания навоийского отделения академии наук Республики Узбекистан в трёх томах. Навои, Республика Узбекистан. том 2022. №1. – С. 66-69.

12. Хаджиев А.Ш., Атабаев Ф.Б., Какурина Л.М. Влияние а на физико-химические процессы взаимодействия компонентов и генетической формации цементного композита // международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – залог прогресса и процветания», посвященной 5-летию основания навоийского отделения академии наук Республики Узбекистан в трёх томах. Навои, Республика Узбекистан. том 2022. №1. – С. 350-352.

Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналы таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.



Босишга рухсат этилди: 03.04.2023 йил.  
Бичими 60x84<sub>1/16</sub>, «Times New Roman»  
гарнитурада рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табоғи: 3. Адади 100. Буюртма № 12.  
Тел (93) 955-25-25.

Гувоҳнома № 021683  
«Qoʻldovli yangi obod» МЧЖ босмахонасида чоп этилди.  
Босмахона манзили: Навоий ш. Гулистон - 3 массиви.







