

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSC.03/30.04.2021.Т.106.04 РАҚАМЛИ БИР
МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

РАЖАБОВ ШОҲРУХ ШЕРМАҲМАТОВИЧ

**КОМПЛЕКС ҚАЙТА ИШЛАНГАН СОДА КОРХОНАСИНИ
КАЛЬЦИЙЛИ ЧИҚИНДИЛАРИ, СИЛИКАТ КОМПОНЕНТЛАРИ ВА
УЛАР АСОСИДА МАҲСУЛОТЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

02.00.15 – Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси

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

Тошкент-2023

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSC.03/30.04.2021.Т.106.04 РАҚАМЛИ БИР
МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

РАЖАБОВ ШОҲРУХ ШЕРМАҲМАТОВИЧ

**КОМПЛЕКС ҚАЙТА ИШЛАНГАН СОДА КОРХОНАСИНИ
КАЛЬЦИЙЛИ ЧИҚИНДИЛАРИ, СИЛИКАТ КОМПОНЕНТЛАРИ ВА
УЛАР АСОСИДА МАҲСУЛОТЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

02.00.15 – Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси

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

Тошкент-2023

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2022.3.PhD./Т3021 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертацияси Тошкент кимё - технология институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбарлар:

Мирзакулов Холтура Чориевич
техника фанлари доктори, профессор

Юнусов Миржалил Юсупович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оponentлар:

Сабиров Бахтиёр Тохтаевич
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Шеркузиев Дониёр Шермаатович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот

Наманган муҳандислик-қурилиш институти

Диссертация химояси Фарғона политехника институти ҳузуридаги DSc.03/30.04.2021.Т.106.04 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг «30» март 2023 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 150107, Фарғона ш., Фарғона кўчаси, 86. Тел.: (99873) 241-12-06; факс: (99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz).

Диссертация билан Фарғона политехника институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (2-рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 150107, Фарғона ш., Фарғона кўчаси, 86. Тел.: (99873) 241-12-06).

Диссертация автореферати 2023 йил «17» март куни тарқатилди.
(2023 йил 17 мартдаги №2-рақамли реестр баённомаси).



КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертациясига аннотация)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Ҳозирги кунда дунёда саноат чиқиндиларини утилизация қилиш ва қайта ишлаш долзарб муаммо ҳисобланади. Чунки чиқиндилар нафақат корхона атрофидаги аҳолининг соғлиги учун зарарли балки уларнинг моддий ва манавий эҳтиёжларини ҳам қисман чеклайди. Бу муаммоларни бартараф этиш учун саноат чиқиндиларини қайта ишлаш ва улар асосида маҳсулотлар олиш муҳимдир. Саноат чиқиндилари, хусусан сода ишлаб чиқариш корхоналарнинг қаттиқ ва суюқ чиқиндиларини қайта ишлаш ва чиқиндиларни утилизация қилиш илмий ва амалий нуқтаи назардан ҳам муҳимдир. Ушбу корхоналарнинг фильтр-пресс шламларини (ФПШ) комплекс қайта ишлаб корхона учун натрий хлорид эритмалари ва бетон маҳсулотларининг физик-механик хоссаларини яхшиловчи кўшимчалар ва қаттиқ кальцийли чиқиндиларидан (ҚКЧ) эса бетонлар учун йирик ва майда тўлдирувчилар сифатида қўллаб иқтисодий ва экологик муаммони қисман бартараф этиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳон миқёсида бетоннинг турли физик-механик хоссаларини яхшиловчи кўшимчалар ишлаб чиқариш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, чиқиндилардан унумли фойдаланиш, бетонларининг турли физик-механик хоссаларини яхшилаш мақсадида саноат чиқиндиларидан кўшимча ва тўлдирувчилар олиш технологияларини ишлаб чиқиш; ФПШларини комплекс қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш натижасида сода олиш жараёнига натрий хлорид эритмаларини қайтариш; қурилиш маҳсулотлари учун эса кўшимча ва тўлдирувчилар олиш; ушбу корхоналарнинг юқори рентабелликга эришиш ва карбонат тўлдирувчили бетонлар ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда сўнгги йилларда сода ишлаб чиқариш корхоналарини модернизация қилиш, диверсификация қилиш, янги ишлаб чиқариш объектларини яратиш, янги рақобатбардош маҳсулотлар ишлаб чиқариш, импорт ўрнини босадиган экспортбоп маҳсулотлар ишлаб чиқариш ва саноат чиқиндиларини комплекс утилизация қилиш бўйича кенг кўламли чоратadbирлар амалга оширилиб, муайян илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг Тараққиёт Стратегиясининг «Ноанъанавий норуда хомашё ва иккиламчи ресурсларни жалб этган ҳолда қурилиш материаллари ҳажмини 2 мартага кўпайтириш, «Яшил иқтисодиёт» доирасида чиқиндисиз технологияларни яратиш ва жорий этиш»¹ каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, Республикамиздаги мавжуд хомашё ресурслари, жумладан «Қўнғирот сода заводи» АЖнинг чиқиндиларидан ФПШни комплекс қайта ишлаб кальцинацияланган сода олиш учун натрий хлорид эритмалари ва бетон маҳсулотларининг физик-механик хоссаларини яхшилайдиган, импорт ўрнини босадиган кўшимчалар олиш технологияларини ривожлантириш ҳамда ҚКЧларини эса бетон маҳсулотлари олишда йирик ва майда тўлдирувчилар сифатида қўллаш иқтисодий ва экологик жиҳатдан муҳим аҳамият касб этади.

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 сон «2022-2026 йилларда Янги Ўзбекистонни тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони

Ўзбекистон республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистонни тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2020 йил 28 декабрдаги ПҚ-4937-сон «Ўзбекистон Республикасининг 2021-2023 йилларга мўлжалланган инвестиция дастурини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2021 йил 13 февралдаги ПҚ-4992-сон «Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори қўшимча қийматга эга бўлган кимё маҳсулотлари ишлаб чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сонли «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Илмий техник адабиётларда сода корхонасини қаттиқ ва суюқ чиқиндиларини утилизация қилиш, улар асосида турли маҳсулотлар олиш бўйича юртимиз олимларидан: Т.А.Атакузиев, Н.А.Сирождидинов, М.Искандарова, З.А.Мухамедбаева, Х.Ч.Мирзакулов, А.У.Эркаев, М.Ю.Юнусов, Р.Р.Тожиев, Н.Х.Толипов, Ш.А.Қўлдошева, У.А.Ёқубов, А.М.Искандеров, О.С.Бобоқулова, М.С.Джандуллаева, Қ.Д.Реймов ва бошқалар илмий изланишлар олиб борган. Ушбу олимларнинг ишларида асосан сода корхонасининг чиқиндилари асосида турли силикат материаллар, ювиш воситаларига қўшилувчи қўшимчалар, оролбўйи кумтупроқларини маҳкамловчилар, суюқ ва қаттиқ мураккаб ўғитлар олишда хомашё сифатида фойдаланилган.

Турли хил бетонларнинг таркибига карбонат тўлдирувчилар киритилиши, уларни хоссалари турли шароитларда қотиши ва ушбу бетонларнинг қурилиш ишлари учун яроқлилигини тасдиқловчи хорижий олимларининг илмий тадқиқотлар натижалари адабиётларда келтирилган. Жумладан, Ю.М.Боженев, А.А.Воробьев, В.Д.Черепов, П.В.Зозуля, Н.С.Шелихов, В.К.Козлова, М.А.Михеенков, О.А.Красильникова, А.С.Гусенков, R. V. Silva, Fatih Bektas, Чан Тхи Тху Ха, шунингдек, Ўзбекистон Республикасининг бир қатор олимларидан Х.Қулдашев, Х.Х.Абдусатторов, Х.А.Акрамов, Х.Н.Нуритдинов ва Э.Касимов ушбу йўналишда илмий изланишлар олиб борилган. Ушбу олимларнинг ишларида асосан турли оҳактош конларининг турли бетон маркаларига тўлдирувчи сифатида киритилишида бетонларнинг хоссаларига таъсири ўрганилган бўлиб бетонларнинг турли физик-механик хоссаларининг ўзгариши кузатиб борилган ва бир қатор ижобий натижалар олинган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №И-2015-7-20 «Паст ҳароратда куйдириб

туффитлар асосида фаол гидравлик қўшимчалар» (2015-2016 й.) мавзусидаги инновацион лойиҳаси ҳамда №06/10 «Қўнғирот сода заводи» АЖ чиқиндиси – дистеллер суюқлиги ва фильтр-пресс шламини утилизация қилиб гипс, галит, кальций нитрат, натрий нитрат ва магний сульфат олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2010-2011 й.) мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади сода ишлаб чиқариш корхоналарини ФПШлари ва турли ҚКЧларини комплекс қайта ишлаб натрий хлорид эритмаси, силикат компонентлари ва қурилиш материаллари ишлаб чиқариш технологияларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

сода корхонаси ФПШларининг таркибидаги натрий хлоридни ажратиб олиш жараёнини тадқиқ этиш;

ФПШлари ва силикат материаллари асосида олинган қўшимча ва тўлдирувчиларни қурилиш материаллари олиш жараёнида қўллашнинг мақбул технологик омилларини аниқлаш;

сода корхоналарининг майда фракцияли оҳактошлари чиқиндиси (СКМФОЧ), оҳакни сўндириш жараёнига парчаланмай қолган оҳактошлар чиқиндиси (СКОСЖПҚОЧ), оҳактош қумлари чиқиндиси (СКОҚЧ) ва силикат материаллари иштирокида турли маркали бетон маҳсулотлари олишнинг мақбул технологик коэффициентларини ўрнатиш;

сода корхоналарининг йирик ва майда тўлдирувчилар сифатида қўлланилаётган бетон маҳсулотларини физик-кимёвий ва товар хоссаларини ўрганиш;

сода корхоналарининг йирик ва майда тўлдирувчилар сифатида қўлланилаётган бетон маҳсулотлари олишни самарадорлигини техник иқтисодий асослаш;

сода корхонаси чиқиндилари ва силикат материаллари асосида бетонлар олиш технологиясини апробация қилиш ва синовдан ўтказиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида сода корхонасини ФПШ, СКМФОЧ, СКОСЖПҚОЧ, СКОҚЧлари, ПЦ М400 Д20 “КАРАКАЛПАК” портландцементи, қум, шағал ва чақиктош олинган.

Тадқиқотнинг предметини фильтр-пресс шламларни натрий хлориддан тозалаш, СКМФОЧ, СКОСЖПҚОЧ, СКОҚЧ ва NaClдан тозаланган ФПШларидан турли маркали бетонлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида кимёвий ва физик-кимёвий, шунингдек спектроскопик (рентгенографик, ИҚ-спектроскопик, рентген флуоресценция спектроскопияси, сканерловчи электрон микроскоп) таҳлил усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

сода корхоналари ФПШларидан сув ва айланма эритмалар иштирокида натрий хлоридни ажратиб кальцинацияланган сода жараёни учун натрий хлорид эритмалари ва қурилиш материаллари ишлаб чиқаришда қўлланиладиган кальций-, магний карбонатли қўшимча ва тўлдирувчилар олиш жараёнининг мақбул шароитлари аниқланган ва технологик омилларнинг ўзаро таъсири қонуниятлари асосланган;

таркибидан натрий хлорид ажратиб олинган ФПШини силикатли қўшимча ва тўлдирувчилар сифатида қўллаб турли маркали бетонлар олиш жараёнининг мақбул шароитлари аниқланган;

сода корхонасининг ҚКЧларини физик-кимёвий ва физик-механик хоссалари ва улар асосида турли маркали бетонлар олишнинг мақбул технологик омиллари ҳамда иккиламчи ва бирламчи хомашёларнинг мақбул нисбатлари аниқланган;

ФПШлари ва ҚКЧларини комплекс қайта ишлаб сода корхоналари учун натрий хлорид эритмалари, қурилиш материаллари учун қўшимча ва тўлдирувчилар ҳамда улар асосида бетон маҳсулотлари ишлаб чиқаришнинг моддий баланслари тузилган ва технологик схемалари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

сода корхоналари ФПШларини сув ва айланма эритмалар иштирокида натрий хлорид эритмалари ажратиб олиб кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш жараёни учун натрий хлорид эритмалари олишнинг технологик схемаси ишлаб чиқилган;

натрий хлорид ажратиб олинган шламларни турли маркали бетонлар учун қўшимчалар сифатида қўллашнинг мақбул технологияси ишлаб чиқилган;

сода корхонасининг қаттиқ кальцийли чиқиндиларини йирик ва майда тўлдирувчилар сифатида қўллаб улар асосида турли маркали бетонлар олишнинг технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил натижалари лаборатория тажрибалари ва тажриба-саноат синовлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, сода корхоналари чиқиндиларини утилизация қилиш билан натрий хлорид эритмалари кальцинацияланган сода жараёнига қайтарилиши ва ҚКЧларни эса физик-кимёвий ва физик-механик хоссалари бўйича йирик ва майда тўлдирувчилар ўрнини босувчи хомашё сифатида қўллашнинг илмий асослари, таркибидан натрий хлориди ажратиб олинган ФПШдан бетоннинг турли хоссаларини яхшиловчи қўшимчалар сифатида қўллашнинг илмий асослари яратилиши, ушбу чиқиндиларнинг йирик ва майда тўлдирувчилар сифатида бетон таркибига киритилишини мақбул таркиблари ишлаб чиқилиши ва турли маркали бетонлар олиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижалари амалий аҳамияти, сода корхонасининг ҚКЧдан турли маркали бетонлар олиш бўйича чиқиндиларнинг ҳар хил нисбатларида турли маркали бетонлар олиш технологияси ишлаб чиқилиб, ушбу чиқиндилар таркиб ва механик хоссалари эвазига анъанавий тўлдирувчилар ўрнини боса олади ҳамда улар асосида юқори маркали бетон маҳсулотлари олишга ва кўп миқдорда чиқиндиларни утилизация қилишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Комплекс қайта ишланган сода корхонасининг ҚКЧлари, ФПШлари ва силикат компонентлар асосида натрий хлорид эритмаси ва турли маркали бетонлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

ФПШидан сув ва айланма эритмалари иштирокида натрий хлорид эритмасини ажратиб олиш ва таркиби асосан кальций ва магний карбонатлари

ва гидроксидларидан иборат бўлган қаттиқ фазасини қурилиш материаллари учун қўшимча ва тўлдирувчилар сифатида қўллаш технологияси «BINOKOR TEMIR BETON SERVIS» МЧЖ ҚҚнинг «2023-2030 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («BINOKOR TEMIR BETON SERVIS» МЧЖ ҚҚнинг 2022 йил 10 октябрдаги 01-сон маълумотномаси). Натижада, сода корхоналарига натрий хлорид эритмасининг қайтарилиши ҳисобига натрий хлорид ва сувдан фойдаланиш даражасини ошириш имконини беради;

ҚҚЧларни турли фракцияларга ажратиб қурилиш маҳсулотлари олиш учун қўшимча ва тўлдирувчилар сифатида қўлаб турли маркали бетонлар олиш технологияси «BINOKOR TEMIR BETON SERVIS» МЧЖ ҚҚнинг «2023-2030 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («BINOKOR TEMIR BETON SERVIS» МЧЖ ҚҚнинг 2022 йил 10 октябрдаги 01-сон маълумотномаси). Олинган қўшимча ва тўлдирувчиларни қурилиш ва силикат материаллари ишлаб чиқаришда қўллаш эвазига маҳсулот сифатини ошириш, таннархини пасайтириш ва қўшимча импортини камайтириш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 7 та Республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий иш чоп этилган. Шундан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 5 та илмий мақола, жумладан 3 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 120 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган. Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

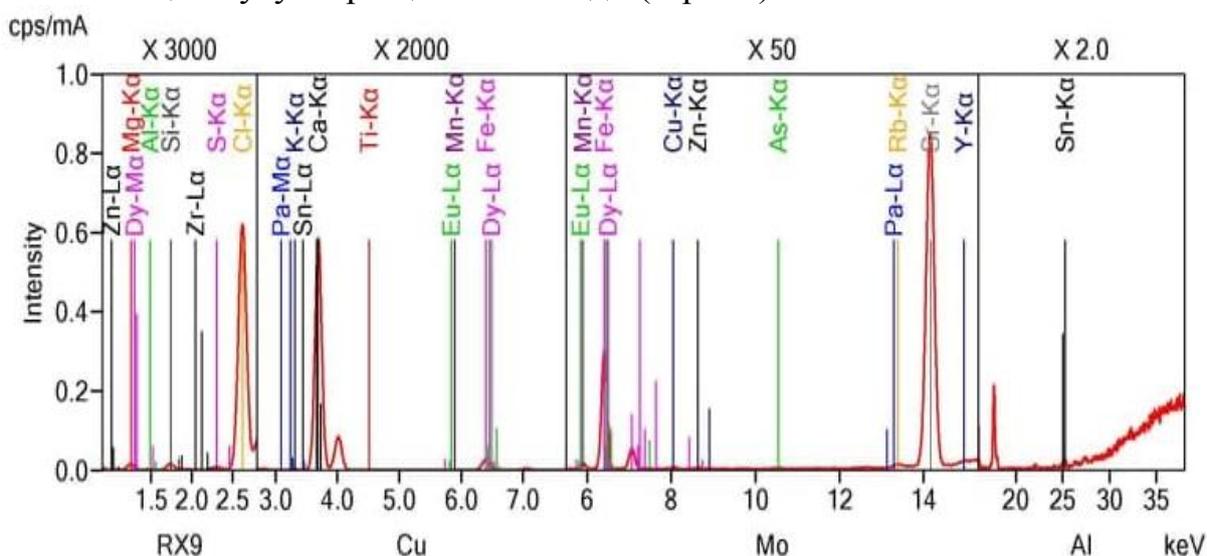
Диссертация ишининг «Сода корхоналари чиқиндиларини қайта ишлаш ва маҳсулотлар олишнинг замонавий ҳолати» деб номланган **биринчи бобда** сода корхонасининг турли қаттиқ ва суюқ чиқиндиларини қайта ишлаш, бетонларнинг структурасини шакллантиришда минерал қўшимчалар ва тўлдирувчиларнинг таъсири ҳамда карбонат тўлдирувчили бетонлар ишлаб чиқариш тўғрисида батафсил хорижлик ва Ўзбекистон олимларини илмий тадқиқот ишлари ўрганилаётган масалалар бўйича илмий-техник адабиётлар маълумотларини таҳлил қилинган. Сўнгги йилларда

хорижий ва Ўзбекистон олимларининг илмий, техник адабиётлари ва патент материалларини қиёсий тахлили асосида тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертация ишининг «**Дастанлабки хомашёлар тавсифи, тадқиқот объекти ва усуллари**» деб номланган **иккинчи боби** тадқиқот объектнинг тавсифлари, тажрибаларни ўтказиш услублари, ҳамда олинган маҳсулотларни кимёвий ва физик-кимёвий ҳамда физик-механик шунингдек спектроскопик усуллар билан таҳлил қилишга бағишланган.

Диссертациянинг «**Сода корхонасининг фильтр-пресс шламли чиқиндиларини натрий хлориди эритмаси ва силикат компонентларига қайта ишлаш жараёни тадқиқоти**» деб номланган **учинчи бобида** сода корхонасининг фильтр-пресс шламларини (ФПШ) дастанлабки наъмуналари таркибидаги натрий хлоридни сув ва айланма эритмалар билан тозалаш ва олинган натрий хлорид эритмасини кальцинацияланган сода олиш цехига қайтариш ҳамда қаттиқ фазасини эса қурилиш материалларининг сифатини яхшиловчи қўшимча сифатида қўллаш жараёнига бағишланган.

Сода корхонасининг чиқинди сифатида ташланадиган ФПШларини ўртача кимёвий таркиби қуйидагича, (оғир. %): CaCO_3 -57,38; $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -13,37; NaCl -21,93 ва эримас қисм-7,32. Ушбу натижаларни замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари ҳам исботлади (1-расм).



1-расм. Рентген-флуоресценция спектрометри элементар таҳлили график чизмаси

Рентген-флуоресценция спектрометри орқали амалга оширилган таҳлил натижаларига кўра ФПШнинг таркиби асосан CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, NaCl , MgSiO_3 , NaCO_3 , NaSO_4 ва эримас қолдиқдан иборатлигини кўрсатди.

ФПШларини натрий хлориддан тозалаш бўйича тажриба ишлари 30°C ҳароратда олиб борилган бўлиб аралаштириш қаттиқ:суюқ (Қ:С) фазаларнинг турли нисбатларида олиб борилди. Қ:С фазанинг мақбул 1:2,0 нисбатда ФПШлари таркибидаги натрий хлориднинг суюқ фазага ўтиш кинетикаси ўрганилди. Жумладан 5; 10; 15 ва 20 дақиқа мобайнида ФПШ таркибидаги натрий хлориднинг суюқ фазага ўтиш даражаси мос равишда 43,99%; 65,30%; 77,60% ва 86,01% ни, 25; 30; 35 ва 40 дақиқаларда эса мос равишда 90,42%;

92,95%; 94,71% ва 95,97% ташкил этди. Дастлаб натрий хлориднинг эритмага ўтиш даражаси юқори бўлиб, эритмада натрий хлорид концентрацияси ва эритманинг тўйиниш даражасини ортиши натижасида 25-40 дақиқа оралиғида натрий хлориднинг эритмага ўтиши нисбатан камаяди.

ФПШ суспензиясининг тиниш даражаси ва чўкиш тезлиги турли ҳарорат ва дақиқаларда ўрганилди (1-жадвал).

1-жадвал

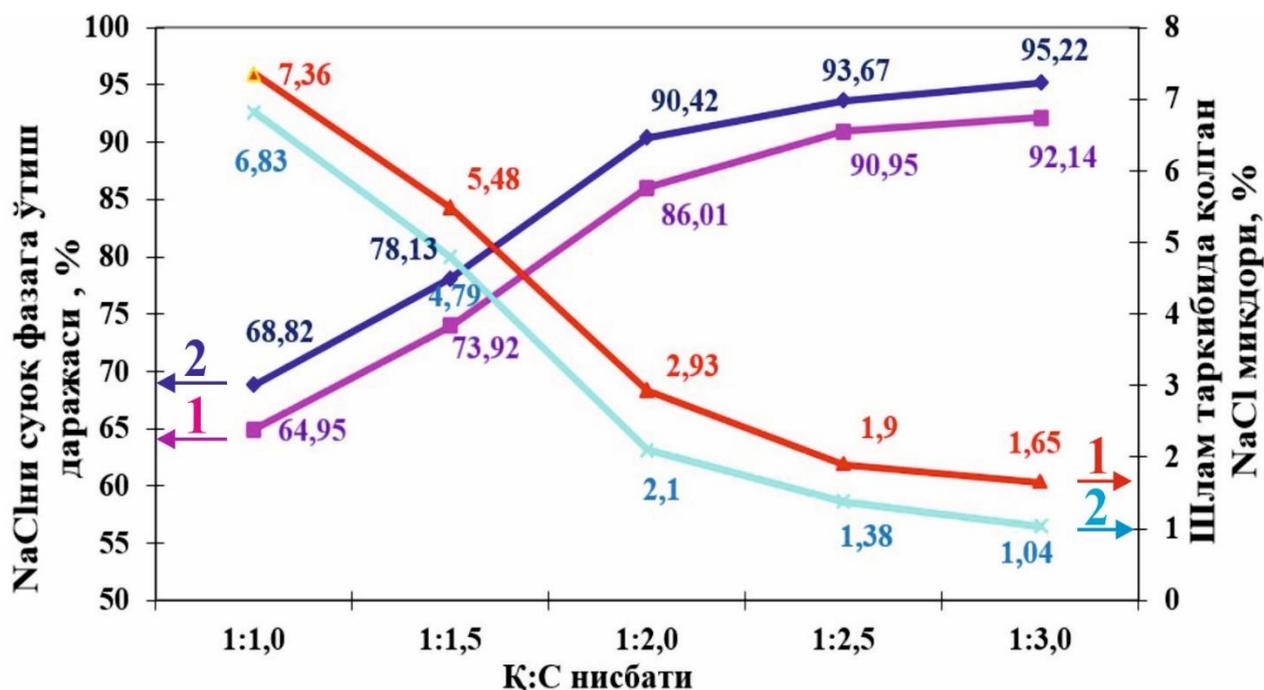
Сода корхонаси ФПШ чиқиндисини натрий хлориддан ювиш жараёнида тиниш даражаси ва чўкиш тезлигининг вақтга боғлиқлиги

Ҳарорат, °С	Вақт, дақиқа						
	2	4	6	8	10	12	14
	Тиниш даражаси, оғир. %						
20	73,01	87,07	91,12	94,22	96,09	97,14	97,91
40	78,32	90,95	93,97	96,12	97,30	98,07	98,37
60	83,62	94,82	96,81	98,01	98,81	98,99	99,24
Чўкиш тезлиги, м/соат							
20	1,44	0,91	0,64	0,47	0,35	0,29	0,18
40	1,67	1,22	0,79	0,57	0,42	0,30	0,21
60	1,89	1,53	0,94	0,67	0,48	0,34	0,23

ФПШларини сув ва айланма эритмалар иштирокида Қ:С нисбати 1:2,0 бўлган суспензиясининг тиниш даражаси эритма ҳарорати ва тиндириш давомийлиги ортиши билан 8 дақиқагача бўлган муддатда нисбатан тез, кейинги дақиқаларда секин ортиб боради. 10 дақиқада ҳарорат 20°Сдан 60°Сгача ортганда тиниш даражаси 96,09%дан 98,81%га, яъни 2,72% ортади.

Чўкиш тезлиги ҳарорат 20°Сдан 60°Сгача ортиши билан 1,44 м/соатдан 1,89 м/соатгача ортиб боради, аммо чўкиш вақти давомийлиги ортиши билан 8 дақиқагача бўлган муддатда нисбатан тез, кейинги дақиқаларда секин ортиб боради. Яъни, 10 дақиқада ҳарорат 20°Сда 0,35 м/соатни ташкил этган бўлса, худди шу ҳароратда 14 дақиқада 0,18 м/соат гача ортади. Буни асосий сабаби, дастлаб нисбатан йирик ўлчамли зарралар чўкишини, кейин эса майда зарралар чўкиши билан изоҳланади.

ФПШдан натрий хлоридни сув ва айланма эритмалар билан турли нисбатларда ажратиб олиш жараёнидаги суспензия ва филтратнинг реалогик хоссалари 10; 30 ва 50°С ҳароратларда ўрганилди. ФПШни дастлабки суспензиясининг зичлиги Қ:С фазаларни 1:2,0 нисбатида ҳарорат 10 дан 50°С гача ортиб бориши билан 1,124 дан 1,086 гр/см³ гача камайиб боради, аммо суспензиянинг қовушқоқлиги эса худди шу нисбат ва ҳароратларда 1,164 дан 2,296 см²/соатгача ортиб боради. Тажриба натижалар шуни кўрсатдики суспензия таркибидаги магний бирикмаларининг эркин сувни қисман гидратлар кўринишида боғлаши эвазига суспензиянинг қовушқоқлиги ортиши кузатилди. Филтратланган эритманинг зичлиги ва қовушқоқлиги Қ:С фазалар нисбати ва ҳарорат ортиб бориши билан бир хил камайиб боради. ФПШни шлам ва сувнинг турли нисбатларида натрий хлориднинг суюқ фазага ўтиш даражаси ўрганилди ва тадқиқот натижалари 2-расмда келтирилди.

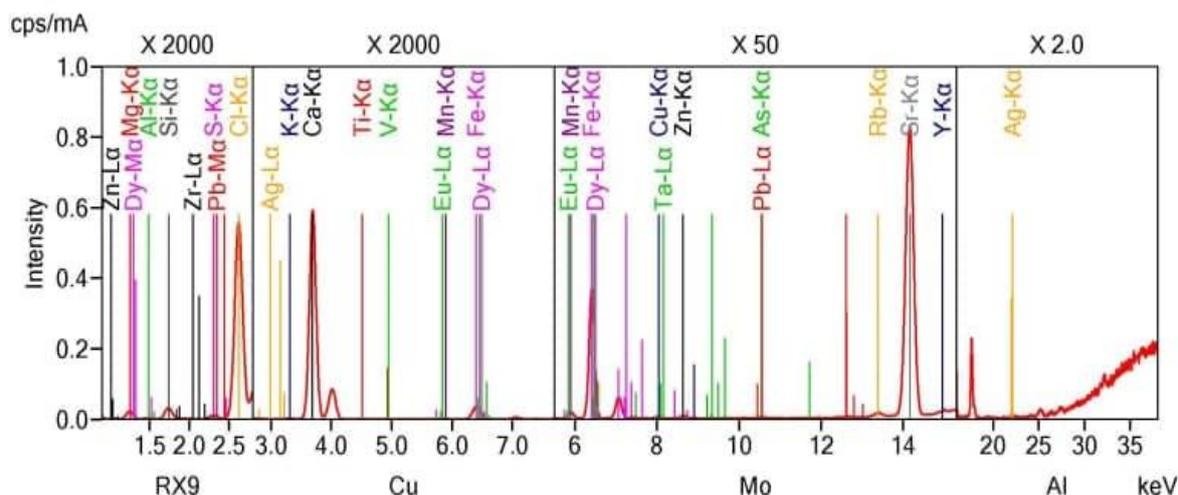


2-расм. Сода корхонасини фильтр-пресс шламини натрий хлориддан сув билан турли нисбатларда ювилиш даражаси. 1 - 20 дақиқа аралаштиришда; 2 - 30 дақиқа аралаштиришда (30°C харорат)

Сода корхонасини ФПШли чиқиндиси таркибидаги натрий хлоридни тозаланиш даражаси ҳар хил нисбатларда ювилишида 20 ва 30 дақиқа мобайнида 30°C да аралаштиришда турлича тозаланиш даражасини кўрсатди. Жумладан, Қ:С нисбати 1:1.0 бўлганда 20 дақиқа давомида аралаштиришда 64,95%, 30 дақиқада эса 68,82% натрий хлориди суюқ фазага ўтди. Шлам таркибида қолган натрий хлориднинг миқдори эса 20 дақиқада 7,36% ни, 30 дақиқада эса 6,83% ни ташкил этди. Қ:С нисбати ортиб бориши билан 20 дақиқада давомида аралаштиришда натрий хлориднинг суюқ фазага ўтиш даражаси куйидагича ортиб борди: 1:1.5 - 73,92%; 1:2.0 - 86,01%; 1:2.5 - 90,95%; 1:3.0 - 92,14%. 30 дақиқа давомида аралаштиришда эса куйидагича ортиб борди: 1:1.5 - 78,13%; 1:2.0 - 90,42%; 1:2.5 - 93,67%; 1:3.0 - 95,22%. Шлам таркибида қолган натрий хлорид миқдори эса мос равишда куйидагича камайиб борди: 20 дақиқада-1:1.5 - 5,48%; 1:2.0 - 2,93%; 1:2.5 - 1,90%; 1:3.0 - 1,65%. 30 дақиқада аралаштиришда-1:1.5 - 4,79%; 1:2.0 - 2,10%; 1:2.5 - 1,38%; 1:3.0 - 1,04%.

Тадқиқотлар натижасида ФПШларидан сув ва айланма эритма билан натрий хлоридни ажратиб олиш жараёнининг мақбул Қ:С фаза нисбати 1:2,0 бўлиб, таркибидан NaCl ажратилган ФПШнинг кимёвий таркиби куйидагича (оғир. %). CaCO₃-72,06; Mg(OH)₂-16,34; NaCl-2,93; э.қ.-8,67. Бу натижаларни ўтказилган замонавий физик-кимёвий таҳлил натижалари ҳам исботлади.

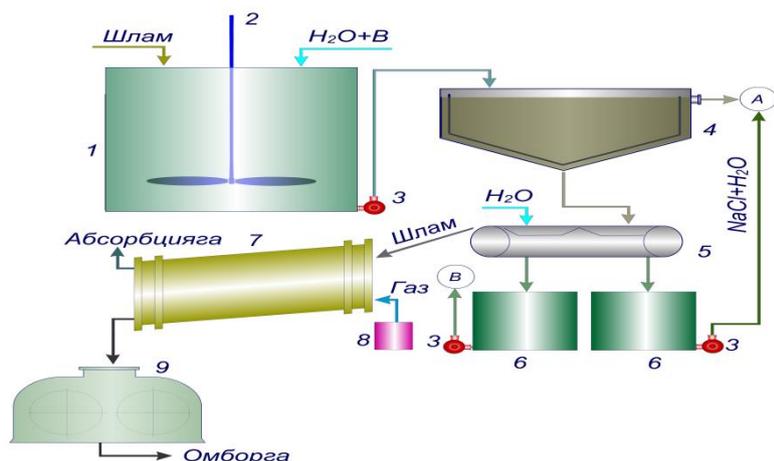
Замонавий ва юқори самарали энергия дисперсли рентген-флуоресценция спектрометри орқали NaCl ажратиб олинган шламнинг минералогик ва элементар тақибини таҳлил қилинди ва якуний натижалар олинди (3-расм).



3-расм. NaClдан ювилган филтър-пресс шламнинг рентген-флуоресценция спектрометри элементар таҳлили график чизмаси

Рентген-флуоресценция спектрометри амалга оширилган тажриба натижаларидан шуни кўрсатдики, сода корхонасининг ФПШнинг таркибидаги асосий моддаларнинг миқдори (CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ва э.қ.) ортанлиги ва NaCl миқдори эса камайганлигини кўрсатди.

Шунингдек, ФПШдан сув ва айланма эритмалар иштирокида NaClни ажратиб кальцинацияланган сода олиш учун NaCl ва бетон маҳсулотлари учун эса қўшимчалар ишлаб чиқаришнинг хомашёлар сарфини моддий баланси тузилган ҳамда технологик схемаси ишлаб чиқилган (4-расм).

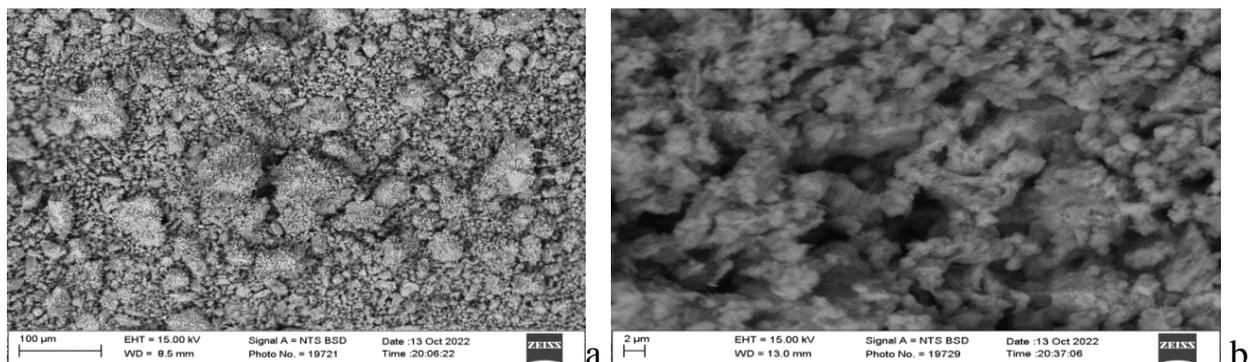


4-расм. Сода корхонасини филтър-пресс шлами чиқиндиси таркибидаги натрий хлоридни ювиш жараёнинг технологик схемаси.

1-сиғим идиши; 2-аралаштиргич; 3-насослар; 4-тиндиргич; 5-вакуум-филтър; 6-йиғичлар; 7-барабан куритгич; 8-ёқилғи газ; 9-валикли майдалагич.

ФПШни NaClдан тозалаш жараёнида олинadиган NaClли эритмаси кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш жараёнига қайтарилadi, натижада корхонанинг туздан фойдаланиш даражаси 84% дан 89% гача ортади. NaClдан тозаланган ФПШни эса бетоннинг турли физик-механик хоссаларини яхшиловчи қўшимча сифатида фойдаланилди. Чунки ушбу қўшимчалар пуццоланли фаоллик хусусиятига эга. Мақбул таркибда бетон таркибига киритилган ФПШ таркибидаги кам миқдордаги NaCl эса цементининг алюминий таркибли фазалари билан кальций гидрохлоралюминатлари $\text{C}_3\text{A}\cdot\text{NaCl}\cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ($N_p=1,54$ ва $N_p=1,534$; $d_M=7,96\cdot 10^{-10}$ гексоганал кристаллар) ҳосил қилади.

ФПШлари қўшилган бетон намуналарининг сканерловчи электрон микроскоп таҳлили натижалари 5-расмда келтирилган.



5- расм. Натрий хлориддан тозаланган ФПШлари қўшилган бетон намуналарининг микроскопик таҳлили. а-100 мк; б-2 мк.

Сканерловчи электрон микроскоп ёрдамида ўтказилган таҳлил натижаларига кўра NaClдан тозаланган ФПШлари мақбул таркибларда киритилган бетон намуналари 100 микрон (а) яъни, 100 мартагача катталаштирилганда шламлар ва уларни ўраб турган цемент минераллари кўринди. Ушбу таҳлил жараёнини 2 мк, яъни 2000 мартагача яқинлаширилганда ФПШларининг барча минераллари цемент минераллари билан ўзаро зич структура ҳосил қилганлиги аниқланди. Структуравий таҳлиллар эса ушбу минераллар цементнинг гидрокарбоалюминат ва гидрокарбохлорид минералларининг комбинацияланган бирикмаларига тегишли эканлиги кўрсатди. Бу эса қаттиқ фазада майда кристалли паст асосли модификацияланган натрий гидросиликатлари миқдори ортишига ва бу бетоннинг мустаҳкамлигига салбий таъсир кўрсатмаган ҳолда юқори совуқбардошлилик хусусиятини ортишига олиб келади. Ушбу натижаларни замонавий физик-кимёвий таҳлиллар ҳам тасдиқлади.

Диссертациянинг «**Сода корхонасининг кальцийли чиқиндилари асосида силикат компонентлари ва улар асосида маҳсулотлар олиш жараёни тадқиқоти**» деб номланган тўртинчи бобида сода корхонасининг ҚКЧларини намуналарнинг физик-кимёвий ва физик-механик хоссалари тегишли давлат андозаси талаблари асосида синовлардан ўтказилган ҳамда турли бетон маркалари учун йирик ва майда тўлдирувчилар сифатида қўллашнинг давлат стандартларига жавоб берадиган мақбул технологик кўрсаткичлар ишлаб чиқишга асосланган.

Ушбу ҚКЧларининг дастлабки намуналари йириклик модули бўйича фракцион таркиблари ўрганилди ва унга кўра СКМФОЧ ва СКОСЖПҚОЧлар йирик тўлдирувчилар, СКОҚЧ эса майда тўлдирувчилар сифатида бетонлар таркибига киритиш орқали бетонларнинг мустаҳкамлиги ва физик-механик хоссаларини яхшилаш мумкин.

Чунки цемент таркибидаги алюминатли бирикмалар минераллари-учкальцийли алюминат C_3A ва тўрткальцийли алюмоферритни гидратацияланишида куб модификацияли кальций алюминат асосий минералидан $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$ ташқари, кальцийнинг карбонатли тузлари билан ўзаро таъсирланиши натижасида янги гидрат бирикма - кальций

гидрокарбоалюминати $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCO}_3\cdot 11\text{H}_2\text{O}$ ёки магний гидрокарбоалюминатларнинг зич кристаллари ҳам шаклланади. турли нисбатларда ҳам шундай. Бетон маҳсулотларини ўрганиш натижалари 2-3 жадвалда келтирилган.

M400 маркали бетонлар учун анъанавий тўлдирувчилар (чақиқтош) ва СКМФОЧнинг ўзаро турли нисбатларида йирик тўлдирувчилар сифатида бетон маҳсулотлари учун қўлланилган. Олинган бетонлар натижалар ўрганилди (2-жадвал).

2-жадвал

СКМФОЧ қўшилган бетон наъмуналарини сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги

Хомашё, оғир. %		Вақт бўйича бетон мустаҳкамлиги, МПа					
Тўлдирувчи (чақиқтош)	СКМФОЧ 5-20 мм	3 кун	7 кун	28 кун	90 кун	180 кун	360 кун
100	-	13,07	27,92	40,43	46,55	52,71	58,22
90	10	13,12	28,00	40,51	46,62	52,80	58,31
85	15	13,28	28,04	40,56	46,65	52,83	58,36
80	20	13,72	28,08	40,64	46,69	52,85	58,39
75	25	13,91	28,10	40,70	46,73	52,88	58,42
70	30	13,96	28,13	40,77	46,75	52,91	58,46
65	35	14,08	28,15	40,81	46,78	52,95	58,48
60	40	14,11	28,17	40,88	46,82	52,98	58,53
55	45	14,13	28,18	40,92	46,85	53,02	58,58
50	50	14,21	28,20	41,00	46,87	53,05	58,61
45	55	14,15	28,21	41,06	46,90	53,09	58,64
40	60	14,03	28,22	41,13	46,92	53,11	58,66
35	65	13,80	28,20	41,86	46,91	53,08	58,69
30	70	13,46	28,17	40,92	46,86	53,01	58,65
25	75	13,41	28,13	40,79	46,81	52,95	58,59
20	80	13,30	28,07	40,66	46,77	52,87	58,52
15	85	13,22	27,98	40,50	46,70	52,76	58,40
10	90	13,02	27,90	40,35	46,63	52,67	58,32

2-жадвалдан кўринадики, M400 маркали бетонлар таркибига СКМФОЧ 65% гача миқдорда қўшилганда бетон наъмуналари мустаҳкамлиги ортиб боришини кўрсатди. 90% миқдорда қўшилганда бетон наъмуналари мустаҳкамлиги 99,8% га, яъни давлат андозаси талаблари (ГОСТ 10180-2012) дан 0,2% га пасайиши кузатилди. Энг юқори кўрсаткичлар СКМФОЧ бетон таркибига 60-65% миқдорларда киритилганда кузатилди. 65% СКМФОЧ қўшилган бетон наъмуналари 28 кунлик даврида мустаҳкамлик 103,5% ни ташкил этди. Ушбу маркали бетонлар учун анъанавий тўлдирувчилар (чақиқтош) ва СКОСЖПҚОЧнинг ўзаро турли нисбатларида йирик тўлдирувчилар сифатида бетон маҳсулотлари учун қўллаш имкониятлари кўриб чиқилди. Тадқиқот натижаларига кўра ушбу M400 маркали бетон таркибига СКОСЖПҚОЧ киритилишида бетон мустаҳкамлиги маълум даражада ошишига, аммо бу чиқиндиларни мақбул миқдордан ошиши натижасида эса бетон мустаҳкамлик кўрсаткичини камайишига олиб келди. M400 маркали бетонлар учун СКОСЖПҚОЧ бетон таркибидаги мақбул

миқдорлари анъанавий тўлдирувчиларга нисбатан 60-65% миқдорда киритилиганда намоён бўлиши исботланди. Анъанавий тўлдирувчиларга нисбатан 60-65% миқдорда киритилган бетон наъмуналари 28 кунлик даврида 102,6% мустаҳкамлик чегарасини намоён қилади.

Ушбу маркали бетонлар учун анъанавий тўлдирувчилар (чақиқтош) ва СКОСЖПҚОЧнинг ўзаро турли нисбатларида йирик тўлдирувчилар сифатида бетон маҳсулотлари учун қўллаш имкониятлари кўриб чиқилди.

Тадқиқот натижаларига кўра ушбу М400 маркали бетон таркибига СКОСЖПҚОЧ киритилишида бетон мустаҳкамлиги маълум даражада ошишига, аммо бу чиқиндиларни мақбул миқдордан ошиши натижасида эса бетон мустаҳкамлик кўрсаткичини камайишига олиб келди. М400 маркали бетонлар учун СКОСЖПҚОЧ бетон таркибидаги мақбул миқдорлари анъанавий тўлдирувчиларга нисбатан 30-35% миқдорда киритилиганда намоён бўлиши исботланди. Анъанавий тўлдирувчиларга нисбатан 30-35% миқдорда киритилган бетон наъмуналари 28 кунлик даврида 102,6% мустаҳкамлик чегарасини намоён қилади.

СКОҚЧни майда тўлдирувчилар сифатида М400 маркали бетонлар учун кварц куми билан ўзаро турли нисбатларида бетонлар таркибига киритиш имкониятлари кўриб чиқилди ва натижалар 3-жадвалда келтирилди.

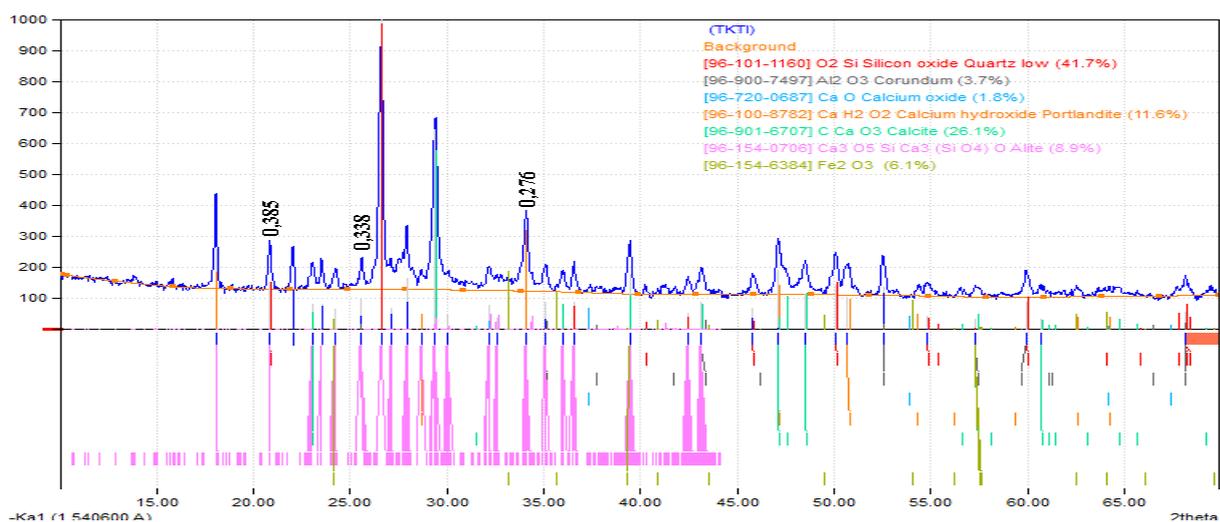
3-жадвал

СКОҚЧлари қўшилган бетон мустаҳкамлиги

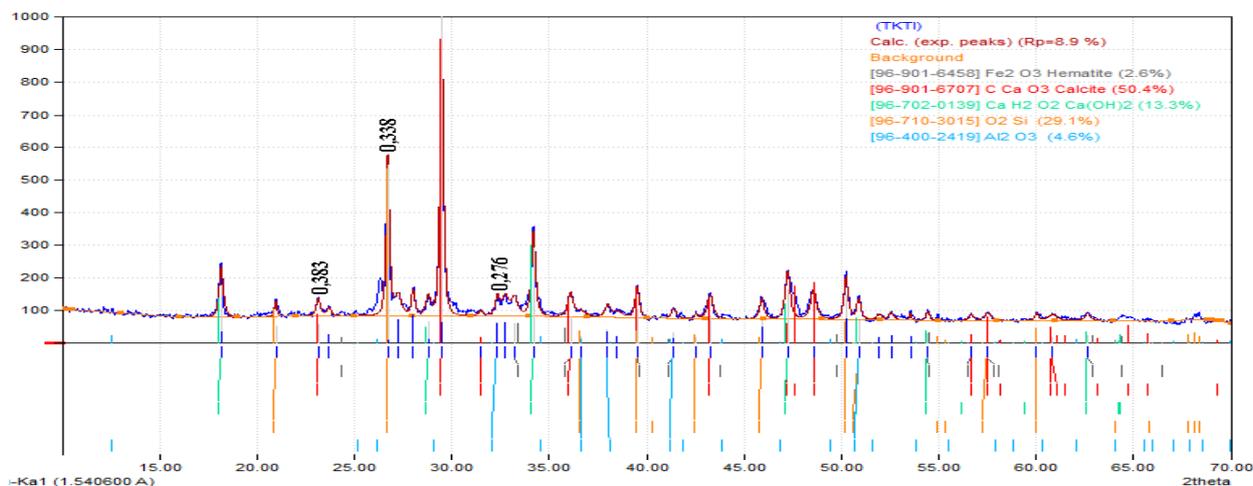
Хом ашё, оғир. %		Вақт бўйича бетон мустаҳкамлиги, МПа					
Кум	СКОҚЧ	3 кун	7 кун	28 кун	90 кун	180 кун	360 кун
100	-	13,07	27,92	40,43	46,55	52,71	58,22
90	10	13,16	27,93	40,48	46,64	52,79	58,33
85	15	13,21	27,96	40,57	46,67	52,82	58,38
80	20	13,25	28,00	40,68	46,71	52,86	58,41
75	25	13,27	28,06	40,75	46,74	52,89	58,45
70	30	13,31	28,09	40,83	46,78	52,93	58,48
65	35	13,33	28,06	40,98	46,79	52,97	58,53
60	40	13,36	28,06	41,11	46,81	53,00	58,58
55	45	13,38	28,07	41,23	46,86	53,04	58,63
50	50	13,41	28,09	41,36	46,88	53,08	58,68
45	55	13,43	28,10	41,58	46,93	53,06	58,67
40	60	13,38	28,06	41,04	46,82	52,94	58,60
35	65	13,37	28,02	40,47	46,67	52,77	58,47
30	70	13,34	27,94	40,39	46,50	52,51	58,31

3-жадвалдан кўринадикки М400 маркали бетонлар олиш учун майда тўлдирувчилар сифатида СКОҚЧнинг бетон таркибига киритилиши бетон мустаҳкамлигини сезиларли даражада ошириши мумкин. Ушбу чиқиндиларнинг бетон таркибига қўшишини мақбул қийматлари аниқланди. Жумладан СКОҚЧ анъанавий кум миқдорига нисбатан 45; 50; 55 ва 60% миқдорда бетон таркибига киритилишида энг юқори мустаҳкамликни намоён қилди. Давлат андозаси (ГОСТ 10180-2012) бўйича синовдан ўтказилганда СКОҚЧнинг 55% киритилишида бетон наъмуналари 28 кунлик даврида 102,8% мустаҳкамликга эришди.

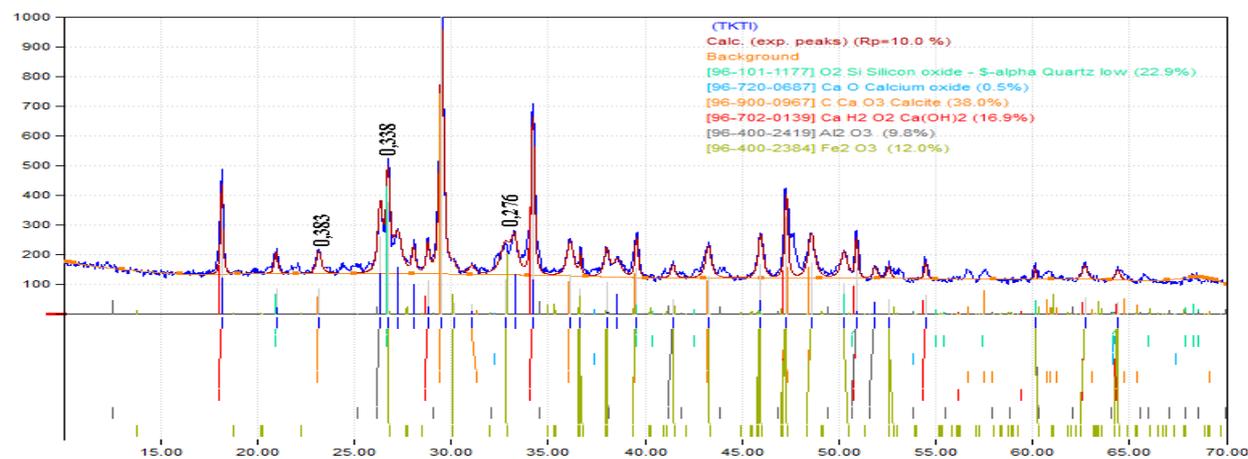
Ушбу чиқиндиларнинг макбул таркибда қўшилган бетон наъмуналари рентгенографик таҳлил усуллари ёрдамида таҳлил қилинди (4-6 расмлар).



4-расм. СКМФОЧлари қўшилган бетон наъмуналарининг рентгенографик таҳлили



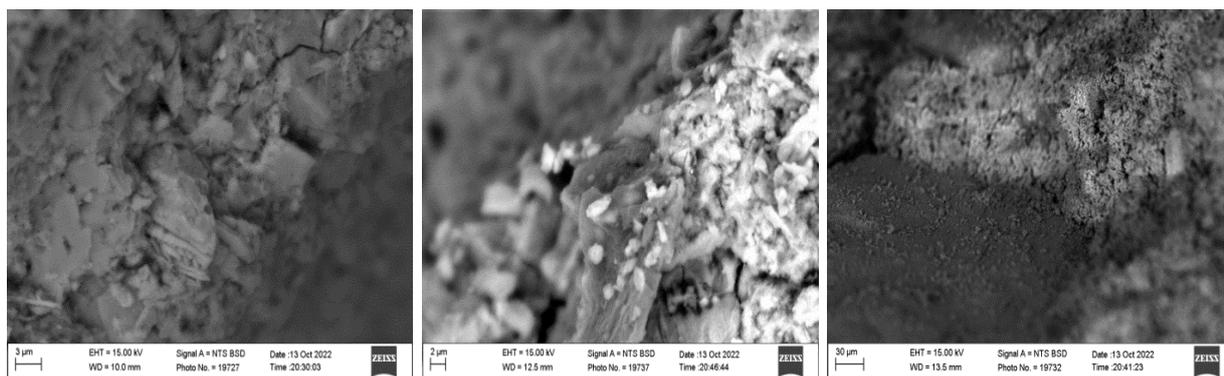
5-расм. SKOSJPKOChлари қўшилган бетон наъмуналарининг рентгенографик таҳлили



6-расм. SKOQChлари асосида олинган бетон наъмуналарининг рентгенографик таҳлил натижалари

Сода корхонасининг турли қаттиқ кальцийли қаттиқ чиқиндилари асосида олинган бетон наъмуналарининг рентгенографик таҳлил натижаларига кўра ушбу чиқиндилар қўшилган бетон наъмуналарининг таркибида цемент минераллари ва цементнинг алюминатаркибли минераллари билан фаол реакцияга киришиб гидратация жараёнида текисликлараро масофалар $d=0,383; 0,338; 0,276$ нм ларида ўрта интенсивликдаги дифраксион чизиқларини ҳосил бўлиши аниқланди. Бу янги бирикмалар кальций гидрокарбоалюминатлар $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCO}_3\cdot 11\text{H}_2\text{O}$ нинг мураккаб бирикмаси мавжудлигини кўрсатди.

Шу билан бирга, сода корхонасини ҚҚЧлари қўшилган бетон наъмуналарининг структуравий тузилиши ва ушбу чиқиндиларнинг цемент минераллари билан ўзаро боғланиш соҳаларини замонавий сканерловчи электрон микроскоп ёрдамида таҳлил қилинди, натижалар эса 7-расмда келтирилди.



СКМФОЧ

SKOSЖПҚОЧ

SKOҚЧ

7-расм. Сода корхонасининг ҚҚЧлари мақбул таркибларда киритилган бетон наъмуналарини тўлдирувчи ва цементнинг ўзаро туташ соҳаларини 2000 мартагача катталаштирилган микроскопик таҳлили

Ушбу расмдан кўринадикки сода корхонасининг ҚҚЧларининг цементоши билан ўзаро туташ соҳаларида гидрокарбоалюминатлар ҳосил бўлгани эвазига мустаҳкам боғланган. Шундай қилиб, ушбу чиқиндилар киритилган бетон наъмуналарининг мустаҳкамлигига асосий сабаб ушбу тўлдирувчилар қўшилган наъмуналарда цементни гидратацияланиш ва гидролизланиш жараёнлари фаол кечиши туфайли ўз-ўзидан вакуумланиш сегментация жараёни ҳосил бўлади ҳамда йирик тўлдирувчи доначалари остида йирик ғоваклар йўқотилишига олиб келади ва бу цемент тоши билан илашишни оширади. Карбонатли тўлдирувчиларга эга бетон аралашмалари бошқа тўлдирувчиларга қараганда кўпроқ сувталаблик хусусиятини намоён қилади. Чунки карбонатли тўлдирувчиларнинг умумий ҳўлланиш юзаси зич тўлдирувчиларнинг умумий ҳўлланиш юзасига нисбатан юқори. Шунинг учун карбонатли тўлдирувчига эга бетонларда солиштирма цемент сарфини ўзгариши қаттиқ зарраларнинг умумий майдони катталигига нисбатан кам таъсир кўрсатади. Сода корхонасининг ҚҚЧлари йирик ва майда тўлдирувчилар сифатида бетон таркибига 100% миқдорда киритилишида

3. ФПШларини ювиш жараёнида суспензия ва суюқ фазаларнинг реологик хоссалари, яъни Қ:С нисбати 1÷1,5-2,0 ва 30°С ҳароратда суспензиянинг зичлиги 1,121÷1,145 гр/см³, қовушқоқлиги эса 1,437÷1,437 см²/с; фильтратнинг зичлиги 1,038÷1,035 гр/см³, қовушқоқлиги эса 1,018÷1,021 см²/с ни ташкил этишини тажрибалар асосида тадқиқ қилинди.

4. Тадқиқотлар натижасида ФПШларидан натрий хлоридни ажратиб олиш даражаси Қ:С фазалар нисбати 1:2,0 бўлганда 86,01% ни ва айланма эритмаларни такрорий қайта ишлатиш карралиги 3 ни ташкил этиши тадқиқотлар натижасида аниқланди.

5. Натрий хлориддан тозаланган ФПШларини бетоннинг физик-механик хусусиятларини яхшиловчи қўшимчалар сифатида киритилишида хомашёларнинг нисбатлари ва мақбул таркиблари ишлаб чиқилди ва бетоннинг М200 дан М400 гача бўлган маркаларига NaClдан тозаланган ФПШларини 5-15% оралиғида киритилиш мақбул кўрсаткич эканлиги исботланди.

6. Сода корхонасининг ҚКЧларини (СКМФОЧ; СКОСЖПҚОЧ ва СКОҚЧ) турли маркали бетонлар олишда қўллаб, уларнинг 28 кунлик давридаги мустаҳкамлик кўрсаткичлари аниқланди: СКМФОЧ тўлдирувчиси қўлланилганда М200 - 17,88 МПа, М400 - 41,86 МПа; СКОСЖПҚОЧ - М200 - 17,15 МПа, М400 - 41,48 МПа; СКОҚЧ - М200 - 17,64 МПа, М400 - 41,58 МПани ташкил этди ва анъанавий тўлдирувчиларга нисбатан мустаҳкамлик 3-5% га ортиши аниқланди.

7. Сода корхонасининг СКМФОЧ ва СКОСЖПҚОЧни турли нисбатларда йирик тўлдирувчилар сифатида қўллаганда анъанавий тўлдирувчиларни М200 ва М400 маркали бетонлар олишда мос равишда 90%, 75% гача, СКОҚЧ ва NaClдан тозаланган ФПШни майда тўлдирувчилар сифатида қўллаганда М200 ва М400 маркали бетонлар учун мос равишда 95% ва 55% гача алмаштириш имконини бериши асосланган.

8. Техник-иқтисодий ҳисоблардан кўринадики, «Кўнғирот сода заводи» АЖнинг йиллик ҳосил бўладиган чиқиндилари: ФПШни комплекс қайта ишлаб олинган натрий хлорид эритмасини сода олиш жараёнига қайтариш ва қурилиш маҳсулотларининг физик-механик хоссаларини яхшиловчи қўшимчалар олиш натижасида иқтисодий самарадорлик 3,71 млрд. сўмни ҳамда ҚКЧларини йирик ва майда тўлдирувчилар сифатида фойдаланиш натижасида эса 959,09 млн. сўм иқтисодий самара олиш мумкинлиги исботланган.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.04.2021.Т.106.04 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ФЕРГАНСКОМ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИЧЕСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

РАЖАБОВ ШОХРУХ ШЕРМАХМАТОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
КАЛЬЦИЕВЫХ ОТХОДОВ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВО,
СИЛИКАТНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ИЗДЕЛЕЙ НА ИХ ОСНОВЕ**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

02.00.15 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

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

Ташкент – 2023

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2022.3.PhD./T3021.

Диссертационная работа выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Научного совета (www.ferpi.uz) и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу (www.ziyo.net.uz).

Научный руководители:

Мирзакулов Холтура Чориевич
доктор технических наук, профессор

Юнусов Миржалил Юсупович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Сабиров Бахтиер Тухтаевич
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Шеркузиев Дониёр Шермаатович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Наманганский инженерно-строительный институт

Защита диссертации состоится «30» марта 2023 года в «14⁰⁰» часов на заседании разового Научного совета DSc.03/30.04.2021.T.106.04 по присуждению научных степеней при Ферганском политехническом институте по адресу: 150107, г. Фергана, ул. Ферганская, 86. Тел.: (99873) 241-12-06, факс: (99873) 241-12-06, e-mail: ferpi_info@edu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ферганского политехнического института (зарегистрирован под №2). (Адрес: 150107, г. Фергана, ул. Ферганская, 86. Тел.: (99873) 241-12-06.

Автореферат диссертации разослан «17» марта 2023 года.
(реестр протокола рассылки №2 от «17» марта 2023 года).



Ш.Ш. Хамдамова
Председатель разового научного совета, по присуждению учёных степеней, д.т.н., доц.

Р.М. Назирова
Ученый секретарь разового научного совета по присуждению учёных степеней, д.ф.(PhD) по т.н.

Р.Р. Тожиев
Председатель разового научного семинара при разовом совете по присуждению ученой степени, д.т.н. (DSc)

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время утилизация и переработка промышленных отходов является актуальной проблемой в мире. Потому что отходы не только вредят здоровью населения вокруг предприятия, но и частично ограничивают их материальные и моральные потребности. Чтобы устранить эти проблемы, важно перерабатывать промышленные отходы и получать продукты на их основе. В связи с чем, переработка промышленных отходов, особенно твердых и жидких отходов предприятий по производству соды, и утилизация отходов является важной как с научной, так практической точки зрения. Существует возможность частичного устранения экономической и экологической проблемы за счет использования фильтр-прессовых шламов (ФПШ) этих предприятий в качестве растворов хлорида натрия и добавок, улучшающих физико-механические свойства бетонных изделий и твердых кальциевых отходов (ТКО) в качестве крупных и мелких наполнителей для бетона.

В глобальном масштабе проводится научные исследования для производства добавок, улучшающие различные физико-механические свойства бетона. В связи с этим разработка технологий получения добавок и наполнителей из промышленных отходов с целью эффективного использования отходов, улучшения различных физико-механических свойств их бетона; возврат растворов хлорида натрия в процесс получения соды в результате разработки технологии комплексной переработки ФПШ; и получение добавки и наполнители для строительных изделий; особое внимание уделяется достижению высокой рентабельности этих предприятий и производству бетона с карбонатным наполнителем.

В последние годы в нашей республике реализованы масштабные мероприятия по модернизации и диверсификации предприятий по производству соды, созданию новых производств, выпуску новой конкурентоспособной продукции, выпуску экспорто-замещающей продукции, комплексной утилизации промышленных отходов, достигаются конкретные научно-практические результаты. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 гг. отмечено, что объем строительных материалов следует увеличить в 2 раза, расширить сырьевую базу за счет вовлечения нетрадиционных нерудных сырьевых и вторичных ресурсов, разработать и внедрить безотходную технологию в рамках «Зеленой экономики»¹. В связи с этим, имеющееся в республике сырье, в том числе отходы АО «Кунградский содовый завод», используются для комплексной переработки фильтр-прессовых шламов, растворов поваренной соли с получением кальцинированной соды, разработки технологий получения добавки, улучшающие физико-механические свойства бетонных изделий, замещающие импорт, а также твердые кальциевые отходы и использование их в качестве крупных и мелких наполнителей при производстве бетонных изделий имеет важное экономическое и экологическое значение.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах и Постановлениях Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» и ПП-4937 от 28 декабря 2020 года «О мерах по реализации Инвестиционной программы Республики Узбекистан на 2021-2023 годы», ПП-4992 от 13 февраля 2021 года «О дальнейшем реформировании и финансовом укреплении предприятий химической промышленности, мерах по развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью», ПП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов», а также в других нормативно-правовых документах, связанных с этой деятельностью.

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

Степень изученности проблемы. В научно-технической литературе нашей страны вопросы утилизации твердых и жидких отходов содового предприятия и производства различных продуктов на их основе вели научные исследования: Т.А.Атакузиев, Н.А.Сирождидинов, М.Искандарова, З.А.Мухамедбаева, Х.Ч.Мирзакулов, А.У.Эркаев. Также научные исследования проводились Ю.Юнусовым, Р.Р.Тожиевым, Н.Х.Толиповым, Ш.А.Кулдошевой, У.А.Якубовым, А.М.Искандеровым, О.С.Бобокуловой, М.С.Джандуллаевой, К.Д.Реймовым и другими. В работах этих ученых отходы содового завода в основном использовались как сырье для получения различных силикатных материалов, в виде добавки к моющим средствам, в качестве стабилизаторов островных песков, жидких и твердых комплексных удобрений.

Приведены различные результаты научно-исследовательских работ зарубежных ученых, подтверждающих включение карбонатных наполнителей в состав различных бетонов, их твердеющие свойства в различных условиях, пригодность этих бетонов для строительных работ. Так, например, Боженков Ю.М., Воробьев А.А., Черепов В.Д., Зозуля П.В., Шелихов Н.С., Козлова В.К., Михеенков М.А., Красильникова О.А., Гусенков А.С., Сильва Р.В., Фатих Бектас, Чан Цзи Цзы Ха, из ряда ученых Республики Узбекистан Х.Кулдашев, Х.Х.Абдусатторов, Х.А.Акрамов, Х.Н.Норитдинов и Э.Касимов проводили научные исследования в этом направлении. В работе этих ученых изучалось влияние на свойства бетона, главным образом при введении различных известняковых отложений в качестве наполнителей в различные марки бетона, и был отмечен ряд положительных результатов по изменению различных физико-механических свойств бетона.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института в рамках инновационного проекта И-2015-7-20 «Активные гидравлические добавки на основе туффитов, прокаленных при низких температурах» (2015-2016 гг.) и хозяйственного договора № 06/10 «Разработка технологии получения гипса, галита, нитрата кальция, нитрата натрия, сульфата магния путем утилизации отходов АО «Конградский содовый завод» - дистеллерной жидкости и фильтр-прессового шлама» (2010-2011 г.).

Целью исследования является создание технологий производства раствора хлорида натрия, силикатных компонентов и строительных материалов путем комплексной переработки фильтр-прессовых шламов и различных твердых кальциевых отходов содовых производств.

Задачи исследования:

исследование процесса извлечения хлорида натрия из содержимого ФПШ содового предприятия;

определение оптимальных технологических параметров использования добавок и наполнителей, полученных на основе ФПШ и силикатных материалов, в процессе получения строительных материалов;

установление оптимальных технологических коэффициентов получения железобетонных изделий различных марок с участием мелкофракционных известняковых отходов содовых предприятий (МФИОСП), известняковых отходов, не разлагающихся в процессе гашения извести (ИОНРПГИСП), известняково-песчаных отходов (ИПОСП) и силикатных материалов;

изучение физико-химических и товарных свойств бетонных изделий, используемых в качестве крупных и мелких заполнителей содовых предприятий;

технично-экономическое обоснование эффективности получения бетонных изделий, используемых в качестве крупных и мелких наполнителей содовых предприятий;

апробация и проведение испытаний технологии получения бетонов на основе отходов содового предприятия и силикатных материалов.

Объект исследования. В качестве объекта исследования были взяты фильтр-прессовый шлам, (МФИОСП), (ИОНРПГИСП), (ИПОСП), ПЦ М400 Д20 «КАРАКАЛПАК» портландцемента, песок, гравий и щебен.

Предметом исследования является очистка фильтр-прессовых шламов от хлорида натрия, разработка технологий получения (МФИОСП), (ИОНРПГИСП), (ИПОСП), и различных марок бетонов из фильтр-прессовых шламов, очищенных от хлорида натрия.

Методы исследования: В диссертации использованы химические и физико-химические, а также спектроскопические (рентгеновский, ИК-спектроскопический, рентгенофлуоресцентная спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия) методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены оптимальные условия процессов получения кальциево-магниевых-карбонатных добавок и наполнителей, используемых в

производстве растворов хлорида натрия и строительных материалов для процесса кальцинированной соды путем выделения хлорида натрия из ФПШ содовых предприятий в присутствии воды и циркуляции;

определены оптимальные условия процесса получения различных марок бетона с использованием ФПШ, выделенный из его состава хлорид натрия использован в качестве силикатных добавок и наполнителей;

определены физико-химические и физико-механические свойства ТКО содового предприятия, и на их основе выявлены оптимальные технологические факторы получения разных марок бетона, а также оптимальные соотношения вторичного и первичного сырья;

составлен материальный баланс и разработаны технологические схемы производства для содовых предприятий растворов хлорида натрия, добавок и наполнителей для строительных материалов и бетонных изделий на их основе комплексной переработкой ФПШ и ТКО.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технологическая схема получения растворов хлорида натрия для процесса производства кальцинированной соды путем разделения растворов хлорида натрия в присутствии воды и оборотных растворов содовых предприятий ФПШ;

разработана оптимальная технология применения шлама, выделенного хлоридом натрия, в качестве добавки к различным маркам бетона;

на их основе разработана технология получения бетона различных марок, применения твердые отходы содового предприятия в качестве крупных и мелких наполнителей.

Достоверность результатов исследования. Результаты химического и физико-химического анализа подтверждены лабораторными экспериментами и опытно-производственными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обоснуются возвращением растворов хлорида натрия в процесс кальцинирования соды с утилизацией отходов содовых заводов и использованием ТКО в качестве сырья для замены крупных и мелких наполнителей бетонных изделий, улучшающих их физико-химические и физико-механические свойства. Создана научная база для использования ФПШ, из которого выделен хлорид натрия, в качестве добавки для улучшения различных свойств бетона. Разработка оптимальных составов этих отходов в качестве крупных и мелких наполнителей, интерпретируется для получения различных марок бетона.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что разработанная технология получения разных марок бетона при разном соотношении твердых кальциевых отходов, могут заменить традиционные наполнители благодаря своему составу и механических свойств, и на их основе можно получить качественные бетонные изделия. Что позволит решить проблему утилизации отходов.

Внедрение результатов исследования. На основании научных результатов по разработке технологий получения раствора хлорида натрия и различных

марок бетонов на ТКО, ФПШ и силикатных компонентов комплексно-перерабатываемого содо-вого предприятия:

технология получения раствора хлорида натрия путем промывки фильтр-прессового шлама водой и оборотными растворами и применения добавок и наполнителей для строительных материалов твердой фазы, состоящей в основном из карбонатов и гидроксидов кальция и магния включена «Перечень перспективных разработок для реализации в 2023-2030 годах» ООО СП «BINOKOR TEMIR BETON SERVIS» (справка № 01 от 10 октября 2022 года ООО СП «BINOKOR TEMIR BETON SERVIS»). В результате это позволило увеличить уровень использования хлорида натрия и воды за счет возврата раствора хлорида натрия на содовые заводы;

технология производства различных марок бетона путем разделения твердых кальциевых отходов на разные фракции и использования их в качестве добавок и наполнителей строительных изделий включена в «Перечень перспективных разработок для реализации в 2023-2030 годах» ООО СП «BINOKOR TEMIR BETON SERVIS» (справка № 01 от 10 октября 2022 года ООО СП «BINOKOR TEMIR BETON SERVIS. Твердая фаза - добавки и наполнители позволяют повысить качество продукта и снизить себестоимость за счет использования в производстве строительных и силикатных материалов.

Апробация результатов исследования. Полученные результаты доложены, обсуждены и одобрены на 3 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ. Из них 5 научных статей, в том числе 3 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость проведенного исследования, описываются цели и задачи, объекты и предметы исследования. Показана совместимость с приоритетными направлениями развития науки и техники республики, описаны научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, представлена информация о реализации результатов исследований на практике, о опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе «Современное состояние переработки и производства отходов содовых предприятий» подробно изложены научно-исследовательские работы зарубежных и ученых Узбекистана по вопросам

переработки различных твердых и жидких отходов содовых предприятий, влияния минеральных добавок и наполнителей на формирование структуры бетона и производство бетона с карбонатным заполнителем, а также представлен критический анализ данных научно технической литературы по исследуемым вопросам. Цели и задачи исследования были сформированы на основе сравнительного анализа материалов научно-технической и патентной литературы зарубежных и ученых Узбекистана за последние годы.

Вторая глава диссертации под названием «**Описание исходного сырья, объектов методов исследования**» посвящена описанию объекта исследования, методики проведения опытов, а также анализу исходных сырьевых материалов, отходов промышленности и полученных продуктов химическим и физико-химическим и физико-механическими, а также спектроскопическими методами.

Третья глава диссертации на тему «**Исследование процесса переработки отходов фильтр-прессового шлама содового предприятия в раствор хлорида натрия и силикатные компоненты**» посвящена очистке хлорида натрия, содержащегося в первых пробах фильтр-прессового шлама (ФПШ) содового предприятия с водой и обратными растворами и прокалкой полученного раствора хлорида натрия, процесса возврата соды в цех и использования ее твердой фазы в качестве добавки для повышения качественных показателей бетонов.

Средний химический состав исходных фильтр-прессовых шламов содового предприятия включает (мас. %): CaCO_3 -57,38; $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -13,37; NaCl -21,93 и нерастворимой остаток-7,32. Эти результаты подтверждены и современными методами анализа (рис. 1).

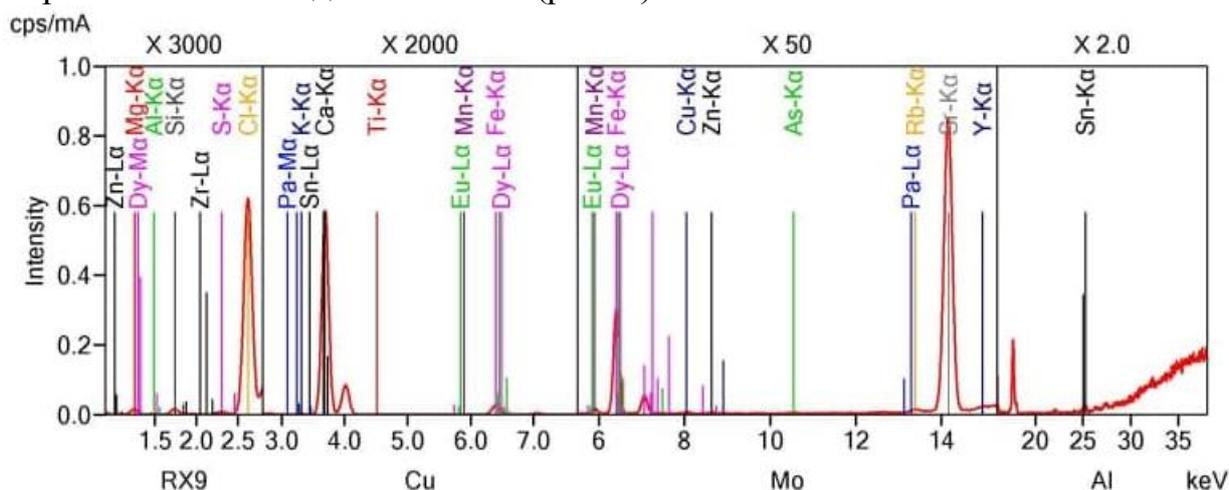


Рис. 1. Графическая схема элементного анализа шламов содового предприятия по данным рентгенофлуоресцентного спектрометра

По результатам рентгенофлуоресцентного спектрометрического анализа показано, что состав фильтр-прессового шлама, в основном состоит из CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, NaCl , MgSiO_3 , NaCO_3 , NaSO_4 и нерастворимого остатка.

Опыты по очистке ФПШ от хлорида натрия проводились при температуре 30°C , смешивание осуществлялось при различном соотношении твердой и

жидкой (Т:Ж) фаз. Изучена кинетика перехода хлорида натрия в жидкую фазу в ФПШ при оптимальном соотношении фаз Т:Ж - 1:2,0.

Степень перехода хлорида натрия в составе ФПШ в жидкую фазу за 5; 10; 15 и 20 мин составляет соответственно 43,99%; 65,30%; 77,60% и 86,01%, и за 25; 30; 35 и 40 минут соответственно 90,42%; 92,95%; 94,71% и 95,97%. В начале скорость перехода хлорида натрия в раствор высока, а в результате увеличения концентрации хлорида натрия в растворе и степени насыщения раствора переход хлорида натрия в раствор уменьшается в течение 25-40 минут.

Степень и скорость осаждения шламовой суспензии фильтр-прессового шлама исследовали при различных температурах и временах (табл. 1).

Таблица 1

**Зависимость от времени степени и скорости осаждения при отмывке
фильтр-прессовых отходов кальцинированной соды от NaCl**

Температура, °С	Время, минута						
	2	4	6	8	10	12	14
	Степень осаждения, масс. %						
20	73,01	87,07	91,12	94,22	96,09	97,14	97,91
40	78,32	90,95	93,97	96,12	97,30	98,07	98,37
60	83,62	94,82	96,81	98,01	98,81	98,99	99,24
Скорость осаждения, м/час							
20	1,44	0,91	0,64	0,47	0,35	0,29	0,18
40	1,67	1,22	0,79	0,57	0,42	0,30	0,21
60	1,89	1,53	0,94	0,67	0,48	0,34	0,23

В присутствии воды и оборотных растворов суспензии ФПШ с соотношением Т:Ж - 1:2,0 скорость растворения увеличивается относительно быстро с повышением температуры раствора и продолжительности растворения, в период до 8 минут, и медленно в следующие несколько минут. При повышении температуры от 20°С до 60°С за 10 минут степень разрушения возрастает с 96,09% до 98,81%, т.е. 2,72%.

Скорость осаждения увеличивается с 1,44 м/ч до 1,89 м/ч при повышении температуры от 20 °С до 60 °С, но с увеличением времени осаждения она увеличивается относительно быстро до 8 минут и медленно в последующие минуты. То есть, если скорость составляла 0,35 м/ч при 20 °С за 10 минут, она увеличивается до 0,18 м/ч за 14 минут при той же температуре. Основная причина этого объясняется осаждением сначала относительно крупных частиц, а затем осаждением мелких частиц.

Реологические свойства суспензии и фильтрата в процессе извлечения NaCl из фильтр-прессового шлама содового предприятия водой и оборотными растворами в различных соотношениях были исследованы при температурах 10; 30 и 50°С. Плотность исходной суспензии фильтр-прессового шлама при соотношении фаз Т:Ж- 1:2,0 снижается с 1,124 до 1,086 г/см³ и при повышении температуры от 10 до 50°С, но вязкость суспензии при том же соотношении и

температуре увеличивается от 1,164 до 2,296 см²/час. Как показали результаты экспериментов увеличение вязкости суспензии за счет связывания свободной воды в виде неполных гидратов соединений магния в суспензии. Плотность и вязкость отфильтрованного раствора равномерно уменьшаются с увеличением соотношения Т:Ж фаз и температуры. Изучена скорость перехода хлорида натрия в жидкую фазу при различных соотношениях пульпы ФПШ и воды, результаты исследования представлены на рис. 2.

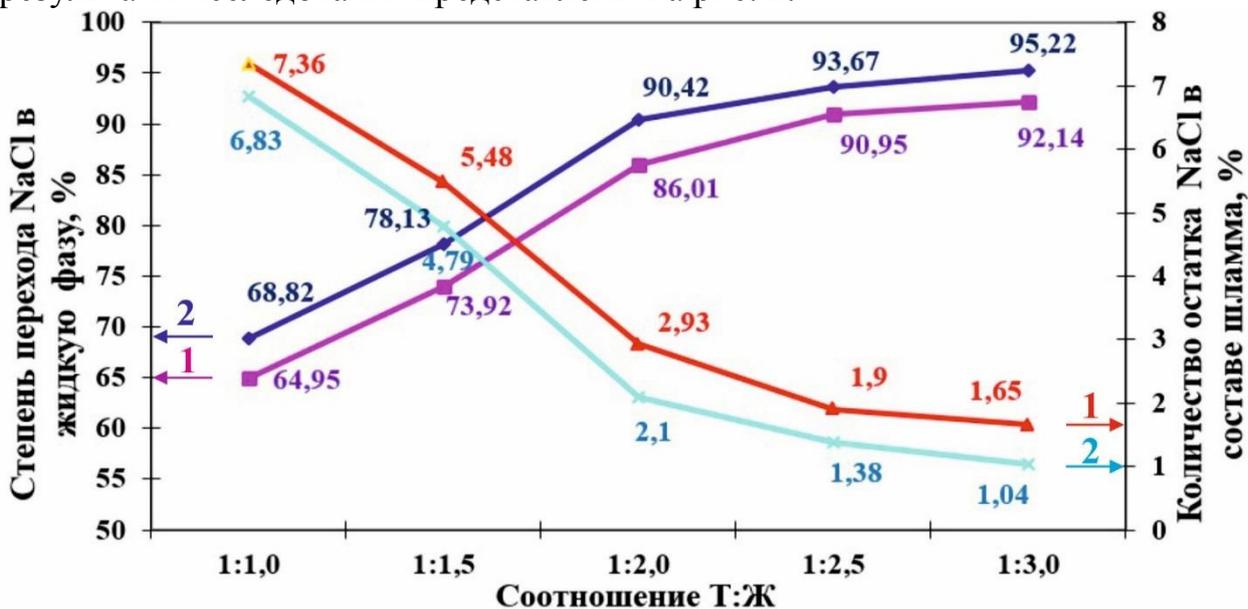


Рис. 2. Степень промывания фильтр-прессового шламасодового предприятия из хлористого натрия водой в различных пропорциях. 1-20 минут перемешивания; 2-30 минут перемешивания (температура 30°C).

Степень очистки хлорида натрия ФПШ содового предприятия показала разную степень очистки при промывке в разных соотношениях в течение 20 и 30 минут при температуре 30°C. В частности, при соотношении Т:Ж- 1:1,0 за 20 минут перемешивания и за 30 минут в жидкую фазу перешло 64,95% и 68,82% хлорида натрия соответственно. Количество хлорида натрия, оставшегося в составе шлама составляло 7,36% через 20 минут и 6,83% через 30 минут. По мере увеличения соотношения Т:Ж скорость перехода хлорида натрия в жидкую фазу за 20 мин перемешивания увеличивалась следующим образом: 1:1,5 - 73,92%; 1:2,0 - 86,01%; 1:2,5 - 90,95%; 1:3,0 - 92,14%. При перемешивании в течение 30 минут: 1:1,5 – 78,13%; 1:2,0 – 90,42%; 1:2,5 – 93,67%; 1:3,0 – 95,22%. Количество хлорида натрия, оставшегося в шламме, соответственно уменьшилось: через 20 мин - 1:1,5 - 5,48%; 1:2,0 - 2,93%; 1:2,5 - 1,90%; 1:3,0 - 1,65%; через 30 минут - 1:1,5 - 4,79%; 1:2,0 - 2,10%; 1:2,5 - 1,38%; 1:3,0 - 1,04%.

В результате исследований оптимальное соотношение фаз Т:Ж для извлечения NaCl из фильтр-прессовых шламов водой и обратным раствором составляет 1:2,0, а химический состав фильтровального шлама, отделенного NaCl, следующий (масс. %). CaCO₃-72,06; Mg(OH)₂-16,34; NaCl-2,93; н.о.-8,67. Эти результаты были подтверждены и результатами физико-химического анализа.

Минералогический и элементный состав шлама, промытого NaCl, был проанализирован с помощью высокоэффективного энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра, полученные результаты приведены на рис. 3.

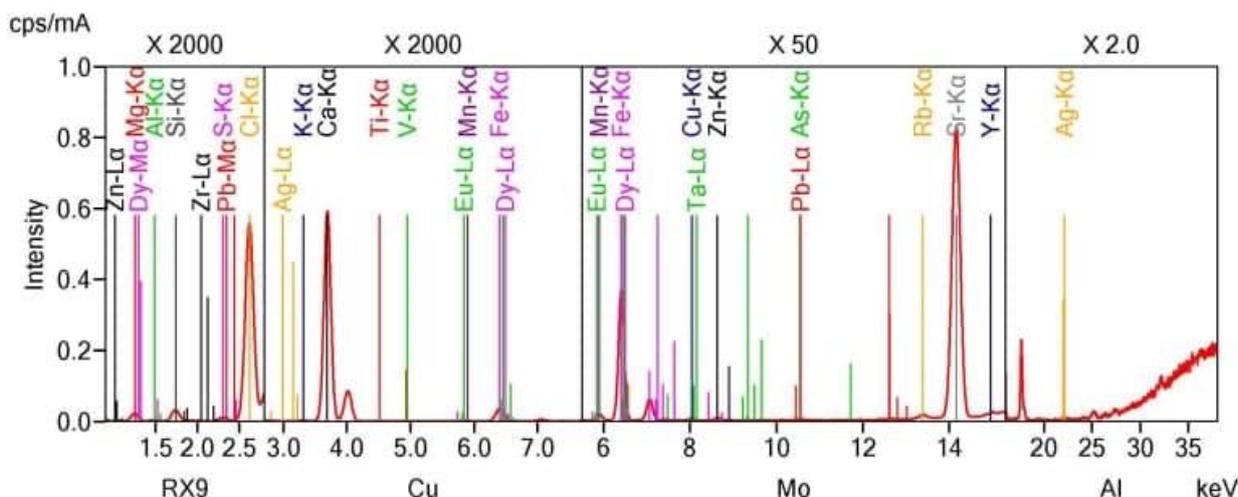


Рис. 3. Графическая схема элементного анализа рентгенофлуоресцентного спектрометра фильтр-пресса шлама, промытого NaCl

По результатам проведенного эксперимента рентгенофлуоресцентный спектрометр показал, что количество основных веществ в составе ФПШ содового предприятия (CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и н.о.) показало увеличение и уменьшение количества NaCl.

Также была разработана принципиально-технологическая схема и составлен материальный баланс расхода сырья на производство NaCl и добавки для получения кальцинированной соды путем очистки фильтр-прессового шлама от NaCl в присутствии воды и оборотных растворов и для введения в состав бетонных изделий (рис. 4).

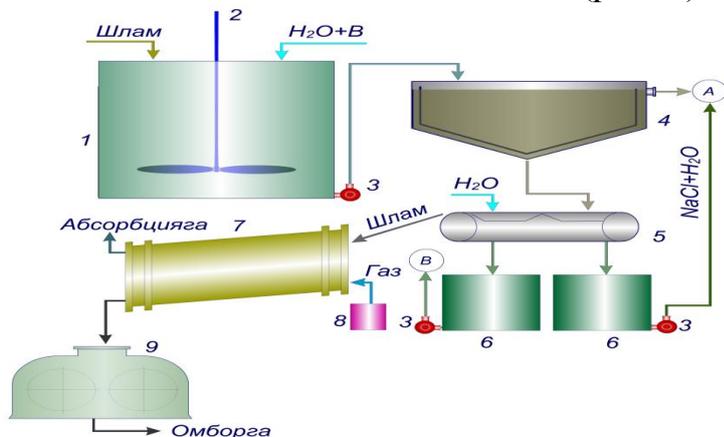


Рис. 4. Технологическая схема процесса промывки хлорида натрия, содержащегося в фильтр-прессовых шламах содового предприятия. 1-ёмкий бак; 2-смеситель; 3-насосы; 4-отстойник; 5-вакуумный фильтр; 6-сборник; 7-барабанная сушилка; 8-топливный газ; 9-вальцовая мельница

Раствор NaCl, полученный в процессе очистки суспензии ФПШ от NaCl, возвращается в процесс производства кальцинированной соды, в результате чего коэффициент использования соли предприятием увеличивается с 84% до 89%. В качестве добавки, улучшающей различные физико-механические

свойства бетона, использовали фильтровально-прессовый шлам, очищенный от NaCl. Поскольку эти добавки обладают свойствами пуццолановой активности. Небольшое количество NaCl в растворе при соответствующем составе образует гидрохлоралюминаты кальция $C_3A \cdot NaCl \cdot 10H_2O$ ($N_p=1,54$ и $N_p=1,534$; $d_M=7,96 \cdot 10^{-10}$ гексагональных кристаллов) с алюминийсодержащими фазами цемента.

Результаты по данным сканирующего электронного микроскопа образцов бетона с добавлением ФПШ представлен на рис. 5.

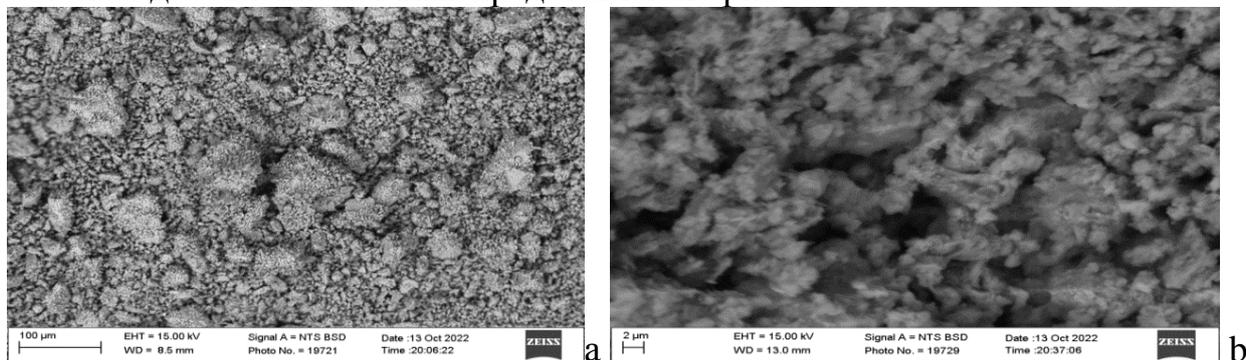


Рисунок 5. Микроскопический анализ образцов бетона с добавлением ФПШ, очищенных от хлорида натрия. а-100 мк; б-2 мк.

По результатам анализа, образцы бетона содержащие оптимальное количества ФПШ без NaCl, представляли собой шламы и окружающие их цементные минералы при увеличении до 100 мк (а), т. е. 100 раз. Продолжая этот процесс анализа, при увеличении до 2 мк, то есть в 2000 раз, было установлено, что все минералы фильтр-прессовых растворов образуют плотную структуру с цементными минералами. Структурный анализ показал, что эти минералы относятся к комбинированным соединениям гидрокарбонатно-алюминатных и гидрокарбонатно-хлоридных минералов цемента. Это приводит к увеличению количества мелкокристаллических низкоосновных модифицированных гидросиликатов натрия в твердой фазе, что повышает высокие морозостойкие свойства без отрицательного влияния на прочность бетона. Эти результаты были подтверждены и методами физико-химического анализа.

В четвертой главе диссертации «Исследование процесса производства силикатных компонентов и изделий на основе кальциевых отходов содового предприятия» были испытаны физико-химические и физико-механические свойства образцов ТКО содового предприятия, а также крупные и мелкие заполнители для различных марок бетона на основе разработки оптимальных технологических параметров, соответствующие требования государственных стандартов.

Исследования фракционного состава исходных образцов этих ТКО по объемному модулю, показали возможности повышения прочности и физико-механические свойства бетона путем добавления (МФИОСП), (ИОНРПГИСП) в качестве крупных заполнителей, а (ИПОСП), в качестве мелких. Так, как при гидратации минералов алюминатных соединений в цементе - трехкальциевого алюмината C_3A и четырехкальциевого алюмоферрита, кроме основного минерала кубического модифицированного алюмината кальция

$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot6\text{H}_2\text{O}$, в результате взаимодействия с солями карбоната кальция образуется новое гидратное соединение, плотные кристаллы гидрокарбоалюмината кальция $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCO}_3\cdot11\text{H}_2\text{O}$ или гидрокарбоалюмината магния.

Для бетона марки М400 в качестве крупных заполнителей были использованы как традиционные наполнители (щебен) так и МФИОСП в различных пропорциях. Результаты исследования бетонных изделий приведены в табл. 2.

Таблица 2

Прочность на сжатие образцов бетона с добавлением МФИОСП

Сырьё, масс. %		Прочность бетона по времени, МПа					
Наполнитель (щебен)	МФИОСП 5-20 мм	3 сут	7 сут	28 сут	90 сут	180 сут	360 сут
100	-	13,07	27,92	40,43	46,55	52,71	58,22
90	10	13,12	28,00	40,51	46,62	52,80	58,31
85	15	13,28	28,04	40,56	46,65	52,83	58,36
80	20	13,72	28,08	40,64	46,69	52,85	58,39
75	25	13,91	28,10	40,70	46,73	52,88	58,42
70	30	13,96	28,13	40,77	46,75	52,91	58,46
65	35	14,08	28,15	40,81	46,78	52,95	58,48
60	40	14,11	28,17	40,88	46,82	52,98	58,53
55	45	14,13	28,18	40,92	46,85	53,02	58,58
50	50	14,21	28,20	41,00	46,87	53,05	58,61
45	55	14,15	28,21	41,06	46,90	53,09	58,64
40	60	14,03	28,22	41,13	46,92	53,11	58,66
35	65	13,80	28,20	41,86	46,91	53,08	58,69
30	70	13,46	28,17	40,92	46,86	53,01	58,65
25	75	13,41	28,13	40,79	46,81	52,95	58,59
20	80	13,30	28,07	40,66	46,77	52,87	58,52
15	85	13,22	27,98	40,50	46,70	52,76	58,40
10	90	13,02	27,90	40,35	46,63	52,67	58,32

Анализ данных табл.2 показали, что прочность образцов бетона повышается при введении МФИОСП, в состав бетона марки М400 в количестве до 65 %. При добавлении в количестве 90 % прочность образцов бетона снизилась на 99,8 %, то есть на 0,2 % в соответствии с требованиям ГОСТа 10180-2012. Наиболее высокие показатели наблюдались при введении МФИОСП в состав бетона в количестве 60-65%. Образцы бетона с 65 % МФИОСП показали показатель прочности 103,5 % через 28 сут.

Для данной марки бетона были также рассмотрены возможности использования традиционных наполнителей (щебен) и ИОНРПГИСП в качестве крупных наполнителей в различных пропорциях для бетонных изделий. По результатам исследований введение ИОНРПГИСП в состав бетона марки М400 в определенной степени повысило прочность бетона, но в результате избытка этих отходов показатель прочности бетона снизился.

Доказано, что оптимальное количество ИОНРПГИСП в составе бетона для бетона марки М400 составляет 30-35% по сравнению с обычными заполнителями. Образцы бетона с добавлением 30-35% обычных заполнителей показали предел прочности 102,6% через 28 дней.

Рассмотрена возможность добавления ИПОСП в качестве мелкодисперсных наполнителей в бетоны марки М400 с кварцевым песком в различных соотношениях, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Прочность бетона с добавкой ИПОСП

Сырьё, масс. %		Прочность бетона по времени, МПа					
Песок	ИПОСП	3 сут	7 сут	28 сут	90 сут	180 сут	360 сут
100	-	13,07	27,92	40,43	46,55	52,71	58,22
90	10	13,16	27,93	40,48	46,64	52,79	58,33
85	15	13,21	27,96	40,57	46,67	52,82	58,38
80	20	13,25	28,00	40,68	46,71	52,86	58,41
75	25	13,27	28,06	40,75	46,74	52,89	58,45
70	30	13,31	28,09	40,83	46,78	52,93	58,48
65	35	13,33	28,06	40,98	46,79	52,97	58,53
60	40	13,36	28,06	41,11	46,81	53,00	58,58
55	45	13,38	28,07	41,23	46,86	53,04	58,63
50	50	13,41	28,09	41,36	46,88	53,08	58,68
45	55	13,43	28,10	41,58	46,93	53,06	58,67
40	60	13,38	28,06	41,04	46,82	52,94	58,60
35	65	13,37	28,02	40,47	46,67	52,77	58,47
30	70	13,34	27,94	40,39	46,50	52,51	58,31

Из табл.3 видно, что включение ИПОСП в состав бетона в качестве мелкого заполнителя для получения бетона марки М400 позволяет значительно повысить прочность бетона. Определены допустимые величины добавления этих отходов в состав бетона. В том числе введения 45; 50; 55 и 60% ИПОСП в состав бетона по сравнению с количеством традиционного песка показали наибольшую прочность. При испытаниях по ГОСТ 10180-2012 образцы бетона с 55%-м включением ИПОСП достигли прочности 102,8% за 28 сут. Образцы бетона в смеси с этими отходами в оптимальном составе были проанализированы методами рентгенографического анализа (рис. 4-6).

По результатам рентгенографического анализа образцов бетона, полученных на основе различных твердых кальциевых отходов содового предприятия, установлено что, появление дифракционного пика с $d=0,383$ в процессе гидратации образцов бетона, в которые были введены эти отходы, активно реагируют с цементными минералами. Также обнаружены дифракционные линии средней интенсивности при 0,276 нм. Эти новые соединения показали существование сложной комбинации гидрокарбоалюминатов кальция $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCO_3 \cdot 11H_2O$.

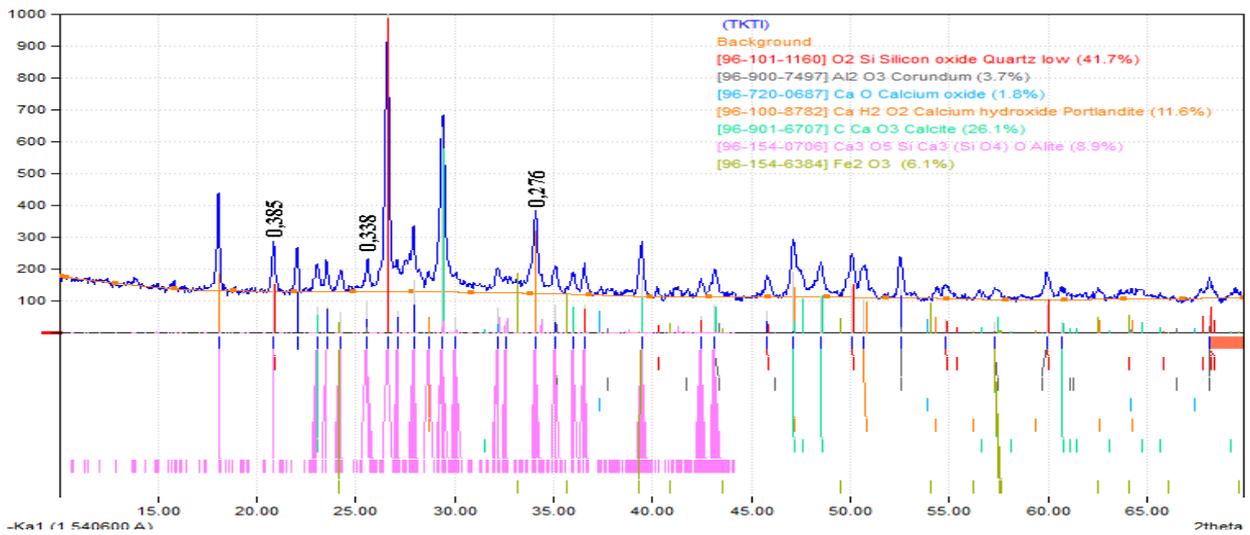


Рис. 4. Рентгенографический анализ образцов бетона с добавкой МФИОСП

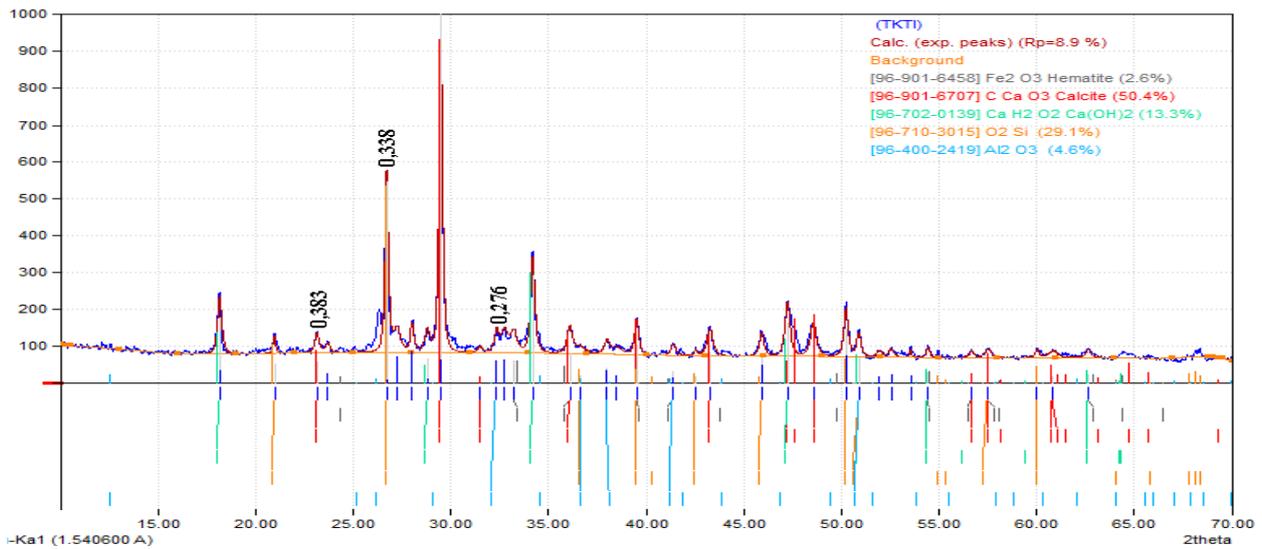


Рис. 5. Рентгенографический анализ образцов бетона с добавкой ИОНРПГИСП

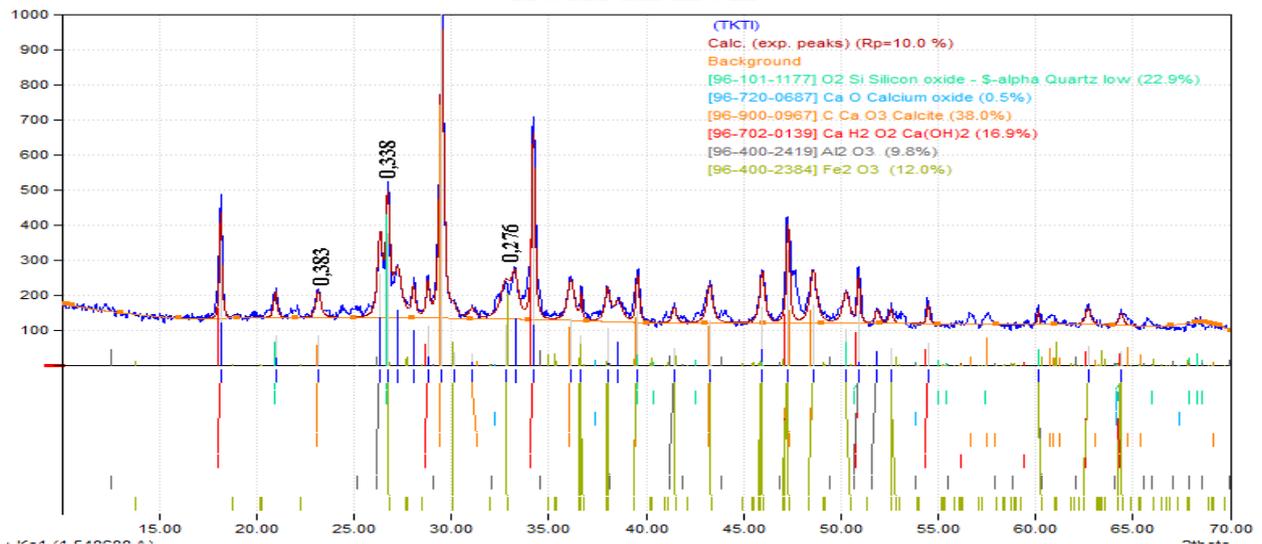


Рис. 6. Результаты рентгенографического анализа образцов бетона, полученных на основе ИПОСП

В работе структура образцов бетона с твердыми кальциевыми отходами содового предприятия и зоны взаимодействия этих отходов с цементными минералами были проанализированы с помощью современного сканирующего электронного микроскопа, результаты представлены на рисунке 7.

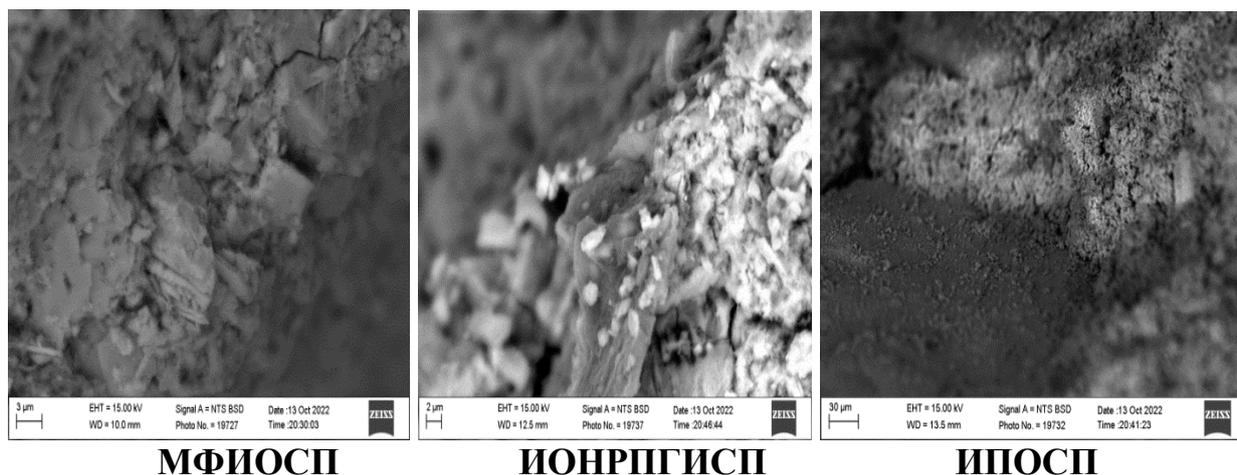


Рис. 7. Микроскопический анализ с 2000-кратным увеличением взаимосоединяющихся сфер образцов бетона, содержащих твердые кальциевые отходы завода по производству кальцинированной соды, наполнителя и цемента

Из этого рисунка видно, что твердые кальциевые отходы содового завода прочно связаны за счет образования гидрокарбонат алюминатов в местах взаимодействия с цементным камнем. Таким образом, основная причина прочности образцов бетона, содержащих эти отходы, связана с активными процессами гидратации и гидролиза цемента в образцах, содержащих эти наполнители, в процессе сегментации образуется собственный вакуум, вызывающий потерю заполнителей под действием крупные зерна наполнителя, повышающие сцепление с цементным камнем.

Бетонные смеси с карбонатными наполнителями обладают более высокой водопотребностью, чем другие наполнители. Потому, что общая поверхность смачивания карбонатных агрегатов больше, чем общая поверхность смачивания плотных агрегатов. Поэтому в бетонах с карбонатными наполнителями изменение удельного расхода цемента мало влияет на размер общей площади твердых частиц. При включении в состав бетона твердых кальциевых отходов содового предприятия в 100%-ном количестве в качестве крупных и мелких заполнителей водопотребность бетона изменяется следующим образом: МФИОСП -4,1%; ИОНРПГИСП-6,25%; ИПОСП увеличивается до 8,33%.

Вместе с тем, образцы бетона, содержащие ТКО, показали лучшие свойства коррозионной стойкости, чем образцы бетона, полученные с использованием традиционных заполнителей, и меньшие водопоглощающие свойства по сравнению с образцами бетона, полученными с использованием традиционных заполнителей. По результатам опытов по твердению образцов бетона в различных условиях с различными отходами содового предприятия,

образцы, твердеющие в естественных условиях, показали на 3-5 МПа более высокую прочность по сравнению с образцами, твердеющими в паре и воде соответственно.

На основании полученных результатов была рекомендована следующая технологическая схема производства бетона (рис. 8).

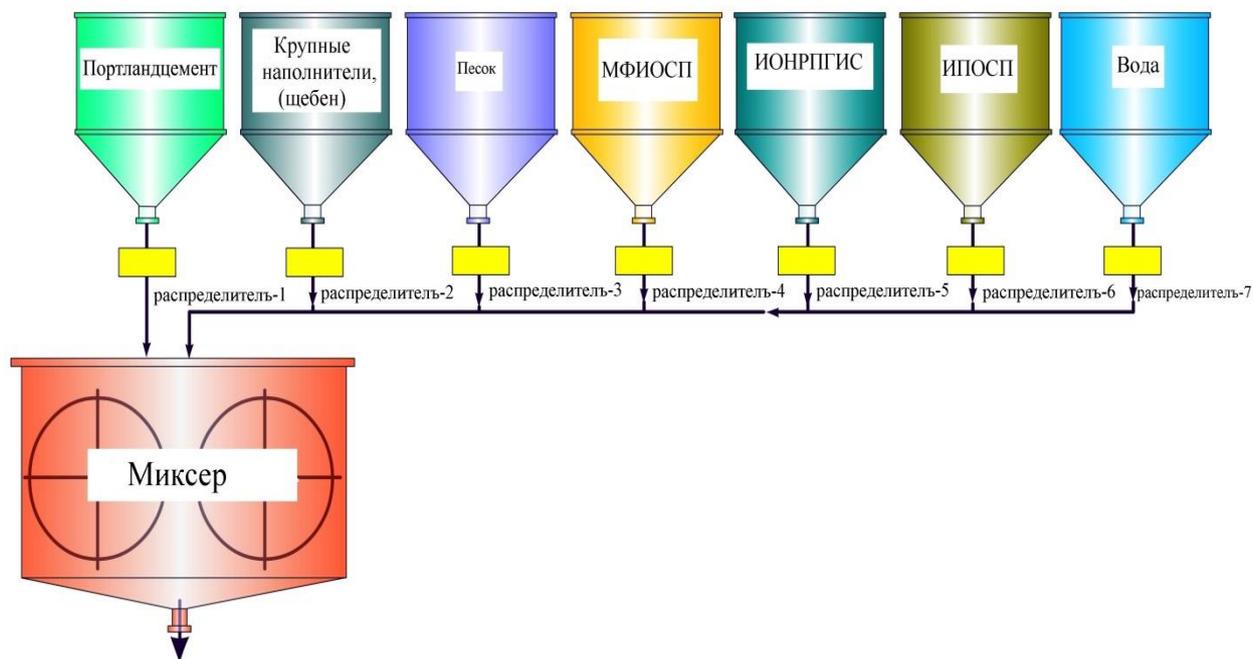


Рис. 8. Технологическая схема получения бетонов на основе твердых кальциевых стоков содового предприятия

ВЫВОДЫ

Основные научные и практические результаты, полученные при выполнении данной диссертационной работы:

1. Исследованы химические, минералогические составы и физико-химические свойства фильтр-прессовых шламов содового предприятия и определено, что сухое содержание ФПШ состоит из CaCO_3 -57,38%, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -13,37%, NaCl -21,93%, а также из нерастворимых остатков (MgSiO_3 , Al_2SiO_3 , Fe_2O_3) и небольших количеств других соединений (Na_2SO_4 , Na_2CO_3).

2. Оптимальные условия и значения важных технологических факторов процесса очистки шлама от NaCl промывкой количества NaCl в фильтр-прессовом шламе водой и обратными растворами: соотношение фаз Т:Ж 1÷1,5-2,0; температура 20-40°C, скорость релаксации твердой фазы 89,91-97,51%; скорость фильтрации составила 543 и 289 $\text{кг}/\text{м}^3\cdot\text{ч}$ для твердой и жидкой фаз соответственно.

3. На основе опытов было исследовано и определено, что реологические свойства суспензии и жидкой фазы в процессе промывки фильтр-прессовых шламов, то есть при соотношении Т:Ж составляет 1÷1,5-2,0, а плотность суспензии при температуре 30°C составляет 1,121÷1,145 $\text{г}/\text{см}^3$, вязкость

1,437÷1,437 см²/с; плотность фильтрата 1,038÷1,035 г/см³, вязкость 1,018÷1,021 см²/с.

4. В результате исследований установлено, что степень извлечения хлорида натрия из ФПШ составляет 86,01% при соотношении фаз Т:Ж 1:2,0 и повторном использовании оборотных растворов в 3 раза больше

5. Установлены оптимальные пропорции и оптимальный состав сырья для включения очищенных от хлорида натрия ФПШ в качестве добавок, улучшающих физико-механические свойства бетона, и доказано, что включение очищенных от NaCl ФПШ в диапазоне 5- 15% марок бетона от М200 до М400 – приемлемый показатель.

6. При использовании ТКО содового предприятия (МФИОСП, ИОНРПГИСП и ИПОСП) для изготовления различных марок бетонов определены их прочностные показатели в течение 28 суток: при использовании наполнителя МФИОСП М200 - 17,88 МПа, М400 - 41,86 МПа.; ИОНРПГИСП - М200 - 17,15 МПа, М400 - 41,48 МПа; ИПОСП - М200 - 17,64 МПа, М400 - 41,58 МПа, при этом по сравнению с обычными наполнителями выявлено увеличение прочности на 3-5%.

7. При использовании МФИОСП и ИОНРПГИСП (ТКО) содового предприятия в качестве крупных наполнителей в различных пропорциях, до 90% и 75% соответственно для бетонов марок М200 и М400, при использовании ИПОСП и очищенных NaCl ФПШ в качестве мелких наполнителей для бетонов марок М200 и М400, соответственно из расчета допуска дообоснована возможность замены 95% и 55% замены.

8. Техничко-экономические расчеты показали, что в результате возврата в процесс производство соды раствора хлорида натрия, полученного комплексной переработкой ФПШ отходов АО «Кунградский содовый завод» и получения добавок, улучшающих физико-механические свойства строительных изделий ожидаемая экономическая эффективность составляет 3,71 млрд., сумов. Установлено, что в результате использования ТКО в качестве крупных и мелких наполнителей в составе бетонной массы можно получить ожидаемую экономическую эффективность в размере 959,09 млн. сумов.

**ON-TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING A
SCIENTIFIC DEGREE DSc.03/30.04.2021.T.106.04 AT
FERGANA POLYTECHNICAL INSTITUTE**

TASHKENT INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY

RAJABOV SHOHRUKH SHERMAHMATOVICH

**DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF OBTAINING
CALCIUM WASTE OF THE COMPLEX RECYCLED SODA PLANT,
SILICATES COMPONENTS AND PRODUCTS BASED ON THEM**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

02.00.15 – Technology of silicate and refractory non-metallic materials

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

Tashkent 2023

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) is registered with the Higher Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2022.3.PhD./T3021.

The dissertation work was completed at the Tashkent Institute of Chemistry Technology.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (www.ferpi.uz) and on the information and education portal "ZiyoNet" (www.ziyounet.uz).

Scientific supervisors:

Mirzakulov Kholitora Chorievich
doctor of technical sciences, professor

Yunusov Mirjalil Yusupovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Sabirov Bakhtiyor Takhtaevich
doctor of technical sciences, senior researcher

Sherkuziev Daniyar Shermamatovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

Namangan Engineering-Construction Institute

The defense of the dissertation work will take place on "30" March 2023 at 14⁰⁰ o'clock at the meeting of on-time scientific council on awarding of scientific degree DSc.03/30.04.2021.T.106.04 at the Fergana Polytechnic Institute (Address: 150107, Fergana, Fergana St., 86. Tel.: (99873) 241-12-06; fax: (99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz).

The dissertation can be found at the Information and Resource Center of the Fergana Polytechnic Institute (registered with number 2). (Address: 150107, Fergana, Fergana St., 86. Tel.: (99873) 241-12-06.

The abstract of the dissertation was mailed on "17" March 2023 year.
(mailing report №2 from "17" March 2023 year).



Sh.Sh. Khamdamova
Chairman of the on-time scientific Council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, docent

R.M. Nazirova
Scientific secretary of the on-time
scientific degrees, doctor of philosophy (PhD)
in technical sciences

R.R. Tojiev
Chairman of the on-time scientific seminar under
scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences (DSc)

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work: creating technologies for the production of sodium chloride solution, silicate components and building materials for the complex processing of filter-press slurries and various hard calcium wastes of soda production enterprises.

The objects of the research work: as filter-press slurries of the soda enterprise, small-fraction limestone waste of the soda enterprise, limestone waste that did not break down during the lime quenching process of the soda enterprise, limestone sand waste of the soda enterprise, Karakalpak portlandcement, sand, gravel and clinker were taken.

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

The optimal conditions for the processes of obtaining calcium-, magnesium carbonate additives and fillers used in the production of sodium chloride solutions and building materials for the soda ash process by isolating sodium chloride from the FPS of soda enterprises in the presence of water and circulation have been determined;

the optimal conditions for the process of obtaining various grades of concrete using FPS were determined, sodium chloride isolated from its composition was used as silicate additives and fillers;

the physico-chemical and physico-mechanical properties of MSW soda enterprise are determined, and on their basis optimal technological factors for obtaining different grades of concrete, as well as optimal ratios of secondary and primary raw materials are identified;

the material balance has been compiled and technological schemes for the production of sodium chloride solutions, additives and fillers for building materials and concrete products based on them have been developed for soda enterprises by complex processing of FPS and SCW.

Implementation of the research results. Based on the following scientific results on the development of technologies for obtaining sodium chloride solution and different brands of concrete based on solid calcium waste, filter-press slurries and silicate components of the complex processed soda enterprise:

The technology of extracting sodium chloride solution from filter-press slurries in the presence of water and circulating solutions and using its solid phase, which consists mainly of calcium and magnesium carbonates and hydroxides, as additives and fillers for construction materials, is the "BINOKOR TEMIR BETON SERVIS" JSC "Into practice in 2023-2030" included in the list of prospective developments for implementation" ("BINOKOR TEMIR BETON SERVIS" LLC reference No. 01 dated October 10, 2022). As a result, it allowed soda plants to increase the level of sodium chloride and water use due to the return of sodium chloride solution;

the technology of separating solid calcium waste into various fractions and using it as additives and fillers for construction products to obtain different brands of concrete is included in the "List of promising developments for implementation in 2023-2030" of LLC "BINOKOR TEMIR BETON SERVIS" LLC ("BINOKOR TEMIR BETON SERVIS" Reference No. 01 dated October 10, 2022 of LLC JV). The use of the resulting additives and fillers in the production of construction and silicate materials allows to increase the quality of the product, reduce its cost and reduce the import of additives.

The structure and volume of the dissertation. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST of PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Раджабов Ш.Ш., Атакузиев Т.А. Сода заводининг турли кимёвий чиқиндиларидан фойдаланишнинг самарали йўллари // Композицион материаллар илмий–техникавий ва амалий журнали. Тошкент, 2019 й. № 4. 88-91 б. (02.00.00, №4)

2. Юнусов М.Ю., Мирзакулов Х.Ч., Ражабов Ш.Ш. Физико-химические свойства песочных отходов содового завода и их влияние на прочность бетона // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 4(97). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13497>. (02.00.00. № 1)

3. Rajabov Sh.Sh., Yunusov M.Y., Mirzakulov Kh.Ch.. The Effect of Soda Enterprises on the Strength of Low-Grade Concrete in the Presence of Various Waste ISSN: 2350-0328. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Vol. 9, Issue 8, August 2022. pp. 19629-19635. (05.00.00. № 8)

4. Тожиев Р.Р., Ражабов Ш.Ш., Мирзакулов Х.Ч., Юнусов М.Ю. Сода ишлаб чиқариш корхонасининг фильтр-пресс шламларини қайта ишлаш жараёни тадқиқоти // Фарғона политехника институти Илмий-техника-журнали. Махсус сон №11. Фарғона 2022 й. 99-105-б. (02.00.00. № 17)

5. Ражабов Ш.Ш., Мирзакулов Х.Ч., Юнусов М.Ю. Сода корхоналарининг фильтр-пресс шламларини натрий хлориддан тозалаш жараёнини тадқиқ этиш // Ўзбекистон Миллий университети хабарлари журнали 2022.3/2/1. Тошкент 2022. 407-410-б. (02.00.00. № 12)

II бўлим (II часть; part II)

6. Ражабов Ш.Ш. Атакузиев Т.А. Қўнғирот сода заводининг турли кимёвий қўшимчаларини цементнинг тишлашиш ва қотиш жараёнига таъсири // Техник ижтимоий-иқтисодий фанлар соҳаларининг муҳим масалалари. Республика олий ўқув юртлараро илмий ишлар тўплами. Тошкент, 2019. 113-115 б.

7. Ражабов Ш.Ш. Атакузиев Т.А. Хлор ва каустик ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган чиқиндилардан цемент ва бетон технологиясида фойдаланиш истиқболлари // Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в свежных отраслях. I-Международной научно-практической конференции. Фергана, ФарПИ. 2019 г. 24-25 мая. 238-241 б.

8. Раджабов Ш.Ш., Атакузиев Т.А. Куйдирилган карбонат жинсларидан иборат оҳактошни сўндиришда ҳосил бўлган чиқинди ва кум асосида таёрланган бетонларнинг физик–кимёвий хоссалари //

“Ўзбекисонда илм-фан ва таълим масалалари: муаммо ва ечимлар” мавзусидаги 1- сон конференцияси. Тошкент – 2020 й. 19-22 б.

9. Rajabov Sh.Sh., Atakuziev T.A. Hardening of carbonate filled concretes in different conditions. Asian Journal of Multidimensional Research ISSN: 2278-4853. Vol 9, Issue 11, India. November 2020. Impact Factor: SJIF 2020=6.882.

10. Rajabov Sh.Sh., Mirzakulov Kh.Ch., Yunusov M.Y. "Strength Properties of Carbonate Filled Concrete" International Journal of Discoveries and Innovations in Applied Sciences e-ISSN: 2792-3983 www.openaccessjournals.eu | Las Palmas. October 2021. Volume: 1 Issue: 5.

11. Ражабов Ш.Ш., Мирзакулов Х.Ч., Юнусов М.Ю. Сирт – актив моддаларнинг сода заводи карбонатли қаттиқ чиқиндилари асосидаги тўлдирувчи бетонларнинг мустақамлигига таъсири // «Кимё ва қурилиш саноатида инновацион технологиялар ва долзарб экологик муаммоларнинг ечими» мавзусида хорижликлар иштирокидаги республика конференцияси тезислар тўплами. Тошкент, 2021. 127-128 б.

12. Ражабов Ш.Ш., Юнусов М.Ю., Мирзакулов Х.Ч. Сода заводининг чиқиндилари асосида бетон аралашмасининг сувталаблик хусусияти тадқиқоти. «Kimyo va kimyoviy texnologiya yoʻnalishidagi dolzarb muammolar» respublika miqyosidagi yosh olimlar uchun tashkil etilayotgan onlayn ilmiy va ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent, 2021 yil 20-21 dekabr. 89-90 б.

13. Ражабов Ш.Ш., Мирзакулов Х.Ч., Юнусов М.Ю. Кальций гидрохлоралминатларининг соф перепаратларини цемент тоши ва бетонга таъсири. «Силикат материаллар кимёвий технологиясини ривожлантиришнинг инновацион ишланмалари ва истиқболлари» мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Ташкент-2022. 367-368 б.

14. Radjabov Sh.Sh., Yunusov M.Y., Mirzakulov Kh.Ch, Study of application of filter-press sludge of soda plants as an additive in building materials // International scientific and practice conference on "International experience in increasing the effectiveness of distance education: Problems and solutions" special issue., 27 th March., 2022., France., Joint Conference IJSSIR. pp. 99-100.

15. Ражабов Ш.Ш., Мирзакулов Х.Ч., Юнусов М.Ю. Юнусова Ф.Р. Сода заводининг қумсимон чиқиндиларининг кимёвий хоссалари ва паст маркали бетонлар учун майда тўлдирувчилар сифатида қўллашнинг тадқиқоти // Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Умумий ва ноорганик кимё институти. Ташкент, 2022 йил 12-14 май. 558-559 б.