

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

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ
НАВОИЙ БЎЛИМИ**

ТУРСУНОВ ЗАРИФ РУЗИМУРОДОВИЧ

**ИЭС ФАОЛ КУЛ-ТОШҚОЛ АРАЛАШМАСИ БИЛАН
МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.13-Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2022

Фалсафа доктори (PhD)диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии(PhD)
Content of the abstract of dissertation doctor of Philosophy (PhD)

Турсунов Зариф Рузимуродович

ИЭС фаол кул-тошқол аралашмаси билан модификацияланган
портландцемент олиш технологияси.....3

Турсунов Зариф Рузимуродович

Технология получения модифицированного портландцемента с
активированной золошлаковой смесью ТЭС.....21

Tursunov Zarif Ruzimurodovich

Technology for the production of modified Portland cement with activated ash and
slag mixture of TPP39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

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

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ
НАВОИЙ БЎЛИМИ**

ТУРСУНОВ ЗАРИФ РУЗИМУРОДОВИЧ

**ИЭС ФАОЛ КУЛ-ТОШҚОЛ АРАЛАШМАСИ БИЛАН
МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.13-Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг В2021.1.PhD/Т2054 рақами билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси иши Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг Навоий бўлимида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифасида www.ionx.uz ва «Ziyonet» ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Искандарова Мастура
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Мирзақулов Холтура Чориевич
техника фанлари доктори, профессор

Искендеров Ахмет Макседбаевич
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Урганч Давлат Университети

Диссертация химояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02./30.12.2019.К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «7» апрель 2022 йил соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanguz@mail.ru).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (7 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Диссертация автореферати 2022 йил «18» март куни тарқатилди.
(2022 йил «18» март даги №7 рақамли реестр баённомаси).



Б.С. Закиров
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, к.ф.д., профессор

Д.С. Салиханова
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, т.ф.д., профессор

Ш.С. Намазов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор, ЎзР ФА акад.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Бугунги кунда жаҳонда цемент саноатида ёқилғи-энергия ва табиий хом ашё ресурсларини тежашни таъминловчи иқтисодий самарадор йўналишлардан бири, бу - цемент таркибидаги юқори ҳароратда олинадиган клинкернинг маълум бир қисм ўрнини боса оладиган қўшимчаларни қўллаб, аралаш ва композицион портландцементлар ишлаб чиқаришга катта эътибор берилмоқда. Бу ўринда қурилиш-техник хоссалари юқори бўлган, технологик жараёнлари такомиллаштирилган, сифатли ва таннархи арзон цемент ишлаб чиқариш саноатининг устувор вазифаларидан ҳисобланади. Шу жиҳатдан энергия-ресурстежамкор аралаш ва композицион портландцементларни ишлаб чиқаришда, уларнинг физик-механик ҳамда эксплуатация хоссаларига салбий таъсир кўрсатмайдиган маҳаллий, табиий хом ашё ва минерал техноген қўшимчаларнинг мавжуд манбаларни аниқлаш ва уларни тадқиқ қилиш муҳим аҳамиятга эга.

Ҳозирги кунда жаҳонда ИЭС фаол кул-тошқол аралашмасидан фойдаланиб юқори сифатли цементларни турларини ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, қўшимчали цементлар таркибларини оптималлаштириш ва олиш технологиясини такомиллаштириш; янги турдаги табиий ва техноген хом ашёлар асосида паст ҳароратда куйдириладиган клинкерларни олишнинг илмий ва технологик асосларини ишлаб чиқиш; пуццолан цементларнинг сувда қотиш вақтини қисқартириш, физик-механик ва қурилиш-техник хоссаларини яхшилаш; гибрид қўшимчали композицион цементларнинг янги турларини ва олиш технологиясини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда техноген чиқиндилар асосида цементларнинг янги турларини олиш, янгидан-янги замонавий цемент корхоналарини қуриш, цемент ишлаб чиқариш ҳажмини ва экспорт салоҳиятини ошириш бўйича бир қатор илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «ишлаб чиқариш соҳаларини ривожлантириш, саноатни модернизация ва диверсификация қилиш, амалиётда кам сарфли энергия тежамкор усулларни қўллаш, цемент ишлаб чиқариш саноатини ривожлантириш, импорт ўрнини алмаштирувчи ва экспортбоп маҳсулотларни тайёрлаш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, энергия сиғими кам клинкер ва цементлар олишда техноген чиқиндилардан фойдаланиб, арзон ва юқори сифатли цементлар ишлаб чиқаришга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги

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

ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2018 йил 4 майдаги ПҚ-3696-сон «Ички бозорни цемент билан барқарор таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2019 йил 20 февралдаги ПҚ-4198-сон «Қурилиш материаллари саноатини тубдан такомиллаштириш ва комплекс ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сон «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарорлари, ҳамда мазкур соҳа фаолиятига тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII. «Кимёвий технология ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. ИЭС кул-тошқоли ва бошқа турдаги минерал чиқиндилардан фойдаланиб клинкер ва қўшимчали портландцементлар олиш бўйича В.В. Тимашев, В.К. Классен, Т.Б. Бельский, О.В. Кононов, А.О. Смирнов, М.Я. Бикбау, Т.В. Кузнецова, А.П. Осокин, Ilsan Erçin, H. El-Didamony, H. N. M.Darweesh, R. A.Mahmoud, Yilmaz Bulent, Ediz Nezahat, Degirmenci Nurhayat, Yilmaz Arin, Ю. А. Онасенко, В. В. Песчанск, В.В. Бабков, А.И. Габитов, Р.Р. Сахибгареев, Т.Б. Бельск, Г. Браун, А.И. Савенков, А.А. Баранов, В.Д. Котляр, М.В. Бахарев, В.Н, Семиндейкин, З.Б. Энтин ва бошқалар шуғулланганлар.

Юртимиз олимлари И.С. Канцельский, М.Г. Фуломов, Т.А. Отақўзиев, М.И. Искандарова, З.П. Пўлатов, А.А. Тулаганов, Ф.Б. Атабаев, А.М. Искендеров, Г.Б. Бегжанова, З.А.Мухамедбаева ва бошқалар томонидан ҳам катта миқёсдаги илмий-тадқиқотлар олиб борилган.

Тадқиқотлар натижасида энергия сиғими кам клинкерларда асосий минераллар ҳосил бўлиш жараёни тезлашган; техноген чиқиндилар асосида олинган портландцементларни мустаҳкамлик кўрсаткичлари барқарорлашган; қўшимчали ва композицион қўшимчали цементларнинг мустаҳкамлиги ошган; янги таркибли қўшимчалар куйдирилганда ва цементга қўшилганда янги ҳосилалар пайдо бўлиш механизми ўрганилган; цемент тошида сунъий конгломерат шаклланишининг физик-кимёвий асослари тадқиқ этилган, қимматбаҳо клинкерни тежашга, цемент ишлаб чиқариш ҳажмини оширишга, унинг таннархини пасайтиришга эришилган ва бу йўналишда ишлаб чиқилган технологияларнинг аксарияти саноатда жорий этилган.

Айни пайтда, ИЭС фаол кул-тошқол аралашмаси (ФКТА) билан модификациялаб портландцемент (ПЦ) олиш технологияси бўйича цементларнинг янги, кам клинкерли турларини ишлаб чиқиш; сульфатбардош цементларнинг коррозияга бардошини ошириш; пуццолан

цементлар асосидаги бетон таркибида кечадиган гидратланиш механизмларини ўрганиш; цемент таннархини камайтириш борасида олиб борилаётган илмий-тадқиқот ишларининг самарадорлигини ошириш; кўшимчали цементларни турларини кўпайтириш ва олиш технологияларини такомиллаштириш ўз ечимини кутаётган далзарб муаммолардандир.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №А-ФА-2019-5 “Янги-Ангрен ИЭС фаол кул-тошқол чиқиндилари билан модификацияланган кўшимчали ва сульфатбардош цементлар олиш технологиясини ўзлаштириш” мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Ангрен ИЭС куруқ ҳайдалган кул-тошқол чиқиндисидан кўшимча сифатида фойдаланиб, янги турдаги кўшимчали портландцементларни таркибларини ва энергия-ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

ФКТАни кимёвий-минералогик таркибларини ва гидравлик фаоллигини аниқлаш асосида, уни цемент кўшимчаси сифатида фойдаланишга яроқлилиги борасида хулоса бериш;

ФКТАни ПЦнинг физик-механик хоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш;

ФКТАдан кўшимча сифатида фойдаланиб олинган ПЦларни физик-механик хоссаларини ўрганиш ва уларнинг таркибини оптималлаштириш;

кўп компонентли «туйилган клинкер-ФКТА-гипс-сув» тизимидаги қотиш жараёнида кечадиган гидратли бирикмалар пайдо бўлиши, уларнинг ривожланиши ва сунъий конгломерат структураси шаклланишини тадқиқ қилиш, ҳамда цемент тоши ҳосил бўлишидаги «таркиб-структура-хосса» ўзаро боғлиқлиги қонуниятларини ўрнатиш;

ФКТАдан фойдаланиб кўшимчали ПЦларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва саноатда қўллаш бўйича тавсиялар бериш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Ангрен ИЭС нинг чиқиндиси - куруқ ҳайдалган кул-тошқол аралашмаси (ФКТА) ва ундан кўшимча сифатида фойдаланиб ишлаб чиқилган цементлар олинган.

Тадқиқотнинг предметини ФКТАни кўшимча сифатида қўллаб олинган портландцементлар таркибини оптималлаштириш, уларнинг гидратланиш, қотиш ва структура ҳосил қилиш жараёнларини тадқиқ этиш, ҳамда кўшимчали цементларни ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида ФКТАни кимёвий-минералогик таркиби, технологик кўрсаткичлари, цементни физик-механик хоссалари тадқиқотни стандарт усулларини қўллаб аниқланди. Кўшимчали цементларнинг гидратланиш, цемент тоши микроструктурасини шаклланиш жараёнларини тадқиқ этишда рентгенофазавий, ИҚ-спектроскопик, дифференциал-термик, электрон-микроскопик усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

илк бор фаол кул-тошқол аралашмасини физик-кимёвий, технологик хоссалари ҳамда цементга фаол минерал қўшимча сифатида фойдаланиш имконияти илмий ва амалий исботланган;

қўшимчали цементлардаги ФКТА миқдори билан цемент тошининг физик-механик кўрсаткичлари ўртасидаги бевосита боғлиқликлар ва қўшимча портландцемент (ПЦ)нинг мақбул таркиблари аниқланган;

янги турдаги қўшимчали ПЦларнинг гидратланиш жараёнида гидратли янги ҳосилалар вужудга келиши, уларнинг вақт давомида ривожланиш кинетикаси ва мукамал структурага эга бўлган сунъий конгломерат шаклланиши илмий исботланган;

ФКТА билан модификацияланган қўшимчали цементларнинг қотиш жараёнида “туйилган клинкер - фаол кул-тошқол аралашмаси – гипс - сув” тизимидаги физик-кимёвий ўзгаришлар билан цемент тошининг шаклланиши ва унинг физик-механик хоссалари ўртасидаги узвий боғлиқлик аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари:

Таркибида юқори ҳароратда куйдириб олинган қимматбаҳо клинкернинг 20% гача қисми арзон ФКТА билан алмаштирилган қўшимчали ПЦларнинг самарадор таркиблари ишлаб чиқилган;

қўшимча сифатида ФКТА тутган янги таркибдаги ПЦ400-Д20 маркадаги ПЦни олиш технологияси ва техник шартлари ишлаб чиқилган;

янги турдаги ФКТА қўшимчали ПЦларни ишлаб чиқаришни блок-схемаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги физик-механик синовлар ва катта ҳажмдаги тажрибалар натижаларининг мослиги амалдаги давлатлар аро стандартлар, Ўзбекистон Республикаси стандартлари талабларига биноан олиб борилганлиги, мувофиқлик сертификатга эга курилма ва асбоб-ускуналар, тадқиқотнинг замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари (рентгенфазавий, дифференциал-термик, ИҚ-спектроскопик, оптик ва электрон микроскопик) қўллаб олинганлиги билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқотнинг натижаларининг илмий аҳамияти, модификацияланган портландцементдаги клинкерни 20% гача миқдорини ФКТАга алмаштиришда шаклланадиган сунъий конгломератнинг мустаҳкамлиги, тузилиши, янги турдаги қўшимчали ПЦларнинг гидратланиш жараёнида гидратли янги ҳосилалар вужудга келиши ва юқори физик-механик хоссаларининг шаклланиши «таркиб-структура-мустаҳкамлик» қонуниятларини ўзаро боғлиқлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, қўшимчали цементлардаги юқори ҳароратда олинадиган қимматбаҳо клинкер қисмини 20%га тежалганлиги, цемент ишлаб чиқариш ҳажмининг ортиши, таннархи арзонлашиши, атроф-муҳитга таъсирини камайтириш ва саноат чиқиндиларини утилизация қилишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. ФКТА билан

модификацияланган ПЦ олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

фаоллаштирилган кул-тошқол аралашмаси олиш учун техник шарт «Ўзстандарт» агентлиги томонидан тасдиқланган (Т_С 18388312-01:2019). Мазкур техник шарт маҳсулотнинг сифати ва технологик жараёнини назорат қилиш имконини берган;

фаол кул-тошқол аралашмаси қўшилган қўшимчали портландцемент (ПЦ) олиш технологияси «Қизилқумцемент» АЖ да амалиётга жорий этиладиган истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган. («Қизилқумцемент» АЖнинг 2021 йил 23 ноябрдаги 02/1687-сон маълумотномаси). Натижада, юқори ҳароратда олинадиган қимматбаҳо клинкерни 20%гача тежаш, ПЦ400-Д20 маркали қўшимчали ПЦларни таннархини арзонлаштириш, ишлаб чиқариш ҳажмини оширишга имкон берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 7 та республика илмий-техник анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш чоп этилган. Жумладан, диссертациянинг (PhD) асосий илмий натижалари 6 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 2 таси республика ва 4 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертация тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 109 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **кириш** қисмида тадқиқот мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, унинг мақсади, вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, ишнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, уларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Цемент саноатида кул тошқол чиқиндиларидан самарали фойдаланиш ҳолати ва истиқболлари»** деб номланган биринчи бобида чет элларда ва мамлакатимизда кул-тошқол аралашмаси қўшилган цементларни олиш технологиясини ишлаб чиқишга бағишланган тадқиқот ишлари таҳлили келтирилган, мавжуд ишланмаларнинг афзалликлари ва камчиликлари танқидий ёндашув асосида аниқланган.

Қўшимчали цемент олиш соҳасида мавжуд бўлган маълумотлар таҳлили фаол кул-тошқол аралашмаси, диатомитлар, трепеллар, опокалар, турли

хилдаги вулкон жинслари сингари фаол алюмосиликатли бирикмаларни сақлаган кўшимчалар цемент таркибидаги клинкерни қисман алмаштириб, охакни тез ютиши натижасида, цемент ва унинг асосидаги бетоннинг физик-механик ва қурилиш-техник хоссаларини яхшиланишига хизмат қилиши кўрсатилган.

Қурилиш материаллари саноатида ИЭС қуруқ ҳайдалган кул-тошқол аралашмасидан фойдаланиб, кўшимчали цементлар ва бошқа турдаги қурилиш материаллари олиш имкониятлари таҳлил этилган. Бунда, асосан кўшимчадаги фаол кремнезем ва глиноземни клинкер минераллари заррачалари билан тўқнашув юзасининг ортиши ва ПЦ қотишида $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни ютилиши кучайиши, тоберморит гуруҳига мансуб гидросиликатлар ва кальций гидроалюминат ҳосил бўлиши кўпайиши ҳисобига мустаҳкамлиги юқори цемент тоши шаклланиши ва бу цементлардан сифатли бетон олиш имкониятлари қайд этилган.

“Ангрен” ИЭСда ҳозиргача ҳўл усулда чиқариб ташланаётган кул-тошқолнинг фаоллиги пастлиги, ундан турли қурилиш маҳсулотларини ишлаб чиқаришда қўллашга имкон бермаслиги боис, Ангрен ИЭС томонидан илк бор Ўзбекистонда кул-тошқолни ҳайдашни қуруқ усулини қўллаш жорий этилганлиги, уни технологик хоссаларини батафсил тадқиқ қилиш, цементга кўшимча сифатида ишлатишга яроқлилигини, меъёрий ҳужжатлар талабларига мувофиқ келишини аниқлашни, янги турдаги цементларни хоссаларини тадқиқ қилишни, кўшимчали цементларнинг таркиби ва ишлаб чиқариш жараёнини технологик кўрсаткичларини оптималлаштириб, амалиётда қўллашни тақозо қилади.

Диссертация ишининг «**Дастлабки материалларнинг физик-кимёвий хоссалари ва тадқиқотларни бажариш усуллари**» деб номланган иккинчи бобида «Қизилкумцемент» АЖ, «Охангаронцемент» АЖни ПЦ клинкери, Бухоро кони гипс тоши, Ангрен ИЭС фаол кул-тошқол аралашмасининг (ФКТА) кимёвий-технологик хоссалари келтирилган.

1-жадвал

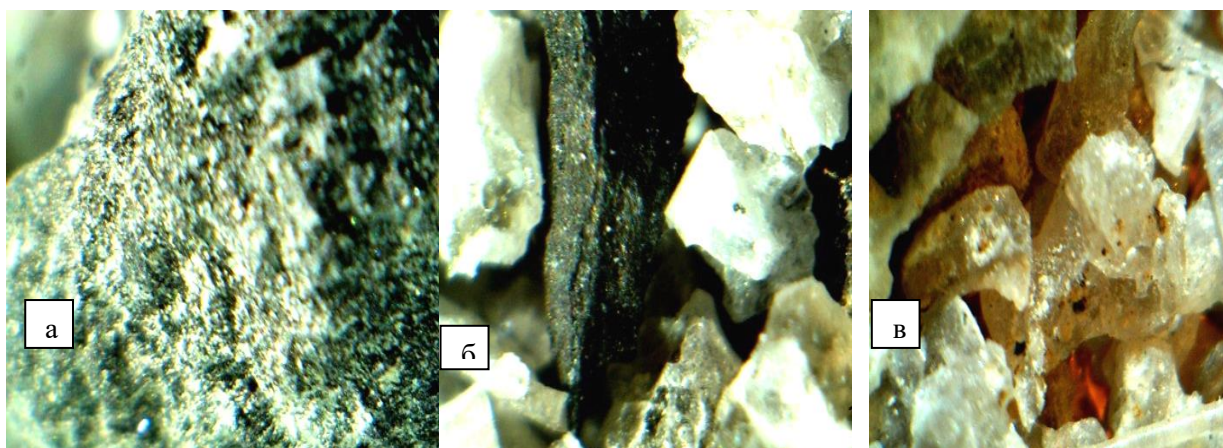
Дастлабки материалларнинг кимёвий таркиби

Материални номланиши	Оксидларнинг масса улуши, %								
	к.м.й.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	R_2O	Пр
«Охангаронцемент» АЖ ПЦклинкери	0,36	21,3	4,75	4,86	63,58	3,07	0,36	1,58	0,36
ФКТАни ўртача намунаси	0,61	64,79	20,64	3,99	3,36	0,80	1,64	4,12	0,42
Гипс тоши	19,1 (400°C)	1,52	0,13	0,14	33,04	0,20	43,46	-	2,55

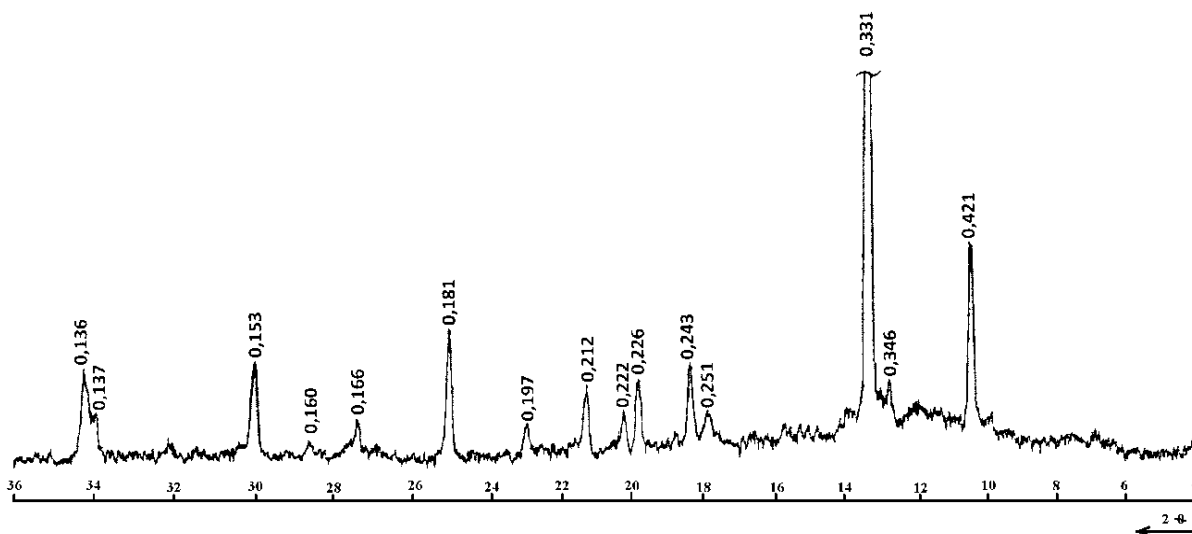
1-жадвал маълумотларига кўра, фаол кул-тошқол аралашмасининг

кимёвий таркиби силикат ва алюминий оксидларини миқдори юқорилиги билан тавсифланади: SiO_2 67,09%, Al_2O_3 22,29%. Тадқиқотлар натижасида ФКТАни кимёвий таркиби бўйича нордон қўшимчалар (SiO_2 миқдори 45% дан кўп, CaO –масса бўйича 10 % дан кам), масса йўқотиш билан аниқланадиган ёнувчи бирикмалар миқдори бўйича эса, паст миқдорли (5%дан кўп эмас) кул-чиқиндилар гуруҳига мансублиги аниқланди.

Қуруқ ФКТАни таркиби каттиқ тошқол ва майин дисперс фракциялардан иборат кулранг массадан иборат бўлиб, оптик микроскоп ёрдамида олинган фотосуратларда унинг қора ва жигарранг заррачалардан ташкил топганлиги аниқланди. Аралашманинг каттиқ фракцияси ўлчамлари 15мм дан ошмаган думалоқ, чўзинчоқ ва ингичка тола шаклидаги доналардан иборатлиги қайд этилди (1-расм). Доналарнинг сирт юзаси ғадир-будур бўлганлиги боис, цементга қўшимча сифатида ишлатилганда уларни цемент зарралари билан кучли ёпишиши эҳтимоли мавжудлиги ҳақида хулоса қилинди.



Расм1. Ангрэн ИЭС фаол кул-тошқол аралашмасининг тузилиши: а–умумий кўриниши; б-тошқол қисми; в-кул қисми. х100



2-расм. Қуруқ фаол кул тошқол аралашмасининг дифрактограммаси

ФКТАни ўртачалаштирилган намунасини рентгенограммасида кварц ($d/n=(0,421; 0,331; 0,243; 0,226; 0,222; 0,212; 0,197; 0,181; 0,166; 0,153)$ nm), муллит ($d/n=(0,346; 0,331; 0,251)$ nm), $\text{CaO}_{\text{эрк}}$ ($d/n=(0,239; 0,169)$ nm), CaCO_3 ($d/n=0,301$ nm) ва паст асосли силикатлар ($d/n=(0,291; 0,285; 0,278)$ nm) мавжудлиги аниқланди. Унинг тошқол қисми ҳам худди шу минераллардан иборат: (кварц $d/n=0,421; 0,331; 0,243; 0,225; 0,222; 0,210; 0,196; 0,180; 0,166$ nm), муллит ($d/n = 0,344; 0,330; 0,250$ nm) $\text{CaO}_{\text{эрк}}$ ($d/n=0,239; 0,169\dots$ nm), CaCO_3 ($d/n = 0,303\dots$ nm), кальцийнинг паст асосли силикатлари ($d/n=0,292; 0,282; 0,278$ nm). Чиқиндининг кул қисмида ушбу минераллардан ташқари, дала шпати туркумига мансуб минераллар, жумладан, ортоклаз кўринишдаги калийли дала шпати ($d/n = 0,421; 0,312; 0,344 0,315; 0,331, 0,319; 0,315; 0,290; 0,256; 0,214; 0,196; 0,178$ nm) ҳам борлиги кўрсатилди.

ФКТАни кимёвий-минералогик таркиби, Стьюдент (t) мезони қиймати бўйича гидравлик фаоллиги, тишлашиш муддатини охири ва сув ўтказмаслиги тўғрисидаги олинган натижалар бўйича фаол минерал кўшимчаларга қўйилган талабларга мос келганлиги боис, ундан цементга кўшимча сифатида фойдаланишга яроқли фаол минерал кўшимча сифатида фойдаланиш мумкинлиги бўйича амалий хулоса берилди.

Кўшимчали цементни энергия тежамкор таркиби ва технологиясини ишлаб чиқиш учун, ФКТАни ПЦни физик-механик хоссаларига таъсирини аниқлаш мақсадга мувофиқ эканлиги ҳақида хулоса чиқарилди. Ушбу бобда изланишларни олиб бориш учун фойдаланилган асбоб-ускуналар, жиҳоз ва қурилмалар, тадқиқот усуллари тўғрисида ҳам маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Қуруқ ҳайдалган фаол кул-тошқол аралашмаси билан модификацияланган портландцементлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш**» деб номланган учинчи бобида фаол кул-тошқол аралашмасининг гидравлик фаоллигини, уни ПЦни физик-механик хоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш натижалари ёритилган. ФКТАни гидравлик фаоллиги Стьюдент мезони бўйича $t=52,92$ эканлиги, бу натижа эса О'з DSt 901-98 бўйича $t=2,07$ ва ГОСТ 31108 бўйича $t=15$ чегаравий қийматлардан юқори эканлиги, ундан цементга фаол минерал кўшимча сифатида фойдаланиш мумкинлиги бўйича хулоса чиқаришга асос бўлди.

ПЦ клинкер (75-85)%, ФКТА (10-15)% ва 5% гипс тоши иштирок этган цемент шихталари тайёрланиб, улар лаборатория тегирмонида туйилди. Кимёвий таҳлил маълумотларига кўра, олинган цементларда асосий оксидлар миқдори қуйидаги чегарада бўлди: SiO_2 (20,88 - 30,98)%; Al_2O_3 (4,68–6,48)%; Fe_2O_3 (3,25 -3,67)%; CaO -(40,55-61,67)%; MgO -(2,51-2,72)%. Цементлар таркибидаги SO_3 миқдори (2,54-3,27)% ни ташкил этди ва бу кўрсаткичлар ГОСТ 10178-91, 31108-2003 талабларига мувофиқ келди.

Кўшимчали цементлар учун хом ашё шихталари туйилганда, уларнинг майдаланиш қобилияти ФКТА миқдорига мутаносиб равишда ўзгариб бориши, яъни кўшимча миқдори 20% бўлганда майдаланиш жараёни ПЦ-Д0 га нисбатан бир мунча яхшиланиши аниқланди, ФКТА миқдори 10%, майдалаш вақти 40 минут бўлганда, туйилиш майинлиги №008 рақамли

элақда қолган қолдиқ бўйича 11,5% ни ташкил этди (3-расм).



**Расм 3. Қўшимчали
Цементларни
майинлигини ФКТА
миқдориға боғлиқ
ҳолда ўзгариши**

Таркибида 10÷20% гача қўшимча бўлган цементларни тишлашиш муддати ПЦ-Д0 цементниқдан деярли фарқ қилмади. Қўшимча миқдори 10% дан ва 20% га ошганда, қўшимча билан бирга кирган алюмосиликат минералларнинг миқдори ҳам ортиши сабабли, қўшимчали цементнинг тишлашиши ПЦ-Д0 га нисбатан бир оз секинлашди. Базавий цемент ПЦ-Д0 ва 10% ФКТА қўшимчали цементни 28 суткадаги сиқилишга бўлган мустаҳкамлик кўрсаткичлари ўртасидаги фарқ 10,7 МПа ни ташкил этди (2-жадвал). Ушбу жадвал маълумотларига кўра, ФКТАни 15% миқдори цементни мустаҳкамлигини ошишини барча муддатларда ПЦ-Д0 дан юқори бўлишини таъминлади. ФКТА миқдори 20% бўлганда қотишни дастлабки муддатларда (1-3сут) қўшимчали цемент намуналарини мустаҳкамлиги бироз пасайди, аммо «туйилган клинкер-гипс-фаол кул-тошқол-сув» тизимидаги гидратланиш жарёнида шаклланаётган цемент композити аста-секин зичлашиб, қотишнинг 28-суткалик муддатида мустаҳкамлик ҳатто ПЦ-Д0 ниқидан ҳам юқори бўлди. Таркибида 20% гача ФКТА бўлган қўшимчали цементлар ГОСТ 10178-85ни барча талабларига мувофиқ келди ва маркаси ПЦ400-Д20 деб белгиланди.

2-жадвал

ФКТАнинг портландцемент мустаҳкамлик кўрсаткичларига таъсири

т/р	Компонентлар номи ва компонентлар нисбати (масс.%)				Намуналарнинг сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси (МПа) (сут.)				
	Шартли белгила- ниши	ПЦ клинкер	Гипс	ФКТА	1	3	7	28	90
1	ПЦ-Д0	95	5	-	10,3	33,4	41,0	42,5	46,8
2	ПЦ-Д10	85	5	10	15,2	35,0	44,5	53,2	60,0
3	ПЦ-Д15	80	5	15	12,0	40,0	42,5	52,5	65,0
4	ПЦ-Д20	75	5	20	9,8	25,5	40,2	49,5	53,3

Таркиби 20% ФКТА қўшилган цементдан бетон олиш ва уни

хоссаларини ўрганиш бўйича тадқиқотлар олиб бориш учун бетон аралашмасининг таркиби оптималлаштирилди. Олинган натижаларни таққослаш учун ПЦ400-Д0 бетон қоришмаси ҳам тайёрланди (3-жадвал).

3-жадвал

Мақбул бетон аралашмалари ва намуналарининг мустаҳкамлиги

Бетон-нинг т/р	1 м ³ бетон учун материалларнинг мақбул харажати							Бетоннинг зичлиги $\gamma, \text{kg/m}^3$ (куруқ ҳолатдаги)	R, kg/cm^2 , 28d
	Цемент сарфи, kg			Қ, kg	Ш, kg	С, L	В/Ц		
	Умумий	Цемент	ФКТА						
№ 1	-	298	-	661	1229	208	0,70	2396	220
№ 2	296	237	59	655	1218	217	0,73	2387	227

Изоҳ: Ц-цемент; ФКТА-фаол кул-тошқол аралашмаси; Қ-қум; Ш- шағал; С-сув

Синовлар учун ҳар иккала бетон қоришмасидан қирралари ўлчами 70 см куб-намуналар ясалди. ФКТА қўшимчали цементдан ясалган бетоннинг совуқбардошлик коэффиценти 25 цикл музлатиш ва эритишдан сўнг $K_{C_{\text{мрз}}}=1,100$ ни ташкил этиб, қўшимчасиз цемент асосидаги бетонниқидан ($K_{C_{\text{мрз}}}=1,066$) юқори бўлди ва унинг совуққа чидамлилиқ даражаси бўйича маркаси $F_1 25$ бетонга қўйилган талабга мувофиқ келди. Унинг иқлим ўзгаришига қаршилиқ коэффиценти ($K_{\text{ат}}=1,04$) ҳам ПЦ-Д0 ($K_{\text{ат}}=0,91$) ниқидан юқори бўлганлиги, янги турдаги қўшимчали цемент асосидаги бетонни совуққа ва иқлим ўзгариши таъсирига чидами юқори деб хулоса қилишга асос бўлди.

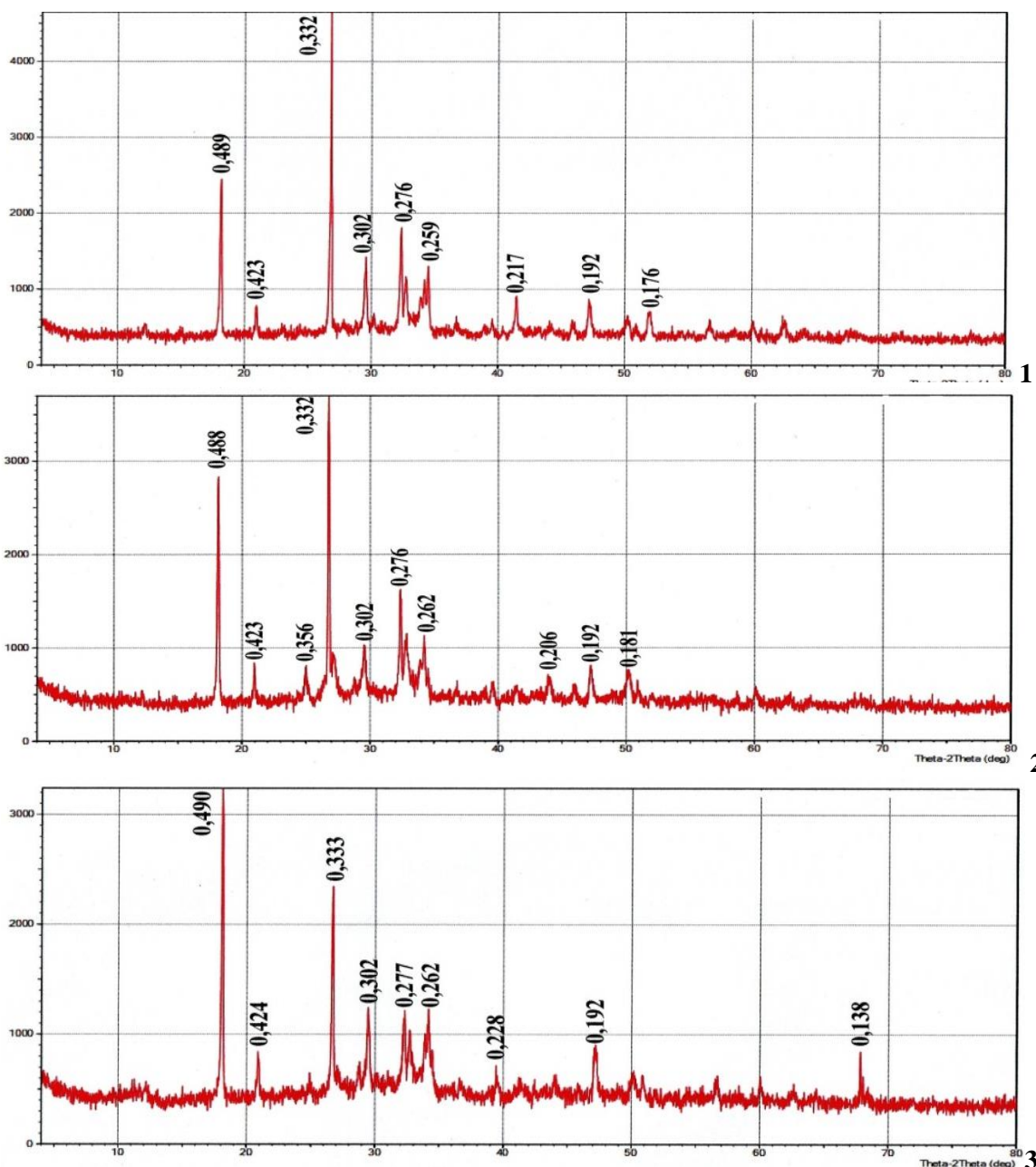
Диссертациянинг **“Қуруқ хайдалган кул-тошқол аралашмаси билан модификацияланган портландцементларнинг қотишида янги ҳосилаларнинг ривожланиш йўли (маршрути) ва цемент тоши микроструктурасини шаклланиш генезисини тадқиқ қилиш”** деб номланган тўртинчи бобида, таркибидаги клинкернинг улуши 20% гача камайишига қарамай қўшимчали цементнинг мустаҳкамлиги қўшимчасиз цементниқига нисбатан юқорироқ бўлиши сабабларини аниқлаш мақсадида, гидратланиш жараёнида янги бирикмаларнинг ҳосил бўлиши ва цемент тоши микроструктурасини шаклланиш генезиси тадқиқ этилди.

Аниқланишича, қотиш даврида муддат ўтиши билан модификацияланган цемент намуналаридаги боғланган сув миқдори ҳам аста-секин ортиб бориб, 60-суткада 17,17% га етди, бу эса базавий ПЦ тошидагига нисбатан 3,13% га кўп бўлганлиги, гидратли бирикмалар миқдори кўпайганлигидан далолат берди, 90-суткалик муддатда эса гидратли фазалар таркиби барқарорлашиши туфайли сувни бирикмаларга кимёвий боғланиши бир оз секинлашди.

Рентгенфазавий таҳлил маълумотларига кўра, таркибида 20% ФКТА қўшимчали цементларда C_3S гидролизланиши натижасида ажралиб чиқаётган $Ca(OH)_2$ ни, ФКТА суюқ фазадан жадал ютиб, гидратли

маҳсулотларни катта миқдорда ҳосил бўлишини таъминлайди. Натижада, тоберморит туридаги гидросиликатли ҳосилалар катта миқдорда вужудга келади ва цемент тошини зичлаштиради, бу эса, ўз навбатида цемент таркибидаги юқори фаолликка эга клинкер миқдорини камайганига қарамай, қўшимчали цементнинг физик-механик кўрсаткичлари юқори бўлишига олиб келади.

4-расмга мувофиқ, вужудга келган кальций гидросульфо алюминатларини ($d/n=0,489; 0,192; 0,176, 138 \text{ nm}$) чизиқлари 1 дан 90 гача суткалик қотиш даврида ўз ўлчамларини камроқ ўзгартирган.



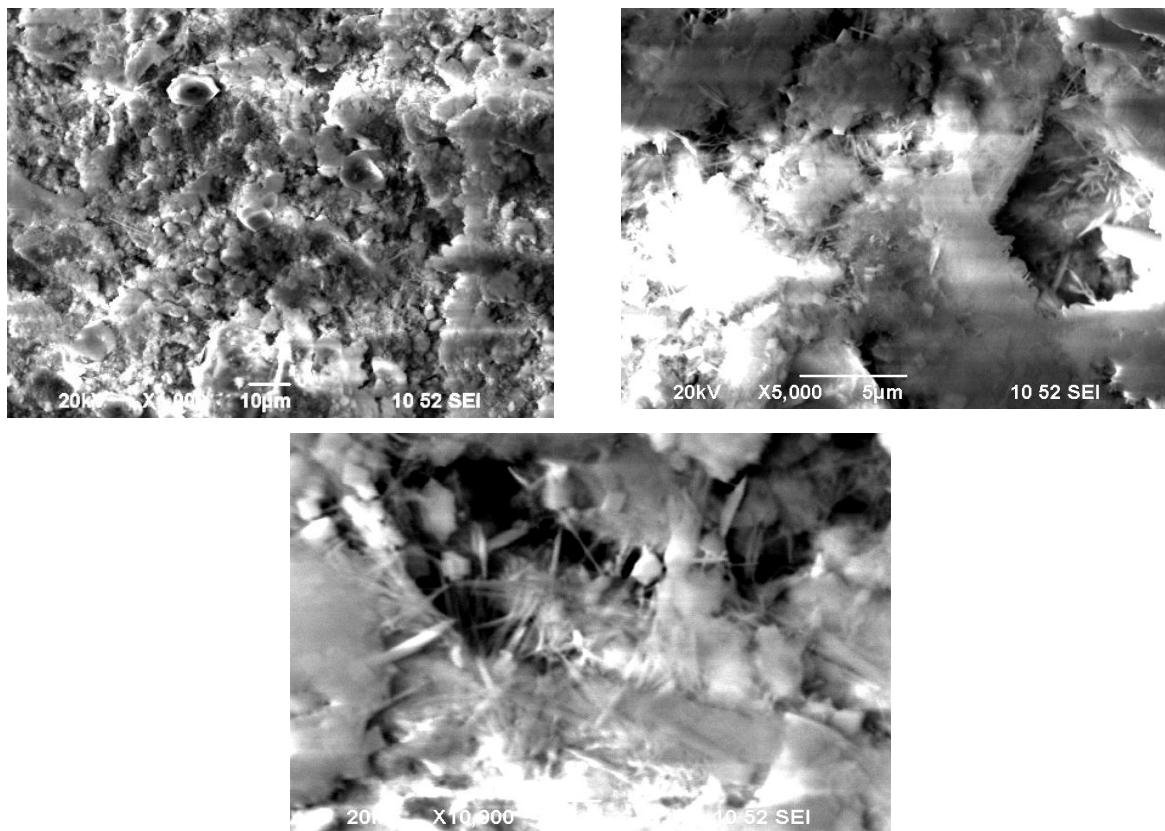
4-расм. Таркибига 20% ФКТА қўшилган портландцементнинг 1 (1); 28 (2) ва 90 (3) сутка давомида сувда қотгандан кейинги дифрактограммалари

ФКТА қўшилган цемент намуналарини термик ҳолати унинг қотиш

муддатларига боғлиқ бўлиб, термик барқарорлик қатори қуйидагича ўзгаради: 1-сут (20,44%); 3-сут (18,29%); 7-сут (20,66%) ва 90-сут (22,08%). Бундай самара, кимёвий сув боғланиши тезлиги пайдо бўлаётган ҳосилаларнинг фаза таркиби ва «туйилган клинкер-гипс-фаол кул-тошқол-сув» тизимида шаккланаётган цемент тоши ғоваклари ФКТА нинг шарсимон заррачалари билан тўлиши ҳисобига таъминланади.

Бу заррачалар қўшимча равишда кальций гидроалюминат ва гидросиликат ивиқлар ҳосил бўлишига, улардан нинасимон кристаллар ўсиб, чатишишига кўмаклашади. Бунда цемент тошининг капилляр ғоваклилиги ва ўтказувчанлиги сезиларли даражада камаяди (5,6,7 -расмлар).

Цемент сув билан қориштирилгандан 1 суткадан кейин цемент пастаси тошга айлана бошлайди, унинг синдирилган юзаси турли шаклга ва йўналишга эга ва кўплаб ҳаво ғоваклари бўлган ғадир-будир зарралардан иборат бўлиб, ғовакларнинг ички деворларида нинасимон кристаллар ўсаётганлиги кузатилади. Янги ҳосил бўлган бундай нинасимон кристалларнинг бўртиқлари қотаётган цемент пастасининг юза қатламларида яна давомли пайдо бўлади (5-расм).

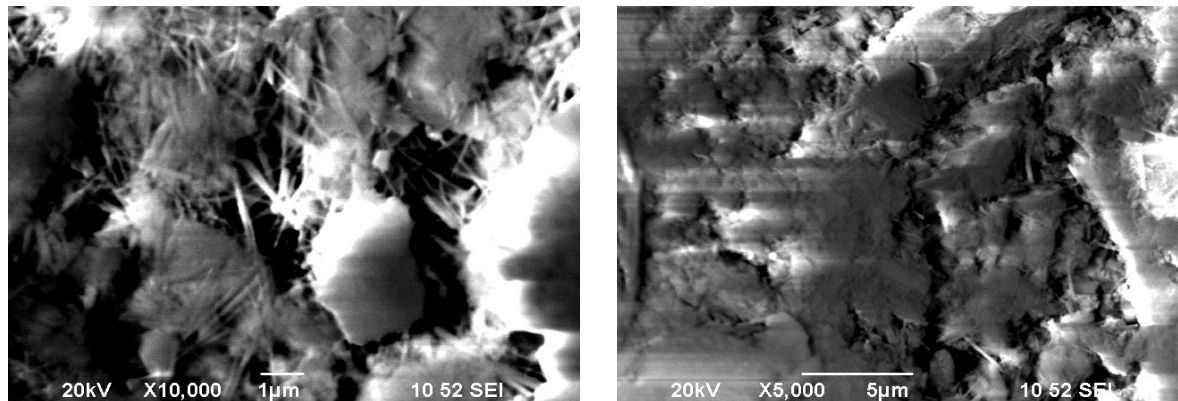


5-расм.Таркиби 20% ФКТА ли 1 сутка давомида қотган цемент тоши синиғи юзасининг рельефи

Цементни гидратланиш жараёни 3-суткага келиб тезлашди, бунда цемент тошининг скелет кристалл тузилмаси шаклланишида мустаҳкамловчи бирикма сифатида хизмат қилувчи эттрингит катта миқдорда кристалланиши кузатилди. Бунга цемент таркибидаги ютиш қобилияти юқори бўлган ФКТА

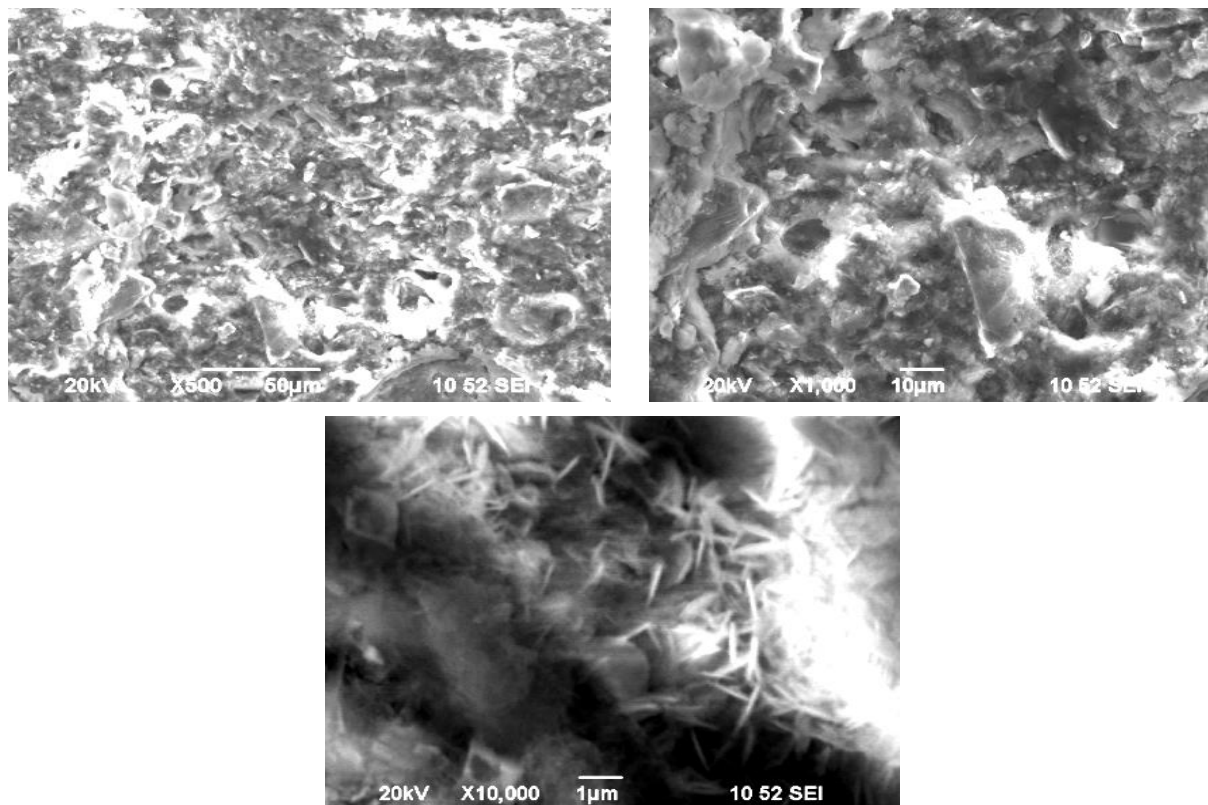
кўшимчасидаги фаол алюмосиликатларнинг иштироки ёрдам беради.

Кўшимча суюқ фазага ажралиб чиққан Ca^{2+} ионларини жадал ютиб, C_3S гидролизини ва суюқ фазага Ca^{2+} ионларининг янги миқдорларини ажралиб чиқишини тездаштиради. Улар эса ўз навбатида цемент таркибидаги алюминат ва сульфатлар билан ўзаро таъсирга киришиб, этtringит кристалларини кўпроқ ҳосил бўлишини таъминлайди (6-расм).



6-расм. ФКТА ли 3 сутка қотган цемент тошини синиқ юзасининг рельефи

7-сутка мобайнида цемент тошидаги ғоваклар ва микроёриқлар турли йўналишда бетартиб ўсаётган кальций гидросульфoалюминатлари, гидросиликатларининг кристаллари ва кристалл агрегатлари билан тўлиб боради ва микроёриқларни «ўз-ўзини даволаши» жараёни кечади.



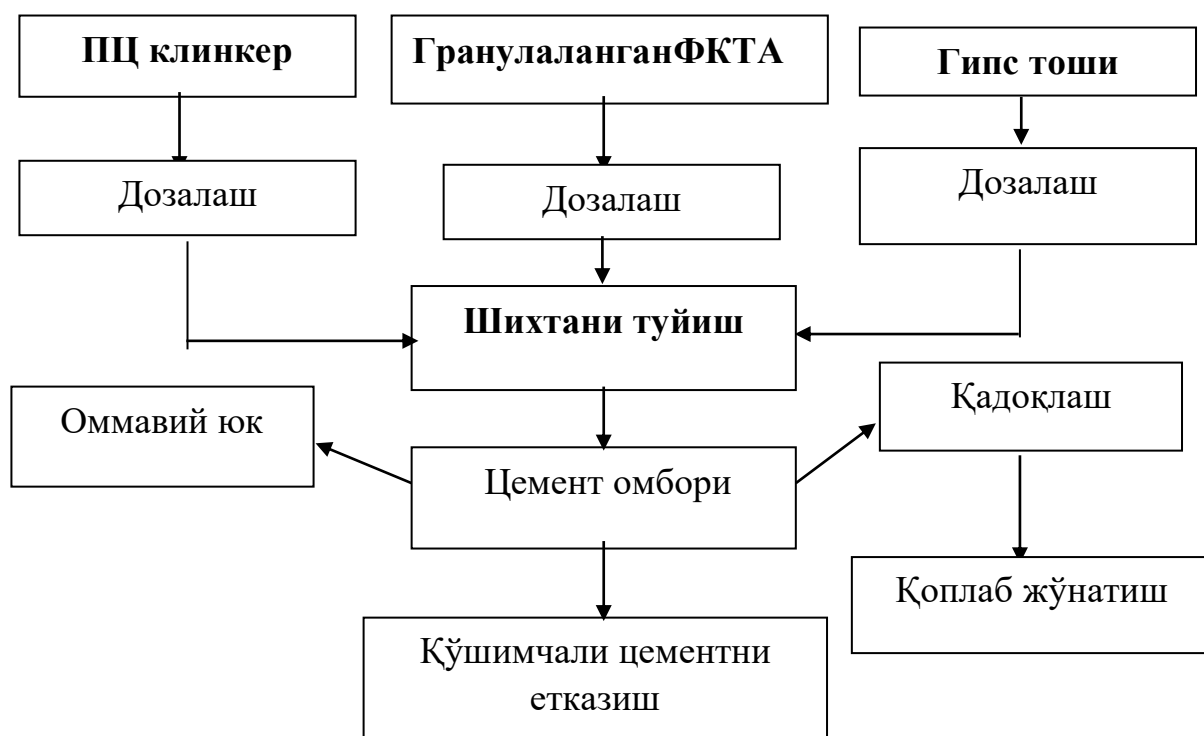
7-расм. ФКТА ли 28 сутка қотган цемент тошини юзасининг рельефи

Бу 6-расмда яққол тасвирланган бўлиб, ғовакларда игначалар ва юпқа

пластинкасимон субмикросталлар ўсаётганлиги, уларни турли томонларга йўналганлиги ва кристалл “боғламлар”ни ҳосил қилиб, цемент тошини мунтазам жипслаштираётганлиги кўзга ташланади. Цемент тошининг микротузилмаси 28-суткага келиб, гидратланиш маҳсулотларини ўсиб чатишиши ҳисобига кам ғовакли яхлитланган кўринишига эга бўлади (7-расм).

Шу билан бирга, гидратланиш жараёни «пастдан-тепага» тамойили бўйича давом этади ва цемент тоши ғоваклариди гидросиликатларнинг бетартиб ўсаётган нинасимон, призмасимон толасимон ва ипсимон кристалларидан “боғламлар” ҳосил бўлиши, уларнинг гидроалюмоферритни пластинкасимон кристаллари билан чатишиб зичланиши ва турли йўналишда бетартиб жойлашиши ҳисобига, 28 сут муддатда блокланган кўринишдаги мустаҳкам сунъий конгломерат шаклланади ва унинг гидравлик фаолиги ГОСТ 10178 нинг ПЦ 400-Д20 маркали цементга қўйган талабига мувофиқ келади.

Ишнинг «**Курук хайдалган кул тошқол аралашмасидан фойдаланиб цемент ишлаб чиқариш технологияси самарадорлигини техник-иктисодий асослаш**» мавзусидаги бешинчи бобида ФКТА иштирок этган қўшимчали цемент ишлаб чиқаришнинг блок-схемаси тасвирланган (8-расм).



8-расм. ФКТА қўшилган цемент олишни блок-схемаси

Бунда, ФКТА ни цемент қўшимчаси сифатида қўллаганда, қўшимчали цемент ишлаб чиқаришнинг мавжуд технологик схемасига ўзгартириш ёки қўшимчалар киритилмайди, ПЦ клинкери, гипс тоши ва ФКТА республиканинг цемент заводларидаги анъанавий технология бўйича биргаликда туйилади.

Ушбу бобда тадқиқот натижаларидан цемент ишлаб чиқаришда фойдаланишни таъминловчи меъёрий база - Т_S 18388312-01:2019 “Фаол кул-тошқол аралашмаси. Техник шартлар” ишлаб чиқилиб, “Ўзстандарт” Агентлигида рўйхатдан ўтказилганлиги ва “ЕКО STROM PLUS” МЧЖ томонидан амалга киритилганлиги ҳам баён этилган. Ангрен ИЭСни куруқ ҳайдалган кул-тошқол аралашмаларини цементга фаол минерал кўшимча сифатида ишлатишнинг экологик, технологик ва иқтисодий самарадорлиги кўрсатилган. Фаол кул тошқол аралашмасидан фойдаланиб ПЦ400-Д20 маркали цемент олиш технологияси ижобий натижалар билан синовдан ўтганлиги ҳақидаги маълумотлар келтирилган.

ХУЛОСАЛАР

1. Ёқилғи-энергетика комплексининг гидротехник усулда ҳайдаладиган кул-тошқол чиқиндиларидан қурилиш материаллари саноатида кенг миқёсда фойдаланиш имкониятлари қисқалиги назарий асосланди. Куруқ ҳайдаш усулини қўллаш, кул-тошқол чиқиндиларини фаоллик даражасини ошириши сабабли, уларнинг истеъмол даражаси ҳам юқори бўлиши кўрсатилди.

2. Ангрен ИЭСда кул-тошқол чиқиндисини куруқ ҳайдаш усули жорий этилганлигини сабабли, уни цементга кўшимча сифатида қўллаш имкониятини аниқлаш бўйича комплекс тадқиқотлар ўтказиш зарурияти пайдо бўлганлиги қайд этилди.

3. Ангрен ИЭС куруқ ҳайдалган кул-тошқол аралашмаси кимёвий-минералогик ва технологик хоссалари бўйича О'z DSt 901-98 талабларига мувофиқ келиши аниқланди ва умумқурилиш ПЦларини ишлаб чиқаришда фаол минерал кўшимча сифатида фойдаланишга тавсия этилди.

4.Таркибида 20% ФКТА тутган кўшимчали портландцементнинг барча физик-механик ва умрбоқийлик (совуққа ва иқлим ўзгариши таъсирига бардоши) кўрсаткичлари кўшимчасиз цементдан бирмунча юқорилиги аниқланди.

5.Ишлаб чиқилган янги турдаги умумқурилиш ПЦининг гидратланиш тезлиги, қотиш жараёнида янги ҳосилалар вужудга келиши ва ривожланиши, цемент тоши структураси шаклланиш генезиси тадқиқ этилди. Таркибида юқори ҳароратда куйдириб олинган алитли фаол клинкерни улуши 20% га камайганига қарамай, цемент тошининг мустаҳкамлиги юқори бўлиши “туйилган клинкер-гипс тоши-ФКША-сув” тизимида кечадиган кимёвий таъсир жараёнини ўзига хослиги билан таъминланиши кўрсатилди ва жараёнда кечадиган “таркиб – тузилма - мустаҳкамлик” ўзаро боғлиқлик қонуниятлари ўрнатилди.

6. ФКТАни ташиш ва фойдаланишга қулай бўлиши учун уни донадорлаш бўйича ва ундан фойдаланиб кўшимчали цемент ишлаб чиқаришнинг блок-схемаси таклиф этилди, Ташкилот стандарти Т_S 18388312-01:2019 “Фаол кул-тошқол аралашмаси. Техник шартлар” ишлаб чиқилиб, “Ўзстандарт” Агентлигида рўйхатдан ўтказилди ва «ЕКО STROM PLUS»

МЧЖда кучга киритилди.

7. Умумқурилиш портландцементи ишлаб чиқариш учун клинкер, гипс тоши ва ФКТАларнинг сарфий меъёрлари аниқланди ва «Қизилқумцемент» АЖда ПЦ400-Д20 маркали портландцемент ишлаб чиқариш технологияси жорий этилди.

8. «Қизилқумцемент» АЖда ва ЎзР ФА УНКИ қошидаги «Стром» ИЛва СМ ни аккредитацияланган лабораторияларида янги турдаги цементни назорат синови ўтказилди ва уни ГОСТ 10178 ни умумқурилиш цементларига қўйган талбларига тўла мувофиқ келиши тасдиқланди. Қуруқ кул-тошқол аралашмасидан цементга фаол минерал қўшимча сифатида фойдаланишнинг экологик, технологик ва иқтисодий самарадорлиги асосланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02./30.12.2019.К/Т.35.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ИНСТИТУТА ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ
ХИМИИ**

**НАВОИЙСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

ТУРСУНОВ ЗАРИФ РУЗИМУРДОВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С АКТИВИРОВАННОЙ ЗОЛОШЛАКОВОЙ
СМЕСЬЮ ТЭС**

02.00.13–Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Ташкент – 2022

Тема диссертации ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована под номером В2021.1.PhD/T2054 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан

Докторская диссертация выполнена в Навоийском отделении Академии наук Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на веб-странице Научного совета по адресу www.ionx.uz и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz.

Научный руководитель: **Искандарова Мастура**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Мирзакулов Холтура Чориевич**
доктор технических наук, профессор
Искендеров Ахмет Максудбаевич
доктор технических наук


Ведущая организация: **Ургенчский государственный университет**

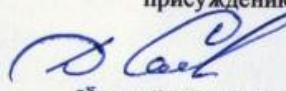
Защита диссертации состоится «7» апреля 2022 г. в «10⁰⁰» часов на заседании Научного Совета DSc.02./30.12.2019.K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан (адрес: 100174, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanguz@mail.ru).


С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Институте общей и неорганической химии (Зарегистрированной номер №7). Адрес: 100174, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90

Автореферат диссертации разослан «18» марта 2022 года
(протокол реестра №7 от «18» марта 2022г.)




Б.С. Закиров
Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.х.н., профессор


Д.С. Салиханова
Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор


Ш.С. Намазов
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор, акад. АН РУз.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мире одним из наиболее рентабельных способов экономии топливно-энергетических и природных сырьевых ресурсов в цементной промышленности, которые могут частично заменить высокотемпературный клинкер в цементе, является производство смешанных и композиционных портландцементов. Одним из приоритетов направлений отрасли является производство качественного и недорогого цемента с высокими эксплуатационными свойствами, усовершенствованными технологическими процессами. В связи с этим, актуальным является выявление и изучение доступных источников местного природного сырья и техногенных минеральных добавок, не оказывающих негативное влияние на физико-механические и эксплуатационные свойства при производстве энергоэффективных смешанных и композиционных портландцементов.

В настоящее время в мире ведутся исследования по разработке качественных видов и технологии производства цемента с применением отходов тепловых электростанций - активной золошлаковой смеси ТЭС. В связи с этим, оптимизация составов добавочных цементов и совершенствование технологии их производства; разработка научно-технологических основ получения низкотемпературных клинкеров на основе новых видов природного и техногенного сырья; сокращение времени твердения пуццолановых цементов в воде, улучшение физико-механических и строительно-технических свойств; особое внимание уделяется разработке новых видов гибридных композиционных цементов и технологии производства.

В Республике по строительству современных цементных предприятий, получены новые виды цемента на основе техногенных отходов, увеличены объем их производства и экспортный потенциал, достигнуты ряд научных и практических результатов. С целью дальнейшего развития Республики Узбекистан, выработана Стратегия действий, которая определяет следующие задачи: «развитие отраслей производств, модернизация и диверсификация промышленности, применение на практике малозатратных, энергосберегающих методов развития цементной промышленности, производство импортозамещающей и экспортно-ориентированной продукции»¹. В связи с этим, большое значение приобретают исследования, направленные на производство дешевых и высококачественных цементов с использованием техногенных отходов, в том числе, для производства малоэнергоемких клинкеров и цементов.

В Республике по строительству современных цементных предприятий, получению новых видов цемента на основе техногенных отходов, увеличению объема их производства и экспортного потенциала, достигнуты

¹ Указ Президента Республики Узбекистан № ПФ-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы по пяти приоритетным направлениям»

ряд научных и практических результатов. С целью дальнейшего развития Республики Узбекистан, выработана Стратегия действий, которая определяет следующие задачи: «развитие отраслей производств, модернизация и диверсификация промышленности, применение на практике мало затратных, энергосберегающих методов развития цементной промышленности, производство импортозамещающей и экспортно-ориентированной продукции». В связи с этим, большое значение приобретают исследования, направленные на производство дешевых и высококачественных цементов с использованием техногенных отходов, в том числе, для производства малоэнергоёмких клинкеров и цементов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах и Постановлениях Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», ПП-3696 от 4 мая 2018 года «О дополнительных мерах по стабильному обеспечению внутреннего рынка цементом», ПП-4198 от 20 февраля 2019 года «О мерах по коренному совершенствованию и комплексному развитию промышленности строительных материалов» ПП № 4335 «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов» от 23 мая 2019 года, 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. По получению клинкера и добавочных портландцементов с использованием золошлаков ТЭС и других видов минеральных отходов занимались В.В. Тимашев, В.К. Классен, Т.Б. Бельский, О.В. Кононов, А.О. Смирнов, М.Я. Бикбау, Кузнецова Т.В., Осокин А.П., Ihsan Erçin, H. El-Didamony, H. N. M.Darweesh, R. A.Mahmoud, Yilmaz Bulent, Ediz Nezahat, Degirmenci Nurhayat, Yilmaz Arin, Ю. А. Онасенко, В. В. Песчанск, В.В. Бабков, А.И. Габитов, Р.Р. Сахибгареев, Т.Б. Бельск, Г. Браун, А.И. Савенков, А.А. Баранов, В.Д. Котляр, М.В. Бахарев, В.Н., Семиңдейкин, З.Б. Энтин и другие.

Учеными нашей страны И.С. Канцельским, М.Г. Гулямовым, Т.А. Атакузиевым, М.И. Искандаровой, З.П. Пулатовым, А.А. Тулягановым, Ф.Б. Атабаевым, А.М. Искендеровым, Г.Б. Бегжановой, З.А. Мухамедбаевой и другими также проведены широкомасштабные научные исследования по данной теме.

В результате научных исследований ускорен процесс образования основных минералов в клинкерах с малой энергоёмкостью; стабилизированы показатели марки портландцементов, полученные на основе техногенных отходов; повышена прочность добавочных и композиционных

портландцементов; изучен механизм новообразований при обжиге клинкера и введении в цемент новых добавок; исследованы физико-химические основы образования искусственных конгломератов в цементном камне, достигнута экономия дорогостоящего клинкера, увеличение объемов производства, снижение себестоимости цемента, и большинство технологий, разработанных в этом направлении, внедрены в промышленности.

Вместе с тем, проблема разработки новых малоклинкерных видов цемента на основе портландцемента (ПЦ), модифицированного активной золошлаковой смесью ТЭС (АЗШС); повышение коррозионной устойчивости сульфатостойких цементов; изучение механизмов гидратации пуццолановых цементов в бетоне; повышение эффективности научно-исследовательских работ в области снижения себестоимости цемента, расширение ассортимента и совершенствование технологии производства добавочных цементов, являются одной из актуальных проблем, требующих своего решения.

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 Института общей и неорганической химии в рамках практического проекта №А-ФА-2019-5 «Освоение технологии получения добавочных и сульфатостойких цементов, модифицированных активированными золошлаковыми отходами Ново-Ангренской ТЭС».

Целью исследования является разработка состава и энергосберегающей технологии производства нового вида портландцемента с использованием в качестве добавки золошлаковую смесь сухого удаления Ангренской ТЭС.

Задачи исследования:

исследование химико-минералогического состава АЗШС, определение их гидравлической активности и пригодности для использования в качестве добавки в цемент;

исследование влияния АЗШС на физико-механические свойства портландцемента и оптимизация состава добавочных цементов с их использованием;

исследование кинетики скорости связывания воды, формирования фазового состава и микроструктуры искусственного конгломерата при твердении вяжущей системы «молотый клинкер-АЗШС-гипс-вода» и установление закономерностей взаимосвязи «состав-структура-свойства» при формировании цементного камня;

разработка технологии производства портландцементов с добавками АЗШС и выдача рекомендаций по ее внедрению;

Объектом исследования являются отход Ангренской ТЭС - активные золошлаковые смеси сухого удаления (АЗШС) и цементы, полученные с ее использованием в качестве добавки.

Предметом исследований является оптимизация составов портландцементов с добавкой АЗШС, исследование процессов их гидратации, твердения и структурообразования, а также разработка

технологии производства добавочного цемента.

Методы исследования. В диссертационной работе химико-минералогические составы, технологические свойства АЗШС и физико-механические свойства цементов определены с применением стандартных методов испытаний. Их химико-минералогический состав, процесс гидратации добавочного цемента, процессы формирования микроструктуры цементного камня определены с применением физико-химических методов (рентгенофазовый, дифференциально-термический, ИК-спектроскопический и электронно-микроскопический) исследования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые научно и практически доказаны физико-химические, технологические свойства активной золошлаковой смеси и возможность использования ее в качестве активной минеральной добавки к цементу;

установлена прямая зависимость между количеством АЗШС в добавочном цементе, физико-механическими свойствами цементного камня и оптимальным составом портландцемента (ПЦ);

доказано формирование искусственного конгломерата с совершенным фазовым составом и структурой в процессе гидратации нового вида добавочных ПЦ, особенности возникновения и развитие гидратных новообразований во времени;

выявлена корреляционная связь между физико-химическими изменениями в системе «молотый клинкер - активная золошлаковая смесь – гипс – вода», формированием цементного камня и его физико-механическими свойствами в процессе твердения добавочных цементов, модифицированных АЗШС,

Практические результаты исследования состоят в следующем:

до 20% дорогостоящего высокотемпературного клинкера в цементе заменен дешевой АЗШС;

разработаны технология и технические условия на производство новых ПЦ400-Д20 ПТ, содержащих АЗШС;

разработана блок-схема производства новых видов добавочных ПЦ из АЗШС.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов физико-механических испытаний и масштабных экспериментов подтверждены в их проведении в соответствии с требованиями действующих международных стандартов, стандартов Республики Узбекистан, применением приборов и оборудования, имеющих сертификатов соответствия, применением современных методов физико-химического исследования, как рентгенофазовый, дифференциально-термический, ИК-спектроскопический, оптический и электронно-микроскопический анализы.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что прочная структура искусственного конгломерата, образующегося при замене до 20 % клинкера в модифицированном портландцементе на АЗШС,

образование новых гидратных продуктов и формирование его высоких физико-механических свойств при твердении новых видов добавочных ПЦ, объясняется закономерностями механизма химического взаимодействия «состав-структура-прочность».

Практическая значимость результатов исследований заключается в экономии 20% высокотемпературного клинкера в добавочных цементах, увеличении объема производства цемента, снижении себестоимости, направленности на оздоровление окружающей среды и улучшении экологической обстановки в районах промышленных предприятий.

Внедрение результатов исследования. На основании научных результатов, полученных при разработке технологий получения ПЦ, модифицированных АЗШС:

технические условия на производство активированной золошлаковой смеси утверждены Агентством «Узстандарт» (Т_С 18388312-01:2019). Данный нормативно-технический документе позволил контролировать качество и технологический процесс получения продукта;

технология получения добавочного портландцемента (ПЦ) с активной золошлаковой смесью входит в перечень перспективных разработок, подлежащих внедрению на АО «Кизилкумцемент». (Информация АО «Кизилкумцемент» №02/1687 от 23 ноября 2021 года). В результате достигнута экономия до 20 % дорогостоящего клинкера, полученного при высоких температурах, снижение затрат на добавочные ПЦ марки ПЦ400-Д20 и увеличение объема производства.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 4-х международных и 7-и республиканских научно-технических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ. Из них 6 статей, в том числе 2-в республиканских и 4-в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций (PhD). В Комитет по интеллектуальной собственности подана заявка на получение патента РУз.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 109 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность выбранной темы, цели и задачи исследования, приведены характеристики объектов и предмет исследования, отмечено соответствие исследований приоритетным направлениям науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение их в

практику, приведены сведения по опубликованным работам, структура и объем диссертации.

В первой главе диссертации **«Состояние и перспектива эффективного использования золошлаковых отходов в цементной промышленности»** приводится обзор информации зарубежных и отечественных источников научно-технической и патентной литературы, посвященных разработке составов и технологий получения цементов с добавкой золошлаковых смесей, на основе критического подхода к имеющимся разработкам, выявлены их недостатки и преимущества.

Путем анализа имеющейся информации в области получения добавочных цементов показано, что такие добавки, как активные золошлаковые смеси, диатомиты, трепелы, опоки, различные вулканические породы, содержащие активные кремний и алюминий, заменяют часть клинкера в цементе, в результате быстрого поглощения извести способствуют улучшению физико-механических и строительно-технических свойств цемента и бетона на его основе.

Показана возможность получения в промышленности строительных материалов добавочных цементов и других видов строительных материалов с использованием активной золошлаковой смеси ТЭС. При этом отмечено, что за счет увеличения поверхностного контакта активных кремнезема и глинозема с частицами клинкерных минералов и усиления поглощения $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при твердении портландцемента, увеличения количества образующихся гидросиликатов тоберморитовой группы и гидроалюмината кальция, формируется высокопрочный цементный камень и появляется возможность получения из этих цементов качественного бетона.

В связи с тем, что золошлаки мокрого удаления Ангренской ТЭС из-за низкой активности не используются в производстве различных строительных изделий, впервые в Узбекистане на Ангренской ТЭС внедрен метод сухого удаления золошлаковых смесей. Это диктует необходимость детального изучения их технологических свойств, определение пригодности в качестве добавки в цемент, соответствие требованиям нормативных документов, исследование свойств новых видов цемента, оптимизации составов и технологических параметров процесса производства добавочных цементов и применение их на практике.

Во второй главе диссертации **«Химико-минералогические свойства исходных материалов и методы выполнения исследований»** приведены химико-технологические параметры и свойства исходных материалов: портландцементного клинкера АО «Ахангаранцемент», гипсового камня Бухарского месторождения, активной золошлаковой смеси Ангренской ТЭС (АЗШС). Согласно таблице 1, химический состав активной золошлаковой смеси характеризуется высоким содержанием оксидов силикатов и алюминия: SiO_2 67,09%, Al_2O_3 22,29%. Исследуемая проба АЗШС по химическому составу относится к группе кислых золошлаковых отходов (содержание SiO_2 более 45%, CaO - менее 10 % по массе), по

содержанию горючих, определяемых величиной потерь при прокаливании к низким содержанием (не более 5%).

Таблица 1

Химический состав исходных материалов

Наименование материала	Массовая доля оксидов, %								
	п.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	Pr
ПЦ клинкер АО «Ахангаран-цемент»	0,36	21,3	4,75	4,86	63,58	3,07	0,36	1,58	0,36
Усредненная проба АЗШС	0,61	64,79	20,64	3,99	3,36	0,80	1,64	4,12	0,42
Гипсовый камень	19,1 (400°С)	1,52	0,13	0,14	33,04	0,20	43,46	-	2,55

Состав сухой АЗШС представлен серой полидисперсной массой, состоящей из твердых и тонких дисперсных фракций, и по микрофотографиям, снятым с помощью оптического микроскопа, они состоят из черных и коричневых частиц. Отмечено, что твердая фракция смеси состоит из круглых, удлинённых и мелкозернистых зерен размером не более 15 мкм (рис. 1). Поскольку поверхность зерен шероховатая, был сделан вывод, что при использовании в качестве добавки к цементу они с большей вероятностью будут прочно цепляться с частицами цемента.



Рисунок 1. Структура активной золошлаковой смеси Ангреной ТЭС: а–общий вид; б-шлаковая часть; в-золевая часть. x100

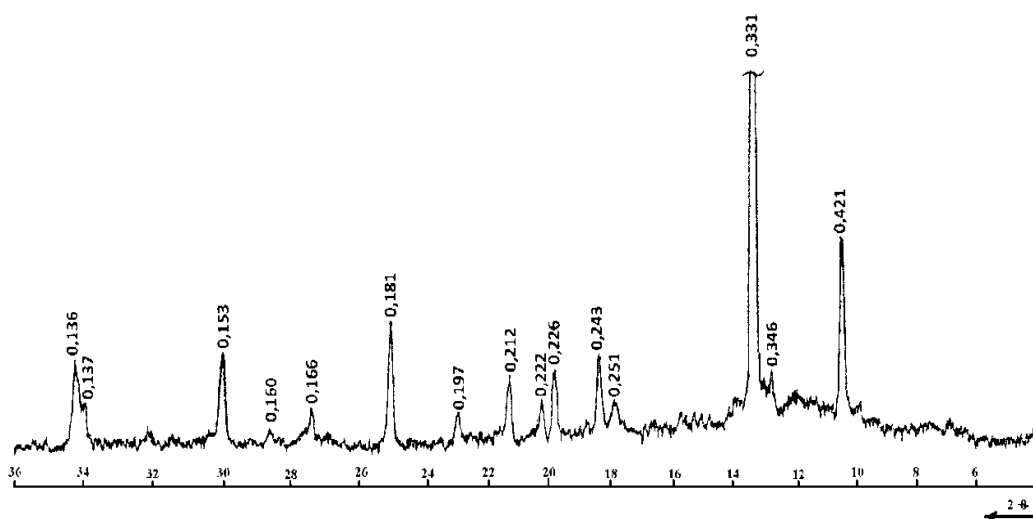


Рисунок 2. Дифрактограмма сухой активной золошлаковой смеси

На рентгенограмме усредненной пробы АЗШС были обнаружены кварц ($d/n=(0,421; 0,331; 0,243; 0,226; 0,222; 0,212; 0,197; 0,181; 0,166; 0,153)$ nm, муллит ($d/n=(0,346; 0,331; 0,0,251)$ nm, $\text{CaO}_{\text{св}}$ ($d/n=(0,239; 0,169)$ nm, CaCO_3 ($d/n=0,301$ nm) и низкоосновные силикаты кальция ($d/n = 0,292; 0,282; 0,278$) nm. Его шлаковая часть также состоит из таких же минералов: кварц ($d/n=0,421; 0,331; 0,243; 0,225; 0,222; 0,210; 0,196; 0,180; 0,166$) nm, муллит ($d/n = 0,344; 0,330; 0,250$ nm), $\text{CaO}_{\text{св}}$ ($d/n=0,239; 0,169\dots$) nm, CaCO_3 ($d/n = 0,303\dots$ nm), низкоосновные силикаты кальция ($d/n=0,292; 0,282; 0,278$)nm. Помимо этих минералов в зольной части отходов были обнаружены также минералы, принадлежащие к группе полевых шпатов, в том числе, калиевый полевой шпат в форме ортоклаза ($d/n = 0,421; 0,312; 0,344 0,315; 0,331, 0,319; 0,315; 0,290; 0,256; 0,214; 0,196; 0,178$)nm.

Исходя из результатов, полученных по химико-минералогическому составу, гидравлической активности по критерию (t) Стьюдента, окончанию периода схватывания и водонепроницаемости, АЗШС удовлетворяют требованиям, предъявляемым активным минеральным добавкам и, соответственно, было сделано заключение о возможности ее использования в качестве добавки, пригодной для применения как активной минеральной добавки в цемент.

Для разработки энергоэкономичного состава и технологии получения добавочного цемента сделан вывод о целесообразности определения влияния АЗШС на физико-механические свойства ПЦ. В этой главе представлена также информация об использованном оборудовании, приборах, установках и методах исследования.

В третьей главе диссертации «**Разработка технологии получения портландцементов, модифицированных активной золошлаковой смесью сухого удаления**» освещены результаты исследования гидравлической активности золошлаковой смеси, ее влияние на физико-механические свойства ПЦ. Гидравлическая активность АЗШС составляет по критерию Стьюдента $t=52,92$, что выше регламентируемого его значения $t=2,07$ по $O'z$

DSt 901-98 и $t=15$ по ГОСТ 31108, что послужило основанием для его использования в качестве активной минеральной добавки к цементу.

Были приготовлены цементные шихты, содержащие ПЦ клинкер (75-85)%, АЗШС (10-15)% и 5% гипса, которые были измельчены в лабораторной мельнице. По данным химического анализа, количество основных оксидов в полученных цементах находилось в следующем диапазоне: SiO_2 (20,88 - 30,98)%; Al_2O_3 (4,68–6,48)%; Fe_2O_3 (3,25 -3,67)%; CaO -(40,55-61,67)%; MgO -(2,51-2,72)%. Содержание SO_3 в цементах составило (2,54-3,27)%, что соответствует требованиям ГОСТ 10178-91 и 31108-2003.

Установлено, что при помоле сырьевых шихт для добавочных цементов, их способность к измельчению изменяется пропорционально количеству АЗШС, т.е. при количестве добавки 20% АЗШС процесс помола несколько улучшается по сравнению с ПЦ-Д0, при добавке 10% АЗШС, при времени помола 40 минут, тонкость помола по остатку на сите № 008 составила 11,5% (рис. 3).

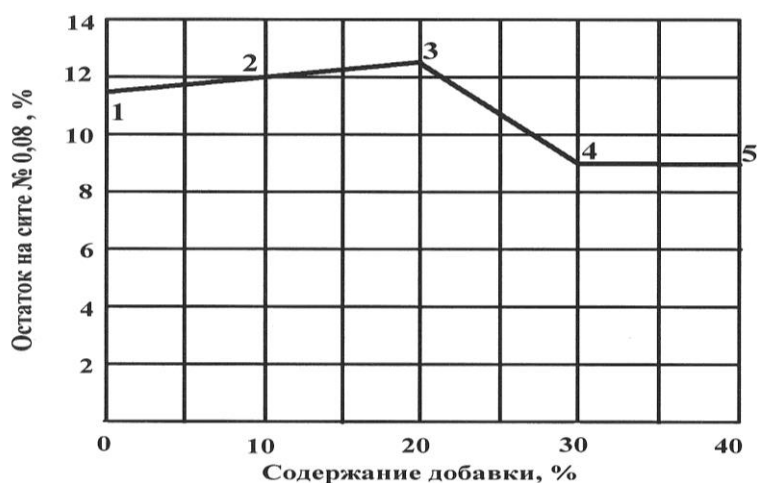


Рисунок 3. Зависимость тонкости помола добавочных цементов от содержания АЗШС

Время схватывания цементов с добавкой 10÷20% практически не отличалось от цемента ПЦ-Д0. Когда количество добавки увеличили на 10% и 20%, из-за увеличения количества алюмосиликатных минералов, поступивших с добавкой, время схватывания добавочного цемента несколько замедлилось по сравнению с ПЦ-Д0.

Разница между 28-дневными значениями прочности на сжатие базового цемента ПЦ-Д0 и цемента с 10% АЗШС составила 10,7 МПа (таблица 2).

В соответствии с данными этой таблицы, 15%-ное количество АЗШС способствовало повышению прочности цемента по сравнению с ПЦ-Д0 во все сроки. При добавке 20% АЗШС прочность образцов добавочного цемента в начальный период твердения (1-3 сут) несколько снижается, однако, формирующийся в процессе гидратации в системе «молотый клинкер – АЗШС – гипс – вода» цементный композит постепенно уплотняется и к 28-суточному сроку твердения его прочность стала даже выше, чем у ПЦ-Д0. Добавочные цементы, содержащие до 20% АЗШС, соответствовали всем требованиям ГОСТ 10178-85, и их марка обозначена ПЦ400-Д20.

Таблица 2.

Влияние АЗШС на показатели прочности портландцемента

№	Обозначение и соотношение компонентов в цементах, масс. %				Предел прочности при сжатии, МПа, через (сут) твердения				
	Обозначение	ПЦ клинкер	Гипс	АЗШС	1	3	7	28	90
1	ПЦ-Д0	95	5	-	10,3	33,4	41,0	42,5	46,8
2	ПЦ-Д10	85	5	10	15,2	35,0	44,5	53,2	60,0
3	ПЦ-Д15	80	5	15	12,0	40,0	42,5	52,5	65,0
4	ПЦ-Д20	75	5	20	9,8	25,5	40,2	49,5	53,3

Для проведения исследований по получению бетона и изучения его свойств оптимизирован состав бетонной смеси из цемента, содержащего 20% АЗШС. Для сравнения полученных результатов была приготовлена также бетонная смесь из ПЦ400-Д0 (таблица 3).

Таблица 3

Оптимальные бетонные смеси и прочность образцов

№/№ бетона	Оптимальный расход материалов на 1 м ³ бетона							Плотность бетона γ , kg/m ³ (в сухом состоянии)	R, kg/cm ² , 28d
	Расход вяжущего, kg			П, kg	Щ, kg	В, L	В/Ц		
	Общ	Цемент	АЗШС						
№ 1	-	298	-	661	1229	208	0,70	2396	220
№ 2	296	237	59	655	1218	217	0,73	2387	227

Примечание: Ц-цемент; АЗШС-активная золошлаковая смесь; П-песок; Щ- гравий; В-вода

Для испытаний из обеих бетонных смесей были изготовлены образцы-кубы с размерами граней 70 см. Коэффициент морозостойкости цемента с добавкой АЗШС после 25 циклов замораживания и оттаивания составил $K_{C_{мрз}}=1,100$, что выше, чем у бетона из бездобавочного цемента ($K_{C_{мрз}}=1,066$) и его марка по морозостойкости соответствовала требованиям, предъявляемым бетону марки F₁₂₅.

Высокий коэффициент устойчивости к изменению климата ($K_{атм}=1,04$), чем у ПЦ-Д0 ($K_{атм}= 0,91$), служил основанием оценить бетон на основе нового вида добавочного цемента, как обладающего высокой устойчивостью к воздействию мороза и климатических изменений.

В четвертой главе диссертации «**Исследование маршрута эволюции новообразований и генезиса формирования микроструктуры камня при твердении портландцементов, модифицированных золошлаковой смесью сухого удаления**», с целью выяснения причины более высокой прочности добавочного цемента, несмотря на снижение доли клинкера в его

составе до 20%, были изучены генезис формирования микроструктуры цементного камня и образование гидратных продуктов в процессе гидратации добавочного цемента.

С увеличением времени твердения количество связанной воды в образцах модифицированного АЗШС цемента постепенно увеличиваясь, к 60 суткам доходит до 17,17%, что на 3,13% больше, чем у базового ПЦ, к 90 суткам из-за стабилизации состава гидратных фаз, количество химически связанной воды незначительно снижается.

В соответствии с данными рентгенофазового анализа, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, выщелачиваемый в результате гидролиза C_3S в цементах, содержащих 20% АЗШС, из жидкой фазы интенсивно поглощается АЗШС, что обеспечивает образование гидратных продуктов в больших количествах (рисунок 4).

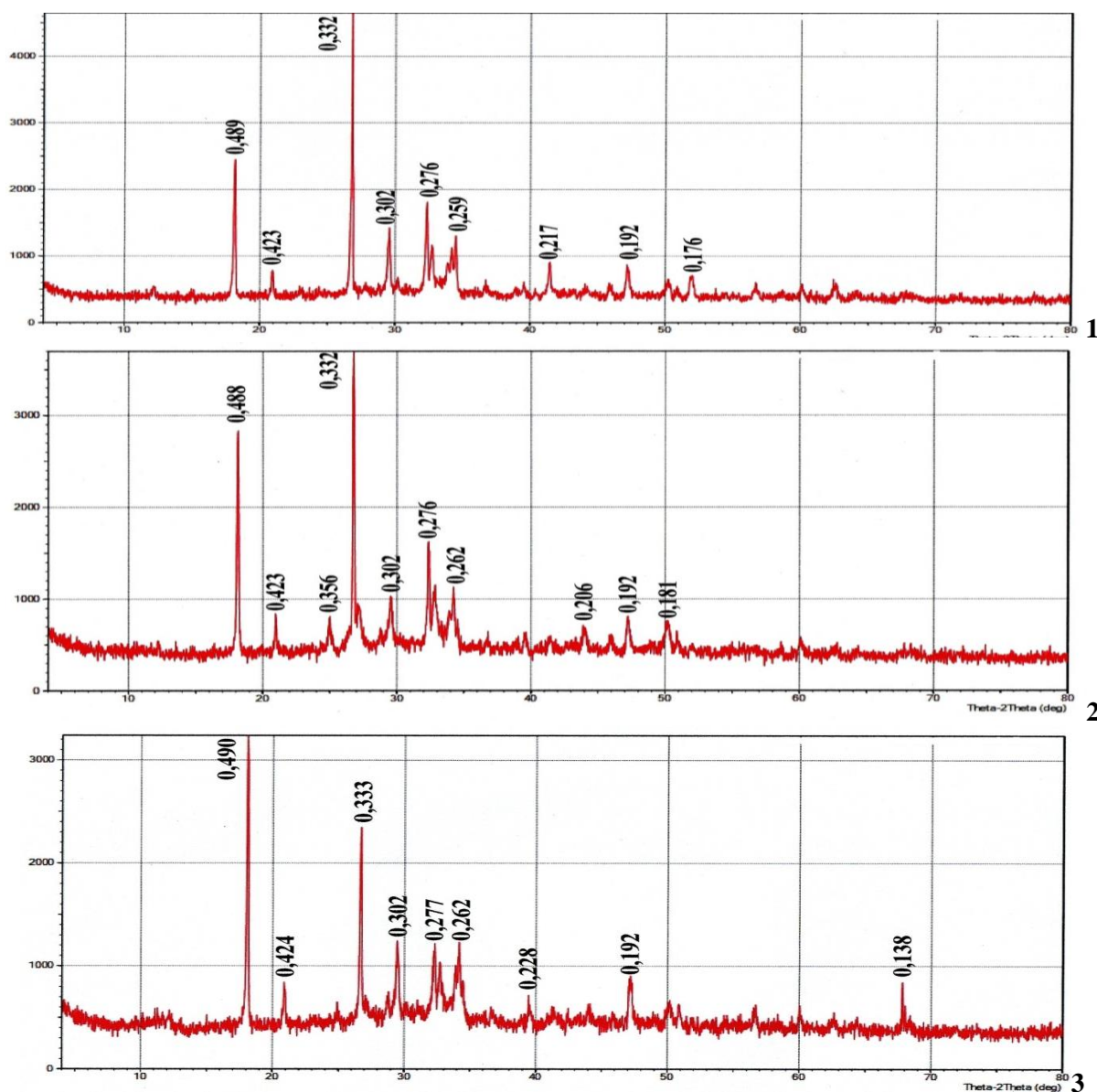


Рисунок 4. Дифрактограммы портландцемента (1) с добавкой 20% АЗШС через 28 (2) и 90 (3) суток после твердения в воде

В результате образуются гидросиликатные новообразования

тоберморитового типа в больших количествах и уплотняют цементный камень, что, в свою очередь, приводит к высоким физико-механическим свойствам добавочного цемента, несмотря на уменьшение количества высокоактивного клинкера в его составе. В соответствии с рисунком 4, линии гидросульфоалюминатов кальция с ($d/n=0,489; 0,192; 0,176$ нм, 138) нм, образовавшихся в период от 1 до 90 сут твердения, незначительно изменили свои размеры.

Термическое состояние образцов цемента с добавкой АЗШС зависит от времени его твердения, диапазон термической стабильности изменяется следующим образом: 1-сут (20,44%); 3-сут (18,29%); 7-сут (20,66%) и 90-сут (22,08%). Этот эффект обеспечивается за счет заполнения пор формирующегося в системе «молотый клинкер – гипс активная золошлаковая смесь – вода» сферическими частицами АЗШС. Эти частицы способствуют дополнительному образованию гелей гидроалюминатов и гидросиликатов кальция, из которых вырастают и прорастают друг с другом игольчатые кристаллы. При этом капиллярная пористость и проницаемость цементного камня значительно снижаются.

Через 1 сут после затворения водой цементное тесто начинает превращаться в камень, поверхность его скола имеет разную форму и ориентацию, она состоит из шероховатых частиц множеством воздушных пор, а на внутренних стенках пор наблюдается рост игольчатых кристаллов. На поверхностных слоях затвердевающей цементной пасты вновь появляются бугорки таких игольчатых кристаллов (рис. 5).

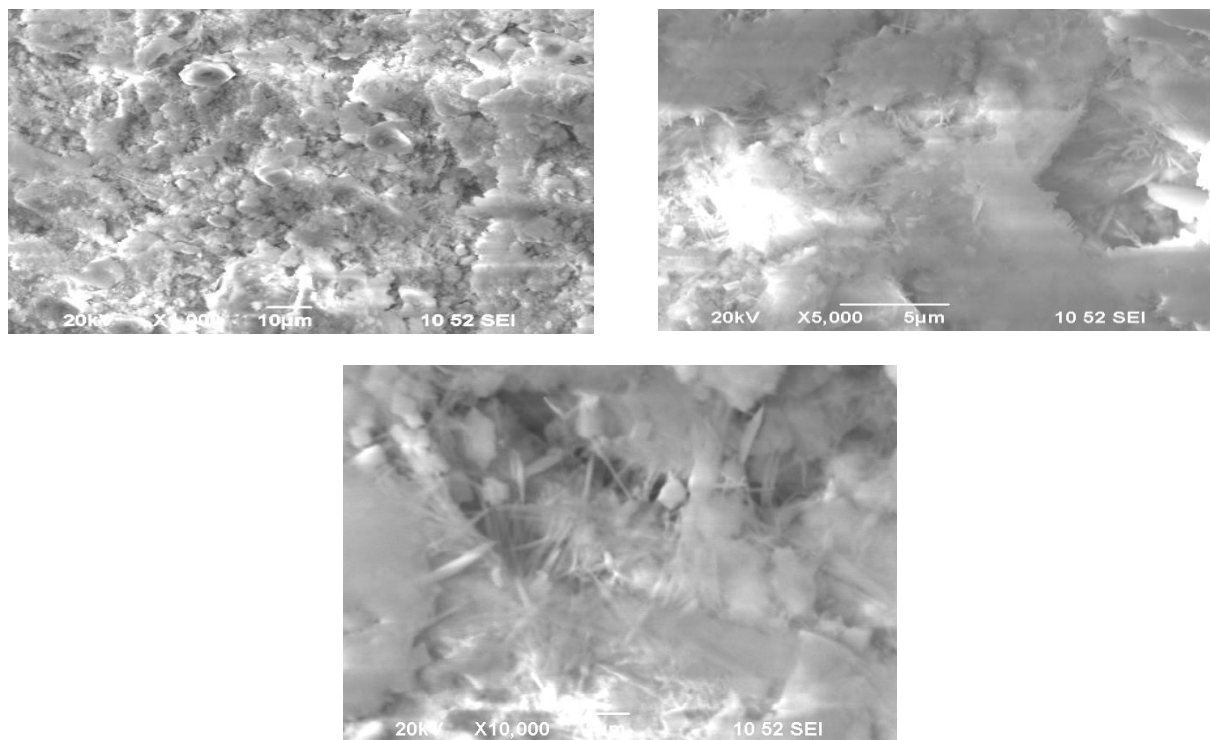


Рисунок 5. Рельеф поверхности скола цементного камня, затвердевшего за 1 сутки с содержанием 20% АЗШС.

Процесс гидратации цемента ускоряется к 3-суткам, при этом

кристаллизуется большое количество этtringита, который служит упрочняющим соединением при формировании скелетной кристаллической структуры цементного камня. Этому способствует наличие в составе цемента добавки АЗШС с высокой поглощающей способностью.

Интенсивно поглощая ионы Ca^{2+} , выделяющиеся в жидкую фазу, добавка ускоряет гидролиз C_3S и выделение новых порций ионов Ca^{2+} в жидкую фазу. В свою очередь, взаимодействуя с алюминатами и сульфатами цемента, она обеспечивает образование большого количества кристаллов этtringита (рис. 6).

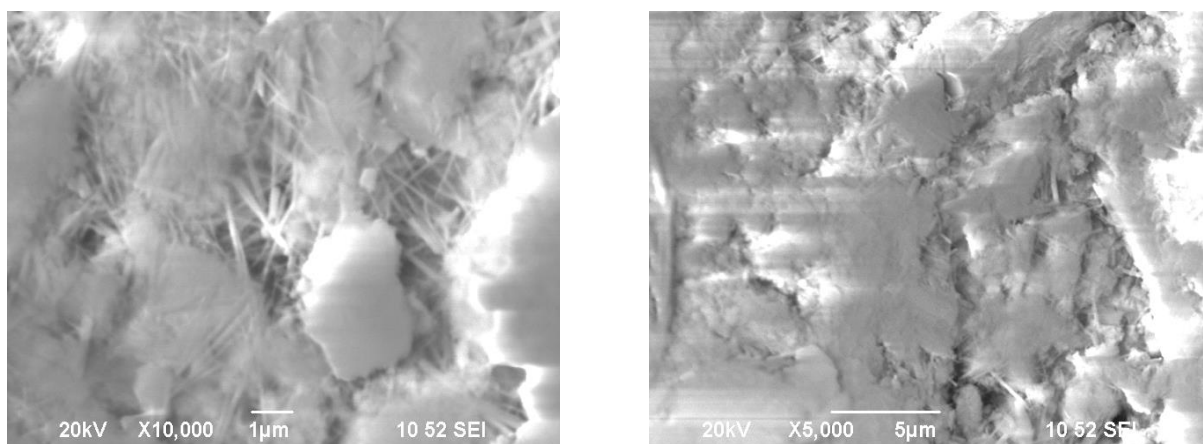


Рисунок 6. Рельеф скола цементного камня, затвердевшего 3 суток с помощью АЗШС

В течение 7 сут поры и микротрещины в цементном камне постепенно заполняются гидросульфоалюминатами кальция, кристаллами и кристаллическими агрегатами гидросиликатов и происходит процесс «самозалечивания» пор. Это четко показано на рисунке 6, где наблюдается рост в порах игольчатых и тонких пластинчатых субмикрочастиц, их ориентация в разных направлениях и постепенное уплотнение цементного камня за счет образования кристаллических «агрегатов». К 28 сут микроструктура цементного камня, за счет роста и срастания продуктов гидратации, представлена низкой пористостью и монолитностью (рис. 7).

Вместе с тем, процесс гидратации добавочного цемента продолжается по принципу «снизу-вверх», и за счет образования в порах цементного камня «агрегатов» из беспорядочно растущих игольчатых, призматических волокнистых и нитевидных кристаллов гидросиликатов, к 28 сут образуется твердый искусственный конгломерат в виде сросшихся блоков, и его гидравлическая активность соответствует требованиям ГОСТ 10178 и характеризуется цементом марки ПЦ 400-Д20.

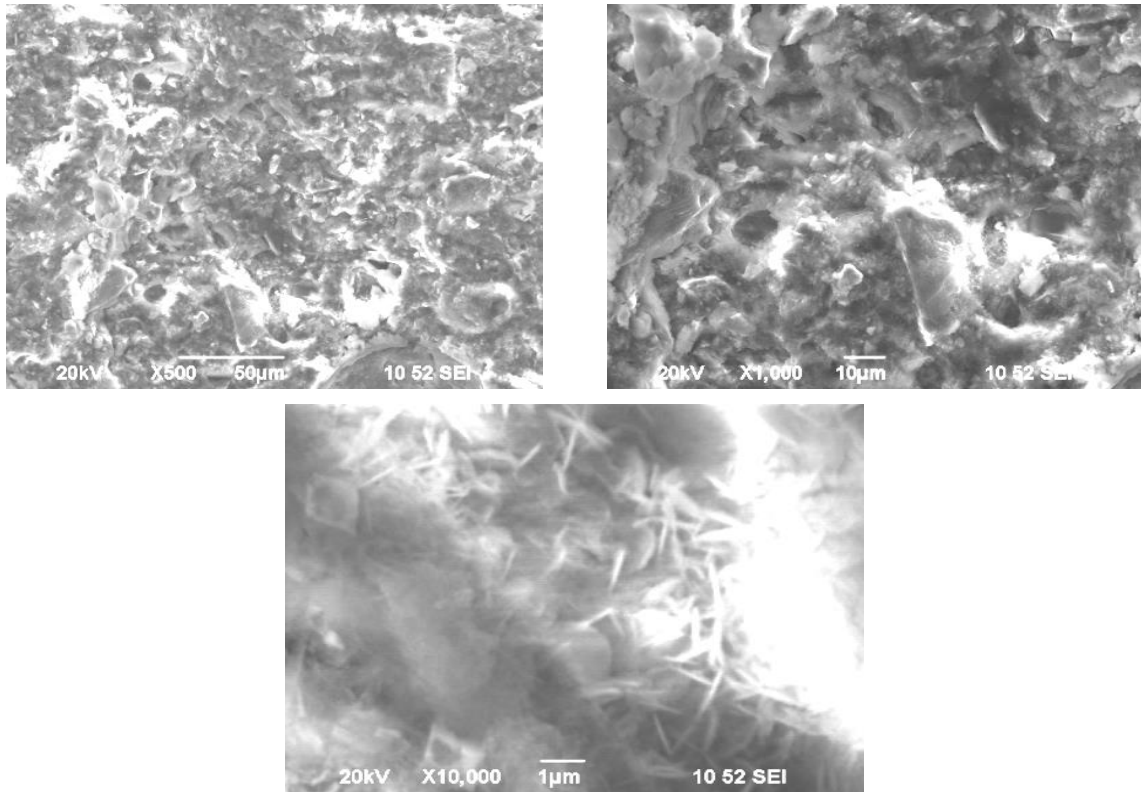


Рисунок 7. Рельеф поверхности скола цементного камня с АЗШС, твердевшего 28 сут

В пятой главе работы «Технико-экономическое обоснование эффективности технологии производства цемента с использованием золошлаковой смеси сухого удаления» описана блок-схема производства добавочного цемента с участием АЗШС (рис. 8).

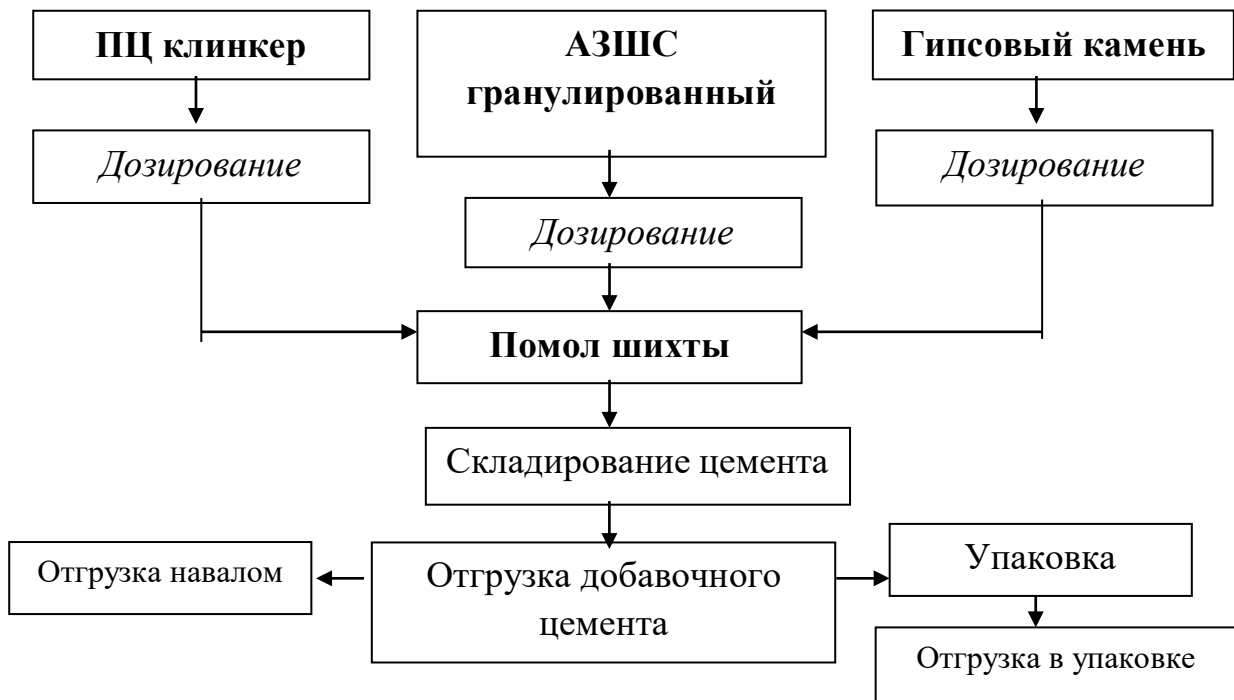


Рисунок 8. Блок-схема добычи цемента с АЗШС

При этом, при использовании АЗШС в качестве добавки к цементу не вносятся изменения или дополнения в существующую технологическую схему производства добавочного цемента, на цементных заводах республики ПЦ клинкер, гипсовый камень и АЗШС подвергаются совместному помолу по традиционной технологии.

В этой главе сообщается также о разработанной нормативной базе, обеспечивающей применение результатов исследований в производстве цемента - Т_С 18388312-01:2019 «Смесь золошлаковая активированная. Технические условия», зарегистрированная в Агентстве «Узстандарт», и введенная в действие ООО «ЕКО STROM PLUS». Показана экологическая, технологическая и экономическая эффективность использования золошлаковых смесей сухого удаления Ангренской ТЭС в качестве активной минеральной добавки к цементу. Приведена информация о положительных результатах испытаний технологии по производству цемента марки ПЦ400-Д20 с использованием золошлаковой смеси сухого удаления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Теоретически обоснован низкий уровень применения золошлаковых отходов гидроудаления в промышленности строительных материалов. Показано, что применение способа сухого удаления золо-шлаковых отходов повышает их степень активности, что приводит к уровню их потребления.

2. Отмечено, что внедрение способа сухого удаления золо-шлаковой смеси на Ангренской ТЭС, диктует необходимость проведения комплексных исследований по определению возможности ее применения в качестве добавки для цемента.

3. Установлено соответствие химико-минералогического состава и технологических свойств золошлаковой-смеси сухого удаления Ангренской ТЭС требованиям O'z DSt 901-98 и она рекомендована в качестве активной минеральной добавки для получения общестроительных портландцементов.

4. Выявлено, что при содержании до 20% АЗШС, все физико-механические показатели и долговечности (по морозоустойчивости и атмосферостойкости) добавочного портландцемента несколько превышает таковых без добавочного цемента.

5. Исследованы скорость гидратации, процессы зарождения и эволюции новообразований, генезис формирования структуры цементного камня. Показано, что, несмотря на уменьшение в нем доли высокотемпературной алитовой клинкерной составляющей на 20%, повышение прочности цементного камня обеспечивается за счет ускоренного протекания химических процессов взаимодействия в системе «молотый клинкер - активная золошлаковая смесь – гипс – вода» и установлены закономерности корреляционной зависимости «фазовый состав-структура-прочность» в процессе твердения разработанного нового вида общестроительного ПЦ.

6. Выдано предложение о грануляции АЗШС для удобства ее транспортировки и применения, разработаны блок-схема производства добавочного цемента, предусматривающая ее использование, зарегистрированы в Агентстве «Узстандарт» и введены в действие ООО «ЕКО STROM PLUS» Т₅ 18388312-01:2019 «Смесь золошлаковая активированная. Технические условия».

7. Определен нормативный расход портландцементного клинкера, гипсового камня и АЗШС для выпуска общестроительного портландцемента с применением указанных компонентов и технология производства портландцемента марки ПЦ400-Д0 внедрена на АО «Кизилкумцемент».

8. В аккредитованных лабораториях АО «Кизилкумцемент» и НЛиИЦ «Стром» ИОНХ АН РУз проведены контрольные испытания нового вида цемента и подтверждено его соответствие требованиям, предъявляемым ГОСТ 10178 общестроительным цементам. Обоснованы экологическая, технологическая и экономическая эффективность использования золошлаковой смеси сухого удаления в качестве активной минеральной добавки в цемент.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREES
DSc.02.30.12.2019.K/T.35.01AT INSTITUTE OF GENERAL AND
INORGANIC CHEMISTRY**

**NAVOI DEPARTMENT OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE
REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

TURSUNOV ZARIF RUZIMURODOVICH

**TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MODIFIED PORTLAND
CEMENT WITH ACTIVATED ASH AND SLAG MIXTURE OF TPP**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PHD)
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2022

Doctoral thesis theme has been registered under number B2021.1.PhD/T2054at the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

Dissertation was carried out at Navoi department of the academy of sciences of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) is placed on web-page to address www.ionx.uz and Information-educational portal of «ZiyoNet» to the address www.ziynet.uz.

Research supervisor: Iskandarova Mastura Iskandarovna
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: Mirzaqulov Xoltura Chorievich
doctor of technical sciences, professor

Iskenderov Ahmet Maksedbaevich
doctor of technical science.

Leading organization: Urgench State University

The defense will take place «7» april 2022 at 10⁰⁰ o'clock at the meeting of on-time scientific Council No.DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 at General and Inorganic Chemistry Institute (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99 871) 262-56-60, fax: (+99 871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under №7). Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on «18» march 2022 y.
(mailing report №7 from «18» march 2022 y.).



B.S. Zakirov
Chairman of the on-time scientific Council
awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

D.S. Salikhanova
Scientific secretary of the on-time scientific
Council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

Sh.S. Namazov
Deputy chairman of scientific seminar under
scientific council on award of scientific degree
of doctor of sciences professor, academician

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to develop a composition and energy-saving technology for the production of a new type of Portland cement using dry ash and slag mixtures of Angren thermal power plant (TPP) as additives.

The object of the research work is active ash-and-slag mixtures of dry removal of Angren TPP and cements obtained on their basis.

The scientific novelty of the dissertation research consists is as follows:

active ash-and-slag mixture (AASM) as an active mineral additive to cement, its chemical and mineralogical composition was determined to determine the possibility of using, as well as hydraulic activity according to Student's criterion (t-criterion), and its choice as an additive to cement was scientifically substantiated and practically proven;

the composition of the additional PC was optimized, based on the analysis of the relationship between the amount of the AASM additive and the physical and mechanical properties of the stone based on additional Portland cement;

the formation of an artificial conglomerate with a perfect phase composition and structure was proved on the basis of the results of the hydration process of a new type of additional PC, the features of the emergence and development of hydrated neoplasms in time;

direct relationship has been established between the chemical transformations occurring as a result of the chemical interaction of components in the system "ground clinker - active ash and slag mixture - gypsum - water" in the process of hardening additional cements modified by AASM, with the formation of cement stone and its physical and mechanical properties.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained in the development of technologies for obtaining PCs modified by AASM is as follows;

The chemical, mineralogical and technological indicators of the AASM - dry disposal waste of the Angren TPP have been determined, it has been shown that they meet the requirements of Öz DSt 901-98 "Additives for cement. Active mineral and filler additives. Specifications" for cement additives. As a result, it became possible to produce additional cement using AASM.

The standard of organization for the active ash-and-slag mixture of TPP - TS 18388312-01: 2019 "Activated ash-and-slag mixture. Technical conditions". As a result, it became possible to produce high quality additive cement using active ash and slag mixture;

The technology for the production of additional Portland cement with the addition of AASM has been introduced at Kizilkumcement JSC (Act of Kizilkumcement JSC dated November 23, 2021 and letter No. 02/1687 dated November 23, 2021). As a result, it became possible to save expensive clinker obtained at high temperatures, reduce the cost and increase the production volume of additional PC 400-D20 grade.

The structure and volume of the dissertation. The structure of the thesis consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a bibliography and an appendix. The volume of the thesis is 109 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть I part)

1. З.А. Мухамедбаева, Б.Х.Арипова, Х.А. Адинаев, З.Р. Турсунов. Композиционные составы на основе силикатов натрия и отходов содового производства// Научно-технический журнал основан в 1924 году «Химическая промышленность» Издательство ТЕЗА, т. 96, № 1, Санкт-Петербург-2019г. -С. 4-10. (02.00.00 №21)

2. M. Iskandarova, F. Atabaev, G. Begjanova, Z. Tursunov. Perspective Direction of Maximum Disposal of Ash-Slag Mixtures of TPP in the Cement Industry// Advanced Materials Research. Vol. 1158 doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.1158. Trans Tech Pu–Switzerland. 2020, – pp. 348-356. (02.00.00 №1)

3. Ф.Б. Атабаев, Л.М. Какурина, Г.Р. Турсунова, З.Р. Турсунов. Исследование гидравлической активности добавок для цемента природного и техногенного происхождения // Научный журнал Издаётся ежемесячно с ноября 2013 года Является печатной версией сетевого журнала Universum: химия и биология Выпуск: 12(78), Москва 2020. -С. 85-88. (02.00.00 №1)

4. F.B. Atabaev, M. Y. Gulyamov, G.R. Tursunova, Z. Tursunov. Composite Cement With the Use of Industrial Waste of Different Productions // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN: 2350-0328 Impact Factor- 6.646- Vol. 8, Issue 4 , doi: www.ijarset.com 2021. – pp. 17269-17270. (05.00.00; №8)

5. М.И. Искандарова, Ф.Б. Атабаев. З.Р. Турсунов. Использование золошлаковой смеси сухого удаления – как фактор максимальной замены клинкера при производстве портландцемента // Научно-практический журнал «Архитектура. строительство. дизайн». –Ташкент. №1. 2020. УДК: 625.85 -С. 63-66. (05.00.00 №4)

6. М.И. Искандарова, Ф.Б. Атабаев, Г.Р. Турсунова, З.Р. Турсунов. Трепелеподобные породы Узбекистана - как пуццолановые добавки для портландцемента// Научно-практический журнал «Архитектура. строительство. дизайн». – Ташкент. №4. 2021. УДК: 625.85 -С. 102-108. (05.00.00 №4)

II бўлим (II часть II part)

7. M.I.Iskandarova, F.B. Atabaev, G. R.Tursunova, B. B.Botirov., Z.R. Tursunov. Regulation Of The Hardening Process And Structure Formation Of Portlandcement By Addition Of Modified Activated Ash Mixture Tpp // Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry (TOJQI Scopus) Volume 12, Issue 9 August, 2021: - pp. 6849 – 6855.

8. М.И. Искандарова, Г.Б. Бегжанова, З.Р. Турсунов. Влияние золошлаков сухого удаления на процессы структурообразования и твердения

в системе «молотый клинкер – активный золошлак – гипс - вода» // Международный научный форум «Наука и Инновации – современные концепции». –Москва, 12 марта 2020 г. – С. 85-94.

9. M.I.Iskandarova, G.R.Tursunova, Z.R. Tursunov. Перспективное направление максимальной утилизации золошлаковых смесей ТЭС в цементной промышленности.// “International scientific-online conference models and methods for increasing the efficiency of innovative research” - Germaniya (Berlin), 2021.-pp.188-196.

10. Ф.Б. Атабаев, G. R.Tursunova, Z.R. Tursunov. Ускоренный метод оценки качества активных добавок.// “International scientific-online conference formation of psychology and pedagogy as interdisciplinary science” -Italiya (Rim), 2021.-pp.

11. М.И. Искандарова, Ф.Б. Атабаев, Г.И. Чернешева, З.Р. Турсунов. Активированная золо-шлаковая смесь сухого удаления Ангренской ТЭС-эффективная гибридная добавка для цемента.// International symposium on innovative scientific conference “integration and integration of science and education” dedicated to: “the year of entrepreneurship, innovative ideas and technological support” –Tashkent-2018. –С. 215-217

12. М.И. Искандарова, Ф.Б. Атабаев, З.Р. Турсунов. Рациональная технология повышения эффективности цементного производства// Материалы Республиканской научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нанокоспозиционные материалы» 25-26 апреля. Ташкент – 2019 -С. 114-116.

13. М.И. Искандарова, Ф.Б. Атабаев, З.Р. Турсунов. Активированная золо-шлаковая смесь Ангренской ТЭС сухого удаления - эффективная гибридная добавка для цемента// III Международная конференция-симпозиум «Ташкентский инновационный химико-технологический научно-технический институт» на тему «Внедрение достижений науки в практику и устранение в ней деятельности коррупции» 30-ноября. Ташкент-2019 г. –С. 162-165.

14. М.И. Искандарова, Г.Б. Бегжанова, Турсунов. Новые виды композиционных портландцементов с активными золошлаковыми отходами Ново-Ангренской ТЭС// Сборник докладов и тезисов международной узбекско-белорусской НТК «композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства». ГУП «Фан ва тараккиёт». –Ташкент: 21-22 мая 2020 г. -С.61-63.

15. М.И.Искандарова, Н.Д.Абдуллаева, Турсунов. Цементные композиты по «Зеленой технологии».// Инновацион техника ва технологияларнинг атроф мухит муҳофазаси соҳасидаги муаммо ва истиқболлари. Халқаро илмий-техник on-line анжуман илмий ишлар тўплами, (2-тўплам). ТошДТУ,- Тошкент 17-19 сентябрь 2020 й. – С.250-252.

16. М.И. Искандарова, Ф.Б. Атабаев, Г.Б. Бегжанова, Турсунов. Перспективное направление максимальной утилизации золошлаковых смесей ТЭС в цементной промышленности.// «Сборник материалов международной

научно-практической конференции». – Ташкент 2021г. 5-6 мая – С. 499-505.

17. М.И. Искандарова, А.И. Буриев, Г.Б. Бегжанова, Турсунов. Долговечность портландцементов, модифицированных активными золошлаковыми отходами ТЭС// Матер. Межд. НТК «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение», посвященной 30-летию независимости Республики Узбекистан и 80-летию акад. АН РУз, Заслуженного деятеля науки РУз акад. Академии Международной Высшей школы Негматова Сайибжана Садиковича. –Ташкент 16-17 сентября 2021 г. –С. 96-97.

Автореферат «Ўзбекистон кимё» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3,5. Адади 100 дона. Буюртма № 25/22.

Гувоҳнома № 851684.
«Тирографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.