

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ТЎРАҚУЛОВ БЕҲЗОД БЕГМАТОВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ МАТЕРИАЛЛАР АСОСИДА КАЛИЙ ГИДРОКСИД
ОЛИШНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ ВА ЧИҚИНДИСИЗ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2020

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)

Тўрақулов Бехзод Бегматович

Маҳаллий материаллар асосида калий гидроксид олишнинг назарий асослари ва чиқиндисиз технологияси..... 3

Турақулов Бехзод Бегматович

Теоретические основы и безотходная технология получения гидроксида калия на основе местных материалов..... 21

Turaqulov Behzod Begmatovich

Theoretical foundations and non-waste technology on production of potassium hydroxide based on local materials..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 42

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ТЎРАҚУЛОВ БЕҲЗОД БЕГМАТОВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ МАТЕРИАЛЛАР АСОСИДА КАЛИЙ ГИДРОКСИД
ОЛИШНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ ВА ЧИҚИНДИСИЗ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2020

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.4.PhD/Т866 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё технология институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Кучаров Баҳром Хайриевич

техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Расмий оппонентлар:

Жуманиязов Максудбек Жаббиевич

техника фанлари доктори, профессор

Нурмуродов Тулкин Исамуродович

техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Фарғона политехника институти

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

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (9 - рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо-Улуғбек кўчаси, 77-а). Тел.: (99871) 262-56-60).

Диссертация автореферати 2020 йил «_____» сентябр куни тарқатилди.

(2020 йил «_____» сентябр _____. - 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

С.А. Абдурахимов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
қошидаги илмий семинар раиси,
т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон амалиётидан маълумки, кимё саноати иқтисодиётнинг барча тармоқлари билан узвий боғлиқ бўлган асосий соҳасидир, шу сабабли кимё саноатини ривожланиши мамлакат иқтисодиётининг устувор йўналиши ҳисобланади. Калий гидроксиди кимё, нефть, металлургия, фармацевтика, минерал ўғитлар ва озиқ-овқат маҳсулотларини ишлаб чиқариш жараёнларида, ундан ташқари барча кимёвий лабораторияларда энг кўп ишлатиладиган хомашё, бу эса калий гидроксид олишнинг янги экологик зарарсиз ва чиқиндисиз технологияларини ишлаб чиқишни талаб этади. Шундан келиб чиққан ҳолда, саноат корхоналарида турли маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун фойдаланишга мўлжалланган калий гидроксид олишнинг самарали технологиясини жорий этиш катта аҳамият касб этади.

Бутун дунёда калий гидроксид ишлаб чиқарилиши калий хлоридни симобли, диафрагма ва мембрана усулларида электролиз йўли билан амалга оширилади, аммо диафрагма ва мембрана усуллари мураккаб ва кўп энергия талаб этади, симобли усул эса симоб металлининг буғланиши туфайли атроф-муҳитга катта зарар етказди. Шу сабабли ҳозирги кунда калий гидроксид ишлаб чиқаришда экологик зарарсиз, энергия сарфини камайтириш имконини берадиган технологияларни ишлаб чиқиш вазифаси қуйилган. Бу мақсад учун қуйидаги йўналишларда илмий-техник ечимларни асослаш зарур: калий гидроксид олиш бўйича мақбул илмий-техник ечимларни топиш; дастлабки хомашёлар таркибини ўрганиш; калий карбонатни (поташ) оҳакли эритмада конверсия жараёнини тадқиқ этиш; ҳосил бўлган суспензиядан ишқорни этил спирти ёрдамида экстракциялаш асосида калий гидроксид олиш технологиясини ишлаб чиқиш.

Республикамизда кенг миқёсда амалга оширилаётган чора-тадбирлар ва инновацион ишланмалар натижасида натрий гидроксид, калий сульфати, хлориди, карбонати ва нитрати, турли минерал тузлар ва кимёвий реагентлар ишлаб чиқариш соҳасида муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг 2017-2021 йилларга мўлжалланган Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «...саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш...»¹ каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Шу нуқтаи назардан маҳаллий хомашёларни қўллаш йўли билан ювувчи воситалар ишлаб чиқаришда, катализ, металлургия, газларни тозалаш, минерал ўғитлар олиш жараёнларида, нефтни қайт ишлашда кенг қўлланиладиган калий гидроксидни олишнинг рационал технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 – сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони

ривожлантириш бўйича бешта йўналишдаги Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236 сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури» тўғрисида, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983 сон «Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини кескин ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида» ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибadorлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, шунингдек мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Илмий-техник адабиётларда калий хлоридни симобли, мембрана ва диафрагама усулида электролиз қилиш, калий карбонат ёки сульфатни барий гидроксид ёрдамида конверсиялаш йўли билан калий гидроксид олиш ва уни тозалаш бўйича кенг маълумотлар манбаи мавжуд (W.Schmidt, A.R.Ball, Jr.Frederick, N.Demartini, B.Shu, D.D.Euhus, R.W.Rousseau, B.Zhao, X.Wong, X.Qian, Н.В.Карякин, И.Ангелов, М.З.Канелов, А.У.Эркаев, З.К.Тоиров, Б.Х.Кучаров ва бошқалар). Масалан Э.Б.Гитс, Н.В.Беляева, В.М.Вечеслав, А.В.Воронинлар калий карбонатни барий гидроксид билан таъсирлаштириш асосида калий гидроксид олиш усулини ишлаб чиқишган, аммо ҳосил бўлган шлам ва ишқорни қайта ишлаш кўп энергия ва вақт талаб қилганлиги учун ушбу усулда фақатгина лаборатория шароитида кам миқдорда реактив сифатидаги калий гидроксид олинади. А.Б.Килимник, Е.Ю.Никифорова, И.В.Гладышева томонларидан ишлаб чиқилган симобли усул энг қулай ва осон ҳисобланади, аммо симоб бўғланиши ва уни тўла ушлаб қолиш мураккаблиги туфайли атроф-муҳитга катта зарар етади. Мембрана ва диафрагма усуллари зарарсиз, аммо жараёнлар мураккаблиги туфайли саноатда амалий жиҳатдан қўлланилмайди.

Шуни таъкидлаш лозимки, ҳозирга қадар $C_2H_5OH-KOH-H_2O$ системасини $-3^{\circ}C$ дан $+80^{\circ}C$ ҳарорат оралиғида калий карбонат эритмаси ва оҳак сути билан ўзаро таъсирлаштиришда ҳосил бўлган калий гидроксидни этил спирти ёрдамида ажратиб олишнинг технологик параметрларини аниқлаш, поташни оҳакли сут ёрдамида конверсиялаш, оҳакли суспензиядан калий гидроксидни этил спирти билан экстракциялаш усули ёрдамида калий гидроксидни олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқотлар олиб борилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Тошкент кимё-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режаси Ф-7-31 “Денгиз ва кўл туз чўкиндиларини физик-кимёвий таҳлили ва уларни комплекс қайта ишлашнинг илмий асослари” (2012-2016

йй.) мавзусидаги фундаментал лойиҳа ва ИТД-12-36 “Тюбетаган кони силвинитларини комбинацияланган усулда бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш” (2014-2016 йй.) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади калий карбонат, оҳак сути ва этил спирти асосида калий гидроксид олишнинг назарий асосларини ва чиқиндисиз технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

калий карбонатни оҳакли сут билан конверсиялаш жараёнини тадқиқ этиш;

оҳакли суспензиянинг реологик ва филтрланиш хоссаларини ўрганиш; концентрланган калий гидроксид эритмаларининг асосий физик-кимёвий хоссаларини аниқлаш;

буғлатиш йўли билан тангасимон калий гидроксидни олиш жараёнини тадқиқ этиш;

изотермик шароитларда $C_2H_5OH-KOH-H_2O$ эрувчанлик системасини - $3^{\circ}C$ дан $+80^{\circ}C$ гача бўлган ҳарорат оралиғида назарий таҳлил қилиш ва оҳакли суспензиядан КОНни этил спирти ёрдамида экстракциялаш жараёнининг мақбул технологик омиллари ўзгариш чегараларини аниқлаш;

оралиқ босқичларда ҳосил бўлган суспензияларнинг реологик хоссаларини ва шламни КОНдан ювишнинг мақбул шароитларини аниқлаш;

поташни оҳакли сут билан конверсиялаш ва оҳакли суспензияни этил спирти ёрдамида экстракциялаш асосида калий гидроксид олиш технологиясини ишлаб чиқиш;

тавсия этилган калий гидроксид олиш усулини техник-иқтисодий баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти поташ, оҳакли сут, этил спирти, калий гидроксид, суспензия, сув буғи, кальций карбонати ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети поташни оҳакли сутда конверсиялаш ва ҳосил бўлган суспензиядан калий гидроксидни этил спирт ёрдамида экстракция қилишнинг физик-кимёвий қонуниятларини аниқлаш ҳамда эритмани қаттиқ калий гидроксидга қайта ишлаш жараёнларини ўрганишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Кимёвий, физик-кимёвий, ИҚ-спектроскопик, рентгенографик, визуал-политермик, микроскопик таҳлил усуллари фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

поташга оҳакли сут билан ишлов берилганда ундаги компонентлар ўзаро таъсирлашиши натижасида КОН эритмаси ва $CaCO_3$ чўкмаси ҳосил бўлишнинг мақбул шароитлари аниқланган;

$C_2H_5OH-KOH-H_2O$ сувли системасида $-3^{\circ}C$ дан $+80^{\circ}C$ ҳарорат оралиқларида компонентларнинг ўзаро таъсирлашиши, калий карбонатни оҳакли сут ёрдамида конверсия қилиш натижасида ҳосил бўлган суспензиядан КОН ни этил спирти билан ажратиб олиш асосланган;

олинган филтратни паст босимда турли ҳароратларда буғлатиш жараёнида ҳосил бўлган эритмаларнинг реологик хоссалари ва калий гидроксиднинг кристалланиш шароитлари аниқланган;

этил спирти дистилляциясидан сўнг олинган эритмадан кимёвий тоза калий гидроксид олиш имконияти асосланган;

CaCO₃ чўкмасини ювиш ва қуритиш шароитлари ва юқори сифатли бўр олиш имконияти кўрсатилган;

поташни оҳакли конверсия қилиш ва суспензияни спиртли экстракциялаш усулида қаттиқ тангасимон калий гидроксид олишнинг чиқиндисиз технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

поташни оҳакли сутда қайта ишлаш ва суспензияни спирт ёрдамида экстракциялаш йўли билан калий гидроксид олишнинг самарали технологияси ишлаб чиқилган;

поташ, оҳакли сут ва этил спирти асосида техник ва кимёвий тоза калий гидроксид, ундан ташқари 8253-79 ГОСТ талабларига жавоб берадиган бўр олиш технологияси ишлаб чиқилган;

ҳар хил маркадаги калий гидроксид, оҳак олиш технологияси синовлари “Дехқонобод калий заводи” АЖда ўтказилган ва маҳсулотларнинг тажриба партиялари ишлаб чиқарилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги кимёвий ва физик-кимёвий (ИҚ-спектроскопик, рентгенографик, визуал-политермик, микроскопик) таҳлил натижалари лаборатория тажрибалари ва тажриба-саноат синовлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти изотермик шароитда C₂H₅ОН-КОН-Н₂О эрувчанлик системасини -3°С дан +80°С гача бўлган харорат оралиғида назарий таҳлил этиш, поташни оҳакли сут билан конверсия қилиш, оҳак ва калий гидроксиддан иборат суспензиядан калий гидроксидни этил спирти ёрдамида экстракция қилиш.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, технологияни амалиётга жорий қилиш экологик тоза, импорт ўрнини босувчи ва экспортбоп тангасимон ва кимёвий тоза калий гидроксид, шунингдек 8253-79 ГОСТ талабларига жавоб берадиган кимёвий бўр ишлаб чиқариш имконини беради. Олинган илмий натижалардан ва ишлаб чиқилган технологиялардан ноорганик моддалар кимёвий технологияси фанини ўқитишда фойдаланиш мумкин.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Поташни оҳакли сут ёрдамида конверсиялаш ва ҳосил бўлган суспензиядан калий гидроксидни спирт иштирокида экстракция қилиш асосида техник ва кимёвий тоза калий гидроксид, бўр олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:

поташни оҳакли сут билан конверсия қилишда ҳосил бўлган суспензиядан калий гидроксидни спиртта экстракциялаш йўли билан тангасимон калий гидроксид олиш технологияси “Дехқонобод калий заводи” АЖнинг истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган (“Ўзкимёсаноат” АЖ нинг 04 сентябр 2020 йилдаги 14-3441 рақамли маълумотномаси).

Натижада калий гидроксид импортини камайтириш ва кимё саноати корхоналарини калий гидроксид билан таъминлаш имконини берган;

этил спирти дистилляциясидан сўнг олинган эритмадан кимёвий тоза калий гидроксид олиш, CaCO_3 чўкмасини ювиш ва қуритиш йўли билан кимёвий тоза бўр олиш технологияси “Деҳқонобод калий заводи” АЖнинг истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган (“Деҳқонобод калий заводи” АЖ нинг 07 июль 2020 йилдаги 01-021/2117-сон маълумотномаси). Натижада кимёвий лабораторияларда фойдаланишга мўлжалланган кимёвий тоза калий гидроксид ва юқори сифатли бўр олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 5 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та илмий иш чоп этилган. Жумладан, диссертациянинг (PhD) асосий илмий натижалари 4 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 2 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 115 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объект ва предметлари тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар тараққиёти устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги баён қилинган ва натижаларнинг амалиётга жорий этилиши берилган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

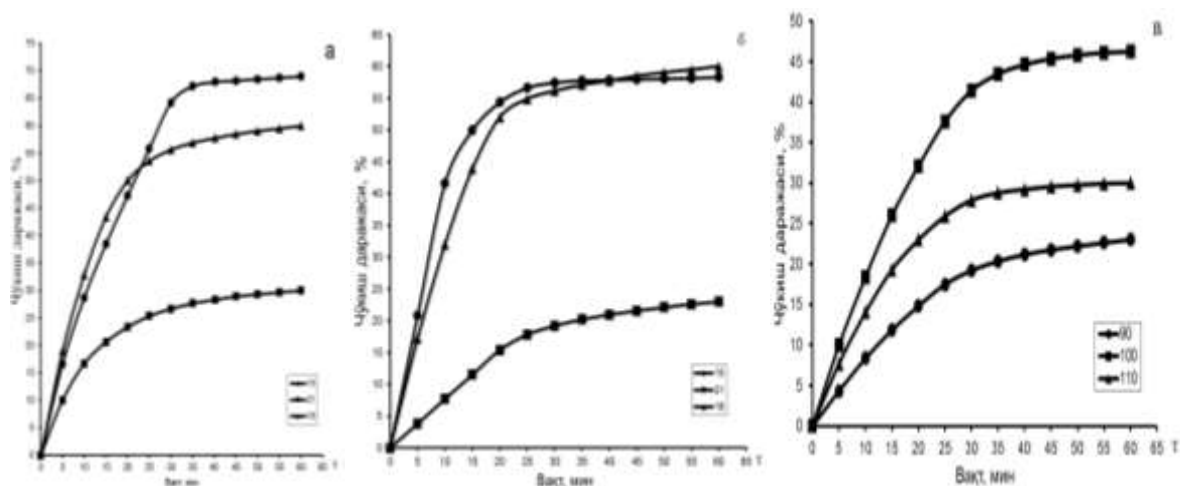
Диссертациянинг биринчи бобида «**Дунёда ва Ўзбекистонда калий гидроксидни ишлаб чиқариш ва уни қўллашнинг замонавий ҳолати**» адабиётлар шарҳи келтирилган бўлиб, унда калий гидроксиднинг иқтисодиётдаги аҳамияти қайд этилган, калий хлоридни симобли, мембрана, диафрагма усулларида электролиз қилиш ҳамда калий карбонати, сульфати ва бошқа тузларда конверсия қилиш йўли билан калий гидроксид олиш бўйича бажарилган ишларнинг афзаллик ва камчиликлари таҳлил этилган. Техник ва кимёвий тоза калий гидроксид олиш усуллари баён этилган. Кўриб чиқилган ишлар таҳлили мазкур ишнинг мақсад ва вазифаларини шакллантиришга имкон берди.

Диссертациянинг иккинчи бобида «**Калий гидроксид олишда фойдаланилган хомашёлар тавсифи ва тажрибалар ўтказиш усуллари**» дастлабки хомашёларнинг таркиб ва физик-механик хоссалари, тажрибалар ўтказиш усуллари ҳамда синтез қилинган маҳсулотларни кимёвий таҳлил қилиш ва физик-кимёвий тадқиқоти усуллари келтирилган.

Диссертациянинг учинчи бобида «**Такомиллаштирилган конверсия усулида калий гидроксид олишнинг физик-кимёвий асослари ва технологияси**» поташни оҳакли сутда конверсиялаш, суспензиядан калий гидроксидни этил спиртида экстракциялаш, калий гидроксид эритмасини буғлатиш жараёнларига ва маҳсулот чиқишига технологик омилларнинг таъсирини ўрганиш, оҳакли суспензиядан калий гидроксидни экстракциялаш жараёнини асословчи этил спирти, калий гидроксид ва сувдан иборат уч компонентли мураккаб тизимлар физик-кимёвий тадқиқот натижалари, шунингдек яқуний ва оралиқ реакция тизимларнинг реологик хоссалари келтирилган.

Калий карбонатнинг оҳакли сутда конверсия жараёни изотермик шароитдаги реакторда 70-100°C ҳарорат, 30-120 дақиқа ва сув кам сарфида, яъни $\text{H}_2\text{O}:\text{K}_2\text{CO}_3:\text{Ca}(\text{OH})_2=(1-3):2:1$ нисбат оралиғида олиб борилди. Бунда калий карбонатнинг 30, 40 ва 50 %-ли ва оҳак сутининг 15, 18 ва 21 %-ли сувли эритмаларидан фойдаланилди. Оҳакли сутнинг поташни конверсия қилишга бўлган меъёри стехиометриядан 90, 100 ва 110% ни ташкил этди. Конверсия жараёни ўтказилгандан сўнг, ҳосил бўлган суспензияларнинг тиниш тезлиги 65 дақиқа давомийлигида ўрганилди. Тажрибалар натижалари кўрсатдики, 40 %-ли калий карбонат эритмасини 15 %-ли оҳак сути билан унинг 90% меъёрида ва 95°C ҳароратда конверсия қилишда олинган суспензиянинг тиниши 30 дақиқадан сўнг деярли тўхтайди. Бунда тиниш даражасининг кинетик боғлиқлик чизиғи вақт чизиғига нисбатан параллел ҳолатни эгаллади ва у 18 %-ли оҳакли сут фойдаланилгандаги чизиқлар билан кесишди, 15 %-ли оҳак сути фойдаланилганда 30 дақиқадан сўнг тиниш даражаси 67%, 18 %-ли оҳакли сут фойдаланилганда эса 56% ташкил этди, 21 %-ли оҳак сути фойдаланилганда 60 дақиқадан сўнг тиниш даражаси 30% ни ташкил этди, яъни оҳак сути концентрацияси ошгани сари тиниш даражаси ва тезлиги камайиши кузатилди (1-расм, а). Юқорида қайд этилган шароитларда 50 %-ли калий карбонат эритмаси ва 15, 18, 21 %-ли оҳак сути фойдаланилганда тиниш вақти мос равишда 25, 27, 65 дақиқани, тиниш даражаси эса 60, 55, 24% ни ташкил этди (1-расм, б). Калий карбонатнинг 50 %-ли эритмаси ва 15 %-ли оҳак сути қўлланилганда, унинг меъёрининг 90, 100 ва 110% гача ошиши билан тиниш вақти кинетикасининг тўғри чизиқли ўзгариши давомийлиги мос равишда 25, 40 ва 60 дақиқа, тиниш даражаси эса 50, 35, 25% ташкил этади (1-расм, в). Технологик параметрлар ўзгаришининг ўрганилган оралиқда кўрсатдики, дастлабки компонентлар концентрациясини ортиши билан чўкмалар намлиги ошади ва 36,16-49,79% оралиғида бўлади.

Ишнинг кейинги босқичида суспензияларнинг филтрланиш хоссалари ўрганилди. Филтрлашнинг асосий босқичида конверсиянинг оҳакли сутнинг калий карбонатга меъёри 90%, калий карбонат эритмаси концентрацияси 30% бўлганда эса оҳакли сут концентрациясини 15 дан 18% га кўтарилиши билан филтрланиш тезлиги суяқ фаза бўйича 1557,24 кг/м²·соатдан 1728,23 кг/м²·соатгача, қаттиқ фаза бўйича эса 626,42 кг/м²·соатдан 657,57 кг/м²·соатгача ортади.



1-расм. Оҳак сути концентрациясига ва меъёрига боғлиқ равишда калий карбонат конверсияси натижасида ҳосил бўлган суспензиянинг тиниш тезлиги: а) K_2CO_3 - 40%, меъёр - 90%; б) K_2CO_3 50%, меъёр - 90%; в) K_2CO_3 - 50%, $Ca(OH)_2$ – 15%.

Қайд этилган шароитларда оҳак сути концентрациясининг 21% га ошиши эса филтрланиш тезлигини суюқ фаза бўйича $1305,13 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{соат}$ гача, қаттиқ фаза бўйича эса $412,40 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{соат}$ гача камайтиради. Калий карбонат эритмаси концентрацияси 50%, оҳакли сут концентрацияси 21% бўлганда калий карбонатга нисбатан кальций гидроксид меъёри 90 дан 100% ошиши суспензиянинг филтрланиш тезлигини суюқ фаза бўйича $453,81 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{соат}$ дан $1189,83 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{соат}$ гача, қаттиқ фаза бўйича эса $355,45 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$ дан $661,91 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{соат}$ гача оширишини кўрсатди (жадвал). Бунда филтратдаги калий гидроксид эритмаси коцентрацияси 23,83% га тенг бўлади. Концентрация ва меъёрнинг ошиши билан филтрланиш тезлиги камаяди, ушбу қонуният реакция суспензияни тиндиришда ҳам кузатилади, буларнинг барчаси концентрация ва меъёрга мос равишда турли структурали чўкмалар ҳосил бўлиши билан боғлиқдир.

Конверсия натижалари кўрсатдики, 30 %-ли калий карбонат эритмаси қўлланилганда, оҳакли сут концентрациясининг 18 дан 21% га ошиши суспензияда Қ : С нисбатини 1:6,13 дан 1:4,53, 40 ва 50 %-ли калий карбонат эритмалари қўлланилганда мос равишда 1:6,09 ва 1:5,53 дан 1:4,25 ва 1:4,21 гача камаяди. Конверсия маҳсулотининг суюқ ва қаттиқ фазалар кимёвий таҳлили кўрсатдики, суюқ фазада КОН ва CO_2 миқдорлари мос равишда 15,43-21,35% ва 0,24-0,72% бўлади, қолган миқдордаги калий чўкмага тушади ва тажриба шароитига боғлиқ равишда унинг миқдори 6,8-9,2% ташкил этади, бир марталик ювилгандан сўнг эса 1,50-4,01% гача камаяди.

Конверсия натижасида ҳосил бўладиган суспензиянинг реологик ва филтрланиш хоссаларига $20-80^\circ\text{C}$ ҳароратлар оралиғида суюқ фазадаги КОН миқдори ва Қ : С нисбат таъсири ўрганилди. Бунда суспензияни тавсифловчи суюқ фазада КОН концентрацияси ва Қ : С нисбати мос равишда 5-30% ва 1 : (1-4) оралиғида ўзгартирилди. Олинган натижалар, ҳароратнинг 80 дан 20°C гача пасайишида, Қ : С нисбатнинг 1:4 дан 1:2 гача камайиши ва КОН

Каустификация суспензиясининг фильтрланиш тезлигига бошлангич эритмалар концентрациясининг таъсири

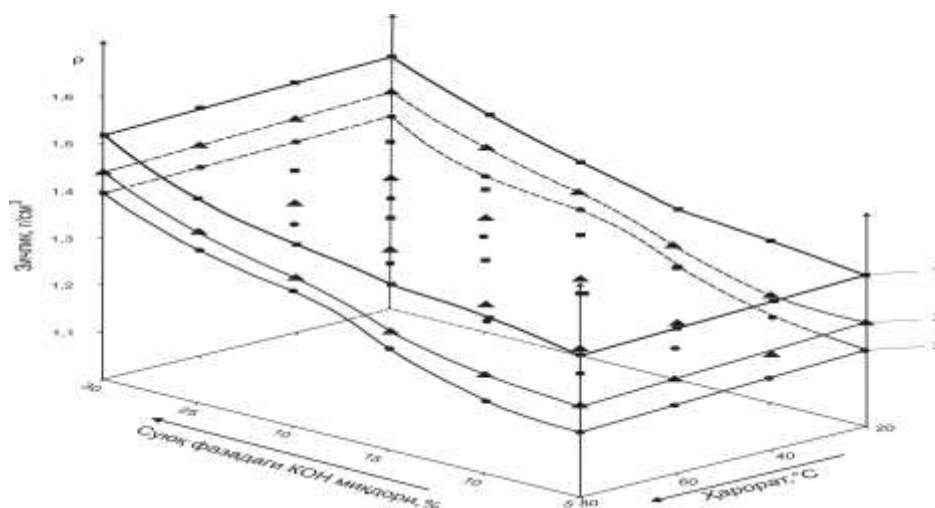
№	Калий карбонат эритмаси концентрацияси, %	Оҳакли сут концен-трацияси, %	Суюқ фаза бўйича фильтрланиш тезлиги, кг/м ² ·с	Қаттиқ фаза бўйича фильтрланиш тезлиги, кг/м ² ·с	Фильтрат концент-рацияси, %
Оҳак сути меъёри - 90%					
1.	30	15	1557,24	626,42	15,71
2.	30	18	1728,23	657,57	17,27
3.	30	21	1305,13	412,40	18,32
4.	40	15	1161,17	308,18	15,73
5.	40	18	1223,30	574,42	17,77
6.	40	21	584,61	356,14	19,72
7.	50	15	1077,65	479,24	17,70
8.	50	18	1217,21	596,73	20,71
9.	50	21	453,81	355,45	22,43
Оҳак сути меъёри - 100%					
10.	40	15	1057,32	604,51	15,60
11.	40	21	1249,19	579,72	17,71
12.	50	15	1342,71	626,60	16,13
13.	50	21	1189,83	661,91	21,91
Оҳак сути меъёри - 110%					
14.	40	18	1569,52	432,24	19,95
15.	40	21	1202,16	699,18	20,61
16.	50	18	1373,10	590,13	20,80
17.	50	21	1252,76	731,61	23,83

концентрациясининг 5 дан 30 %-гача ошиши суспензия зичлик ва қовушқоқлигини бир текис оширишини кўрсатди. Ўрганилган шароитларда суспензия зичлиги ва қовушқоқлиги мос равишда 1,136-1,534 г/см³ ва 2,42-8,93 сПз чегарасида бўлади. Кимёвий таҳлиллар асосида номограммалар ишлаб чиқилди (2-расм), улар белгиланган технологик параметрларда суспензиянинг реологик хоссалари ва унинг фильтрланиш қобилиятини аниқлаш имконини беради.

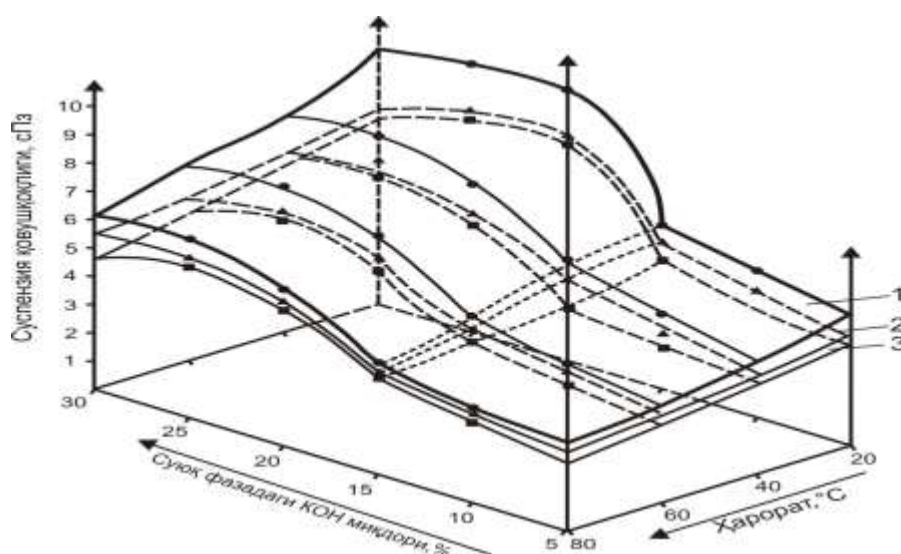
Бўтқа фильтрланиш тезлигини тажриба ва ҳисоб натижалари билан солиштириш, улар орасидаги фарқ 1,5% дан ортмаслигини кўрсатди. Олинган тажриба маълумоти асосий технологик омилларга боғлиқ равишда зичлик ва қовушқоқликни ҳисоб-китоб қилиш формулаларини келтириб чиқариш имконини берди:

Конверсиядан сўнг суспензиянинг максимал фильтрланиш тезлиги $Q : C = 1 : 1,5$ нисбатда эришилади ва бунда ювиш эритмаларининг концентрацияси 9% ташкил этди. Бу ҳолда, суспензиянинг фильтрланиш тезлиги суюқ фаза бўйича 1312,8-1791,4 кг/м²·соат, ва қаттиқ фаза бўйича эса 985,4-1078 кг/м²·соат бўлади. Маълумотлар шуни кўрсатдики, калий гидроксид ва карбонатдан оҳак чўкмасини тўлиқ ювиш учун уч карралик ювиш энг мақбул усул ҳисобланади.

а



б



2-расм. Поташни оҳакли сутда конверсияси натижасида ҳосил бўлган кальций карбонат ва калий гидроксид тутган суспензиянинг зичлигини(а) ва қовушқоқлигини (в) аниқлаш учун номограмма

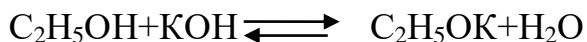
$$\rho = 0,557 \cdot C^{+0,102} \cdot t^{0,074} \cdot N^{0,275}$$

$$\eta = 5,855 \cdot C^{0,4405} \cdot t^{-0,271} \cdot N^{-0,33}$$

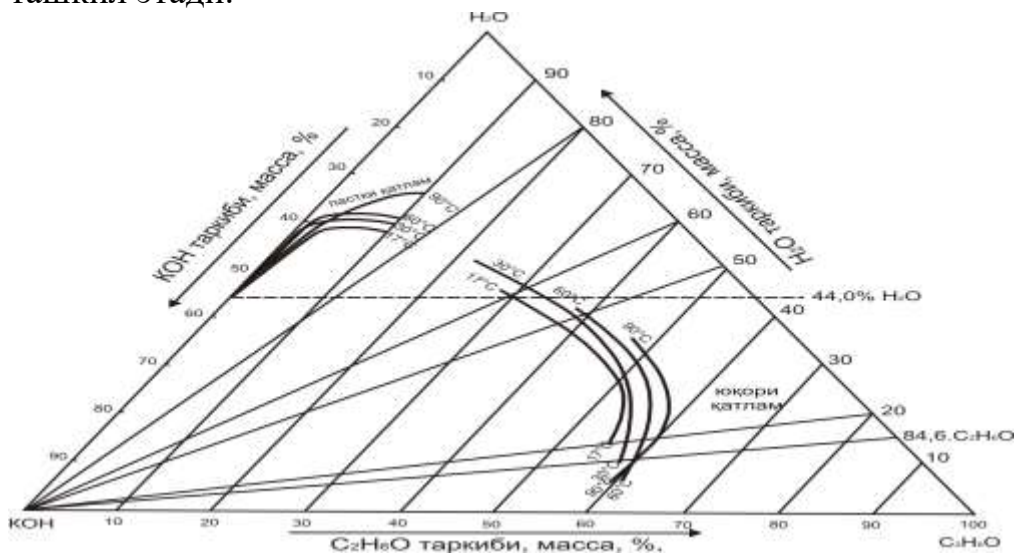
бу ерда, ρ – суспензия зичлиги, г/см^3 , η – суспензия қовушқоқлиги, сПа , C – концентрация, %, t – ҳарорат, $^{\circ}\text{C}$, N – $\text{K} : \text{C}$ нисбати.

Олинган маълумотлар таҳлили, конверсия усулида олинган маҳсулот таркибида КОН дан ташқари сезиларли миқдорда калий гидроксид ва карбонат ҳамда кальций гидроксид мавжуд бўлишини кўрсатди. Шундан келиб чиққан ҳолда, калий гидроксид тоза моддасини олиш мақсадида оҳакли суспензиядан КОН ни этил спирти иштирокида экстракциялаш жараёни ўрганилди. Калий гидроксидни экстракция усулда олишнинг афзаллиги шундан иборатки, КОН этил спиртида яхши эрийди. Масалан, 18-20 $^{\circ}\text{C}$ ҳароратда КОН эрувчанлиги 100 г этил спиртда 37 г ташкил этади. Бу калий гидроксидни $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCO_3 ва K_2CO_3 таркиб топган мураккаб сувтузли тизимлардан экстракциялаш мумкинлигини кўрсатади, чунки ушбу моддаларнинг этил спиртидаги эрувчанлиги 60-97 $^{\circ}\text{C}$ ҳароратда 0,03-0,05%

дан ошмайди. Калий гидроксидни этил спиртида эриши куйидаги реакция бўйича боради:



Маълумки, калий эфири беқарор, сувли эритмада қиздирилганда дастлабки моддаларга парчланади. Шунинг учун калий гидроксидни этил спиртида экстракциялаш шароитларини аниқлаш мақсадида $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}-\text{KOH}-\text{H}_2\text{O}$ системаси эрувчанлиги герметик ёпиқ фторпласт реакторда, яъни қаттиқ фазада ортиқча калий гидроксид ва газсимон азот атмосфераси шароитида ўрганилди. Мувозанатга 60 дақиқа давомида эришилди. Адабиётлар маълумотлари ва тажриба натижалари асосида $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}-\text{KOH}-\text{H}_2\text{O}$ системасининг политемик эрувчанлик графиги қурилди (3-расм), унда системада сув миқдори ортганда иккита қатлам (пастки ва юқори) ҳосил бўлишини, ҳарорат ортиши билан эса пастки қатламда KOH миқдори 31,2-63% гача ортиши, спирт миқдорини 0,9-9,78% гача камайишини кўрсатди. Юқори қатламда эса ушбу кўрсаткичлар мос равишда 18,50-31,08% ва 21,6-60,50% ташкил этади.



3-расм. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}-\text{KOH}-\text{H}_2\text{O}$ системаси политемик

Система ҳарорати пастки қатламга нисбатан юқори қатламга ҳар хил таъсир кўрсатади, яъни ҳарорат 90°C га кўтарилиши билан юқори қатламда KOH ва этил спирти миқдори мос равишда 35,08 ва 60,40% гача ортади, 17°C да эса ушбу қийматлар 30,0 ва 45,60% ташкил этади. Қайд этиш лозимки, қўлланилаётган этил спиртининг концентрацияси 80% га етганда ҳарорат таъсири бир текис бўлмайди, 60-80°C ҳароратларда спирт концентрацияси 84,3% бўлганда системанинг фигуратив нуқтасига (А) бирлашади.

Тажриба маълумотлари асосида экстракцияда ҳосил бўладиган суяқ фазани система ҳарорати ва $\text{H}_2\text{O} : \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ нисбатига боғлиқ равишда $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}-\text{KOH}-\text{H}_2\text{O}$ системасининг зичлик ва қовушқоқликлари аниқланди. Бунда -3 дан $+80^\circ\text{C}$ гача бўлган ҳарорат оралиғида система зичлигига ҳарорат ва $\text{H}_2\text{O} : \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ нисбати кучли таъсир кўрсатади, бу калий гидроксид эрувчанлиги билан изоҳланади. $\text{H}_2\text{O} : \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ нисбати 1 дан камайиши система зичлигини $0,25 \text{ г/см}^3$ га камайтиради ва кейинчалик

деярли ўзгармайди. КОН концентрацияси ўзгармас бўлганда, система зичлигининг ҳароратга боғлиқлиги тўғри чизикли, доимий ҳароратдаги концентрацияга боғлиқлиги эса эгри чизикли бўлиши аниқланди. Берилган технологик параметрларда ишлаб чиқилган номограмма системанинг реологик кўрсаткичларини етарлича аниқлаш имконини беради. Ўтказилган тажрибалар ва номограмма 20-100°C оралиқларда эритмаларнинг зичлик ва қовушқоқликлари ҳарорат ошиши билан камайишини, калий гидроксид концентрацияси ошиши билан эса ортишини кўрсатади. Тажрибаларда экстракция жараёнида ҳосил бўлган суюқ фазаларнинг электр ўтказувчанлиги, нур синдириш кўрсаткичи, кристалланиш ва қайнаш ҳароратлари ўрганилди. Эритмалар концентрацияси ортиши билан нур синдириш кўрсаткичи, кристалланиш ва қайнаш ҳарорати ортади. Синдириш кўрсаткичи 1,3810-1,4747 нД оралиғида бўлади. Ҳарорат 20 дан 40°C гача кўтарилиши синдириш кўрсаткичинини 0,0010 дан 0,0020 нД га оширади, H₂O : C₂H₅OH нисбати 50:50 ва 20:80 бўлганда ва ҳарорат 40°C да синдириш кўрсаткичи мос равишда 1,4030 ва 1,4070 нД ташкил этади. 96 % ли этил спиртидан қўллаш орқали 80°C ҳароратда олинган экстракт -21,8°C гача совитилди, кристалл тушиши натижасида С : Қ нисбати 2 : 1 тенг бўлган суспензия ҳосил бўлади. 80% -ли спирт қўлланилганда агломерат кўринишидаги қаттиқ фаза, 90 %-ли спирт қўлланилганда эса ромбик кристаллар ҳосил бўлади.

Ҳарорат оралиғи 60-80°C ва суюқ фазада H₂O : C₂H₅OH нисбатлари 20-1 :80-99 бўлганда калий гидроксиднинг максимал эрувчанлиги кузатилади, кейинчалик этил спирти енгил ректификация қилинади ва олинган техник калий гидроксид тоза моддага қайта ишланади.

Бунинг учун, калий карбонат эритмасининг оҳакли сут билан конверсия жараёни тамомлангандан сўнг бўтқага спирт кўшилади ва олинган суспензия суюқ (КОН спиртли эритмаси) ва қаттиқ (СаСО₃ чўкмаси) фазага ажратилди. Экстракциядан олдин конверсия жараёни сувнинг кам сарфида, яъни H₂O:K₂CO₃:Ca(OH)₂=(1-3):2:1 нисбатлар оралиғида олиб борилди, бўтқа : спирт нисбати 0,25 атрофида танланди. Юқори ва пастки қатлам кимёвий таҳлиллари ўтказилди. Юқори қатламнинг мақбул таркиби қуйидагича (оғир. %): 59,5-61,0 C₂H₅OH; 27,5-33,0 КОН; 6,0-13 H₂O. Конверсия ҳарорати 25 дан 100°C гача кўтарилганда суспензиядаги Қ : С нисбат 1 : 5,3 дан 1 : 3,3 гача ортади, филтрланиш тезлиги эса 197,5-250,1 кг/м²·соат оралиғида бўлади. К₂О нинг маҳсулотдаги унумининг ҳароратга боғлиқлиги атиги 0,027 %/°C ташкил этди. Бир хил шароитларда H₂O : K₂CO₃ : Ca(OH)₂ нисбати ортиши билан К₂О унуми 3-4% га ортади. Бўтқа : спирт нисбатини 0,5 дан 1 гача ошириш маҳсулотдаги К₂О унумини 54,0 дан 62,5% гача ва бир вақтнинг ўзида маҳсулотнинг концентрациясини 33,8 дан 49,1% гача оширишга имкон беради. Аммо нисбатни янада ошириш мақсадга мувофиқ эмас, чунки К₂О унуми деярли ўзгармайди. К₂О нинг максимал унуми 15 дақиқадан сўнг кузатилди, кейинги ошириш уни қисман камайтиришига олиб келади. Конверсия жараёнининг мақбул шароитлари: 95°C дан кам бўлмаган ҳарорат, H₂O:K₂CO₃ : Ca(OH)₂ нисбати (1,8-3) : 2 : 1, конверсия давомийлиги 120

дақиқа ҳисобланади. Экстракцияни бўтқа : спирт =1,0-2,0 ўзаро нисбатда ўтказиш зарурдир. Бу ҳолатда маҳсулотга K_2O унуми 60%, унинг концентрацияси эса 45% ни ташкил этади, ундан ташқари калий гидроксиднинг тоза эритмаси олинади.

Тажриба натижалари кўрсатдики, K_2O нинг эритмага ажралиб чиқиш даражаси 60% дан ошмайди, бунда 40% дастлабки K_2CO_3 шлам таркибида қолади. Шламда K_2O миқдори ўрта ҳисобда 11,07% (16,23% K_2CO_3) бўлади. K_2CO_3 дан фойдаланиш коэффициентини ошириш мақсадида $K : C = 1:1$ ва $1:2$ нисбатларда чўкмани ювиш жараёни ўрганилди. Айланма сувда K_2O миқдори 0-20% (K_2CO_3) оралиғида ўзгартирилди. $K : C = 1:1$ нисбатда айланма сувда K_2CO_3 миқдори ортиши билан фильтратдаги K_2O концентрацияси 7,71 дан 23,03% гача ортади, яъни суюқ фазадаги K_2CO_3 миқдорининг фарқи 11,3-13,77% ни ташкил этади.

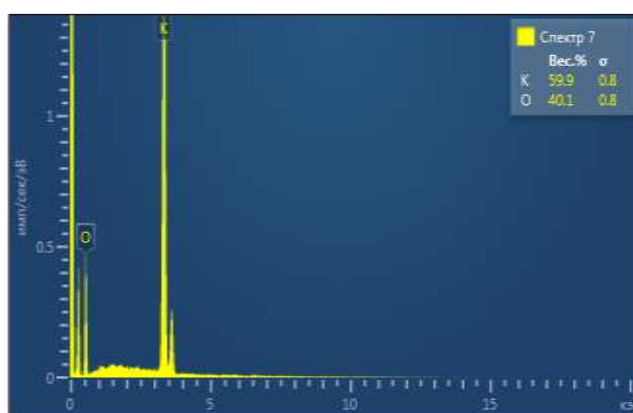
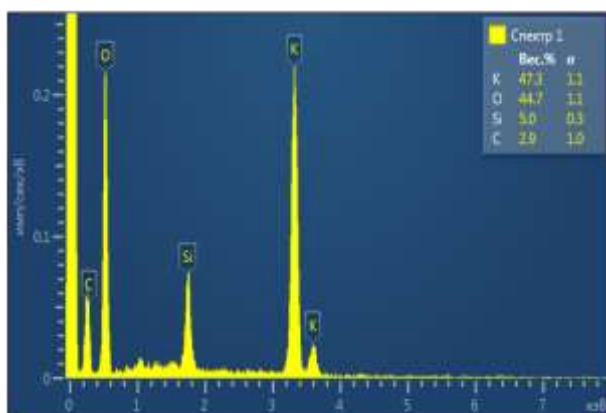
Ювишнинг иккинчи босқичига $K : C = 1:1$ нисбатдаги айланма сув фойдаланилди. Тажриба кўрсатдики, шламни 1 ва 2-марталик ювиш чўкмада K_2O нинг қолдиқ миқдори 2,33 ва 1,76% ташкил этади, ювиш даражаси эса 78,95 ва 84,10% гача ошади, агарда $K : C$ нисбат $1:2$ гача оширилса, унда ювилиш даражаси мос равишда 90,14 ва 96,2% га етади. Демак, $K : C = 1:2$ нисбатда шламни сув билан икки босқичли ювишдаги ювилиш даражаси 96% дан юқори бўлади, аммо эритма концентрацияси жуда пастдир. (3,81% K_2O).

Шунинг учун $C:K = 1:1$ нисбатда тўрт марталик ювиш қўлланилади, натижада 10% дан кам бўлмаган K_2O тутган эритма олинади. Бунда чўкманинг ювилиш даражаси 91,87% ($C:K = 1:1$) ва 96% ($C:K = 1:2$). Олинган кимёвий чўктирилган бўрдан тозалаш воситаларини ишлаб чиқариш ёки қурилиш материали сифатида фойдаланиш тавсия этилади.

Қайд этилган боғлиқлик конверсия суспензиясидан КОН ни спиртли экстракцияси жараёнида сақланиб қолади. Технологик параметр ўрганилган чегараларида суспензия зичлиги ва қовушқоқлиги мос равишда 0,870-1,185 г/см³ ва 2,73-6,96 сПз, филтрланиш тезлиги қаттиқ ва суюқ фазалар бўйича мос равишда 371-916,0 ва 1023,1-1263,3 кг/м²·соат оралиқларида бўлади.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, конверсия ва экстракция усуллари ёрдамида таркибида 21,35 ва 45,0% калий гидроксид тутган эритмалари олинди. Кейинчалик фильтрациядан сўнг олинган эритмаларни буғлатиш жараёни ўрганилди. Фильтратни 20-40⁰С ҳарорат оралиғида буғлатилганда буғланиш даражаси 32,86 дан 46,00% гача ошди, бунда эритмаларнинг зичлик ва қовушқоқлиги мос равишда 1,278-1,483 г/см³ ва 5,23-13,79 сПз оралиқларида ўзгарди, демак буғлатилган калий гидроксид эритмалари яхши реологик хоссаларга эгадир. Буғлатиш даражасини 32,86 дан 76,60% гача оширишда эритмаларнинг кристалланиш ва қайнаш ҳароратлари мос равишда -56,9 дан +136,0⁰С гача ва 110 дан 196⁰С гача ортди. Ҳароратни 136⁰С гача кўтариш буғланиш даражасини 76,6% гача оширади ва эритма қаттиқ массага айланади. Дисперсион спектр таҳлил натижалари кўрсатмоқдаки (4-расм), конверсия ва экстракция усулларида олинган калий гидроксид кристаллари наъмуналарида углерод ва кремний миқдорлари мос равишда 10,19 ва 0,76% ташкил этади.

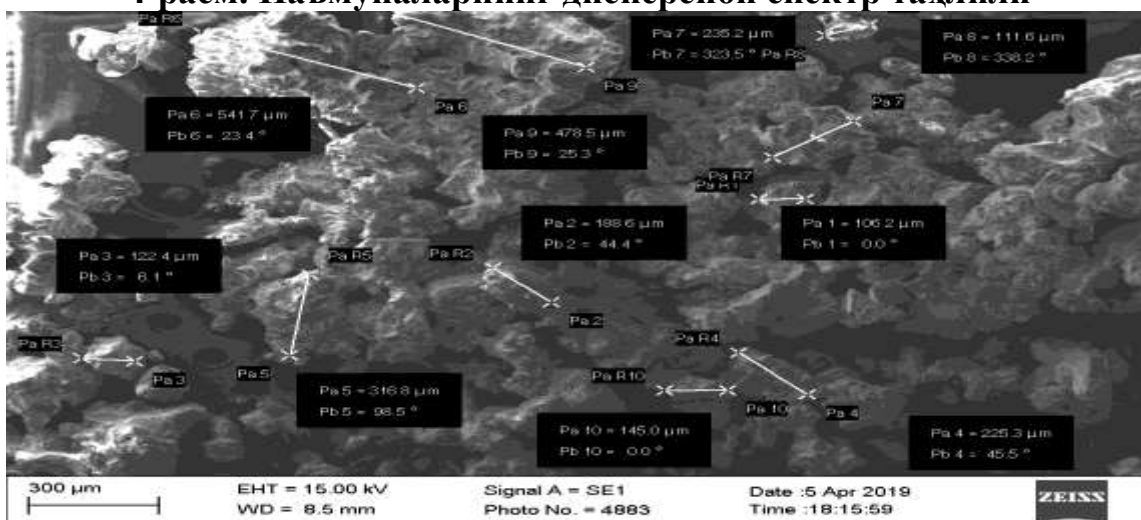
Кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил натижалари шуни кўрсатдики (5-расм), конверсия усулида олинган эритмаларни буғлатиш натижасида асосан $\text{KOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ва кам миқдорда K_2CO_3 , CaCO_3 ва K_2SiO_4 дан иборат аралашма ҳосил бўлади. K_2SiO_4 пайдо бўлиши кварцли реакторни ишлатиш натижасидир. KOH кристаллари ўлчами 106,2 ва 541,7 мкм оралиғида бўлади (5-расм). Конверсия пайтида ҳосил бўлган кальций карбонат суспензияда тез чўкади ва енгил филтрланади, бу эса ҳозирги кунда ҳаракатдаги иш юзаси минимал майдонга эга бўлган стандарт қуюқлаштиргичлар ва филтрловчи қурилмаларни тавсия этиш имконини беради. Паст босимда филтрат 50-80% гача осон буғлатилади ва экстракция усулида олинган наъмуналарда углерод ва кремнийга тегишли моддалар кўринмайди (4-расм). Дистилляция жараёнидан сўнг махсус мақсадларда қўлланиладиган ва қўйилган талабларга жавоб берувчи калий гидроксид олинади.



Элемент	Оғир.%	Сигма оғир.%
C	2.94	1.01
O	44.75	1.12
Si	4.99	0.29
K	47.33	1.07
Йиғинди	100.00	

Элемент	Оғир.%	Сигма оғир.%
O	40.12	0.81
K	59.88	0.81
Йиғинди	100.00	

4-расм. Наъмуналарнинг дисперсион спектр таҳлили



5-расм. Эритмаларни буғлатишда ҳосил бўлган чўкмаларнинг микроскопик тасвири

Диссертациянинг “Поташ ва оҳакли сут асосида калий гидрооксид олиш технологиясини ишлаб чиқиш” деб номланган тўртинчи бобида модел қурилмада мақбул технологик параметрларни танлаш, танланган технологик тизимнинг баёни, калий гидрооксид ишлаб чиқаришнинг моддий баланси ва техник-иқтисодий ҳисоблари бўйича натижалар келтирилган. Модел қурилмада ўтказилган синовлар асосида калий гидрооксид олишнинг иккита варианты тавсия қилинди: 1) Конверсия усули; 2) Экстракция усули.

Конверсион усул билан суюқ калий гидрооксид олиш технологияси қуйидаги босқичлардан иборат:

- поташни оҳак сути билан конверсия қилиш;
- олинган суспензияни чўктириш ва фильтрлаш;
- калий гидроксиднинг тиндирилган эритмасини буғлатиш ва 45 %-ли КОН эритмасини олиш;
- кальций карбонат чўкмасини уч марталик ювиш ва ювинди сувларни конверсия жараёнига қайтариш.

Калий карбонатни оҳак сути билан конверсия жараёни реакторда С:Қ= 3:1 нисбатда, атмосфера босимида ва 90°С ҳароратда 90 дақиқа давомида олиб борилди. Тажриба синовлари натижасида 45 %-ли калий гидрооксид эритмаси ишлаб чиқарилди. Кимёвий ва физик-кимёвий таҳлиллар, олинган маҳсулотда 45% дан кам бўлмаган калий гидрооксид ва жуда оз миқдордаги Ca^{+2} , CO_3^{-2} иони ва олинган чўкма таркибида эса 97-98% CaCO_3 борлигини кўрсатди. Ушбу маҳсулотлар қўйилган техник талабларга жавоб беради.

Экстракция усулида қаттиқ калий гидроксидни ишлаб чиқаришнинг технологик тизими ишлаб чиқилган, у қуйидаги босқичларни ўз ичига олади (8-расм):

- калий карбонатни оҳак сути билан конверсия қилиш;
- оҳакли суспензиядан КОН ни этил спирти ёрдамида экстракция қилиш;
- ҳосил бўлган суспензияни чўктириш ва қуюлган қисмини фильтрлаш;
- шламни 4 марта ювиш ва ювинди сувни конверсия жараёнига қайтариш;
- этил спиртини ректификациялаш ва КОН нинг 45 %-ли эритмасини олиш;
- эритмани буғлатиш, $\text{KOH} \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{KOH}$ кристалларини олиш ва уларни майдалаш;
- майдаланган материални ($\text{KOH} \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{KOH}$) кальцинациялаш ва таркибида 98,5% кам бўлмаган КОН тутган қаттиқ тайёр маҳсулот олиш.

Калий гидрооксид ишлаб чиқаришнинг иккала усулининг моддий баланслари ҳисобланди.

Маҳаллий хом ашёлар асосида калий гидрооксид ишлаб чиқаришни ташкил қилишнинг иқтисодий мақсадга мувофиқлигини аниқлаш учун 1 тонна маҳсулот олишга техник-иқтисодий ҳисоблар бажарилди. Натижалар кўрсатдики, ишлаб чиқариш ва хомашёлар харажатларини ҳисобга олган ҳолда конверсия усули билан тавсия этилаётган технология учун 1 т калий гидрооксид таннархи 27989755 сўмни, экстракцион усул учун эса – 31013755 сўмни ташкил этади.

ХУЛОСА

Диссертация иши бажарилишида олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида поташни оҳакли сутда конверсиялаш, олинган суспензияни филтрлаш, филтратни буғлатиш, оҳакли суспензия таркибидан калий гидроксидни этил спиртида экстракциялаш йўли билан таркибида 98,5% дан кам бўлмаган КОН ва 97-98% CaCO_3 тутган маҳсулотлар олиш мумкинлиги кўрсатилган.

2. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ -КОН- H_2O сувли системасида $-3\div(+80^\circ\text{C})$ ҳароратлар оралиғида компонентларнинг ўзаро таъсирлашуви ўрганилиб, шу асосда поташ ва оҳакли сут конверсияси натижасида ҳосил бўлган суспензиядан этил спирти ёрдамида КОН ни экстракция қилишда асосий технологик параметрларнинг ўзгариш чегаралари кўрсатилган.

3. Тадқиқотлар натижасида конверсия ва экстракция усулида КОН олишнинг мақбул технологик параметрлари асосланди: конверсия босқичида – $\text{H}_2\text{O} : \text{K}_2\text{CO}_3 : \text{Ca}(\text{OH})_2$ нисбатлари (1,8-3) : 2 : 1, ҳарорат - 95°C , жараён давомийлиги - 120 дақиқа; экстракция босқичида бўтқа : спирт нисбати 1,0 : 2,0; жараён давомийлиги – 15-20 дақиқа.

4. Поташ конверсияси ва чўкмаларни ювишдан сўнг ҳосил бўлган суспензияларнинг реологик хоссаларини $20-80^\circ\text{C}$ ҳарорат оралиғида ўрганиш натижасида уларни технологик қийинчиликсиз мавжуд узатиш воситалари ёрдамида ташиш мумкинлиги аниқланди, ундан ташқари ишлаб чиқилган усул бўйича КОН ишлаб чиқаришда суюқ фазаларнинг реологик хоссаларини олдиндан аниқлаш имконини берувчи номограмма ишлаб чиқилди.

5. Конверсиядан сўнг олинган калий гидроксид 21,35 %-ли эритмасини паст босимда 50-80% концентрациягача буғлатиш ва концентрланган эритмаларда электр ўтказучанлик, нур синдириш кўрсаткичи, қайнаш ва кристалланиш ҳароратлари, шуниндек реологик хоссалари ўрганилган бўлиб, натижалар эритма концентрацияси ошиши билан электр ўтказувчанлик ва синдириш кўрсаткичи камайишини кўрсатди. Эритманинг 55% дан юқори концентрациясида кам қўшимча тутган тангасимон КОН олишга мўлжалланган $\text{KOH}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ва $\text{KOH}\cdot \text{H}_2\text{O}$ кристалларини чўктириш имконияти кўрсатилди.

6. Этил спирти дистилляциясидан сўнг КОН эритмасини буғлатиш ва кристаллаш, ундан ташқари кимёвий чўктирилган CaCO_3 ни ювиш ва қуритиш йўли билан кимёвий лабораторияларда фойдаланиш учун мўлжалланган кимёвий тоза калий гидроксид ва юқори сифатли бўр олиш имконияти кўрсатилди.

7. Жараённинг моддий баланслар ҳисобланди ва калий гидроксидни "Дехқонобод калий заводи" АЖ да оҳакли конверсия ва спиртли экстракция усуллари билан ишлаб чиқаришнинг технологик тизими ишлаб чиқилди. Йилига 20 000 тонна тангасимон калий гидроксид ишлаб чиқаришда иқтисодий самарадорлик 140 млрд. сўм, кимёвий тоза калий гидроксид ишлаб чиқаришда самарадорлик 879 млрд. сўмни ташкил этиши аниқланди.

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

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ТУРАКУЛОВ БЕХЗОД БЕГМАТОВИЧ

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОКСИДА КАЛИЯ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Ташкент – 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2018.4.PhD/T866 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

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

Научный руководитель:

Кучаров Бахром Хайриевич
доктор технических наук, с.н.с.

Официальные оппоненты:

Жуманиязов Максудбек Жаббиевич
доктор технических наук, профессор

Нурмуродов Тулкин Исамуродович
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

Защита состоится «_____» сентябрь 2020 году в «_____»⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc. 02/30.12.2019.К/Т.35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: ionxanruz@mail.ru

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № 7, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а). Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Автореферат диссертации разослан «_____» сентябрь 2020 года

(реестр протокола рассылки № _____ от «_____» сентябрь 2020 года.

Закиров Б.С.

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

Салиханова Д.С.

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

Абдурахимов С.А.

Председатель Научного семинара при научном совете
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Из мировой практики известно, что химическая промышленность является основной областью, неразрывно связанной со всеми отраслями экономики, поэтому развитие химической промышленности считается приоритетным направлением экономики страны. Гидроксид калия, самое широко применяемое вещество в процессах производств химии, нефти, фармацевтики, минеральных удобрений и продуктов питания, а также во всех химических лабораториях, а это требует разработки новых экологически безвредных и безотходных технологии получения гидроксида калия. Исходя из этого, внедрение эффективной технологии получения гидроксида калия, предназначенной для производства различных продуктов в химических предприятиях является актуальным.

Во всем мире производство гидроксида калия осуществляется путем электролиза хлористого калия ртутным, диафрагменным и мембранным методами, однако мембранный и диафрагменный методы являются сложными и потребуют больше энергии, а ртутный метод из-за испарения ртутного металла наносит огромный ущерб окружающей среде. Поэтому в настоящее время при производстве гидроксида калия ставится задача по разработке технологии, позволяющей снизить энергозатраты и обеспечить экологическую безопасность. Для этой цели необходимо обосновать соответствующие научно-технические решения по следующим направлениям: нахождение оптимальных научно-технических решений; изучение состава исходных сырьевых материалов; исследование процесса конверсии карбоната калия (поташа) известковым раствором и разработка технологии получения гидроксида калия на основе экстракции щелочи этиловым спиртом из образующейся суспензии.

В республике в результате осуществления широкомасштабных мероприятий и инновационных разработок, достигнуты определенные результаты в области производства гидроксида натрия, карбоната, сульфата, хлорида и нитрата калия, различных минеральных солей и химических реагентов. В третьем направлении Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, предусмотренной в 2017-2021 гг. отмечены важные задачи, направленные на «...развитие высокотехнологичных перерабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов...»¹. С этой точки зрения важное значение приобретает разработка рациональной технологии получения гидроксида калия, широко используемого в производстве моющих средств, процессах катализа, металлургии, газоочистки, минеральных удобрений, переработки нефти путем применения местных сырьевых ресурсов.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан» и ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. В научно-технической литературе имеются много сведений по получению гидроксида калия и его очистки путем электролиза хлористого калия ртутным, диафрагменным и мембранным методами, конверсией карбоната или сульфата калия гидроксидом бария (W.Schmidt, A.R.Ball, Jr.Frederick, N.Demartini, B.Shu, D.D.Euhus, R.W.Rousseau, B.Zhao, X.Wong, X.Qian, Н.В.Карякин, И.Ангелов, М.З.Канелов, А.У.Эркаев, З.К.Тоиров, Б.Х.Кучаров и другие). Например, Э.Б.Гитсом, Н.В.Беляевой, В.М.Вечеславым и А.В.Ворониным разработан способ получения гидроксида калия на основе взаимодействия карбоната калия с гидроксидом бария, однако из-за высокого расхода энергии и длительности переработки образующегося шлама и щелочи по данному способу получается реактивный гидроксид калия в малых количествах исключительно в лабораторных условиях. Ртутный способ, разработанный А.Б.Килимником, Е.Ю.Никифоровой, И.В.Гладышевой является самым удобным и простым, но из-за испарения ртути и из-за сложности полного его удержания наносит огромный ущерб окружающей среде. Мембранный и диафрагменный методы являются безвредными, однако из-за сложности технологии они в промышленности практически не применяются.

Следует также отметить, что до настоящего времени не проведены исследования системы $C_2H_5OH-KOH-H_2O$ в интервале температур от -3 до $+80^{\circ}C$ по определению технологических параметров выделения гидроксида калия с помощью этилового спирта из суспензии, образующейся при взаимодействии раствора карбоната калия с известковым молоком.

Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ. Диссертационная работа выполнена в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института фундаментального проекта Ф-7-31 «Физико-химический анализ морских и озерных соляных отложений и научные основы их комплексной переработки» (2012-2016 гг.) и прикладного проекта ИТД-12-36 «Разработка технологии комбинированного способа обогащения сильвинитов Тюбегатанского месторождения» (2014-2016 гг.).

Целью исследования является разработка теоретических основ и безотходной технологии получения гидроксида калия на основе карбоната калия, известкового молока и этилового спирта.

Задачи исследования:

исследование процесса конверсии карбоната калия известковым молоком;

изучение реологических и фильтрационных свойств известковой суспензии;

определение основных физико-химических свойств концентрированных растворов гидроксида калия;

исследование процесса получения чешуйчатого гидроксида калия путем упарки;

теоретический анализ системы растворимости $C_2H_5OH-KOH-H_2O$ при изотермических условиях в интервале температур от -3 до $+80^\circ C$ и определения границы изменения оптимальных технологических параметров процесса экстракции КОН из известковой суспензии с помощью этилового спирта;

определение реологических свойств суспензий, образующихся в промежуточных стадиях и оптимальных условий промывки КОН от шлама;

разработка технологии гидроксида калия на основе конверсии поташа известковым молоком и экстракции известковой суспензии этиловым спиртом;

техничко-экономическая оценка предложенного способа получения гидроксида калия.

Объектом исследования являются поташ, известковое молоко, этиловый спирт, гидроксид калия, суспензия, водяной пар, карбонат кальция.

Предметом исследования является изучение физико-химических закономерностей процессов конверсии поташа в известковом молоке и экстракции гидроксида калия из образующейся суспензии с помощью спирта и переработки раствора в твёрдый гидроксид калия.

Методы исследования. Химический, физико-химический, ИК-спектроскопический, рентгенофазовый, визуально-политермический, микроскопический методы анализа.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

определены оптимальные условия образования раствора КОН и осадка $CaCO_3$ в результате взаимодействия компонентов при обработке поташа с известковым молоком;

обосновано взаимодействие компонентов в водной системе $C_2H_5OH-KOH-H_2O$ при температурных интервалах от -3 до $+80^\circ C$, извлечение КОН этиловым спиртом в результате образования суспензии с помощью конверсии карбоната калия известковым молоком;

определены реологические характеристики растворов, образующихся в процессе выпаривания фильтрата под низким давлением при различных температурах и условия кристаллизации гидроксида калия;

обоснована возможность получения химически чистого гидроксида калия из раствора, полученного после дистилляции этилового спирта;

изучены условия промывки и сушки осадка CaCO_3 и показана возможность получения высококачественного мела;

разработана безотходная технология получения твердого чешуйчатого гидроксида калия методом известковой конверсии поташа и спиртовой экстракции суспензии.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана эффективная технология получения гидроксида калия путем переработки карбоната калия известковым молоком и экстракции суспензии с помощью спирта;

разработана технология получения из поташа, известкового молока и этилового спирта технического и химически чистого гидроксида калия, а также мела, отвечающего требованиям ГОСТ 8253-79;

испытания технологии получения гидроксида калия и мела проведены на АО «Дехканабадский калийный завод» с выпуском опытных партии продуктов.

Достоверность результатов исследования. Результаты химических и физико-химических анализов (ИК-спектроскопический, рентгенофазовый, визуально-политермический, микроскопический) подтверждены лабораторными опытами и опытно-промышленными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в выявлении закономерностей на основе проведения химических, физико-химических и технологических исследований и теоретического анализа растворимости системы $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH-KOH-H}_2\text{O}$ в изотермических условиях в интервал температур от -3 до $+80^\circ\text{C}$.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что внедрение технологии в практику позволяет производить экологически чистые импортозамещающие и экспортоориентированные чешуйчатые и химически чистые гидроксид калия, а также мел, отвечающий требованиям ГОСТ 8253-79. Полученные научные результаты и разработанные технологии могут быть использованы в учебном процессе при изучении специальных дисциплин по технологии неорганических веществ.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов разработаны:

технология получения технического и химически чистого гидроксида калия и мела на основе конверсии карбоната калия известковым молоком;

технология получения гидроксида калия спиртовой экстракцией гидроксида калия из суспензии, образующейся при конверсии карбоната калия известковым молоком, которая включена в перечень перспективных разработок АО «Дехканабадский калийный завод» (справка АО «Узкимёсаноат» от 04 сентября 2020 года 14-3441). В результате создана возможность сокращения импорта гидроксида калия и обеспечения предприятий химической промышленности гидроксидом калия;

технология получения химически чистого гидроксида калия и мела из раствора, полученного после дистилляции этилового спирта, которая также включена в перечень перспективных разработок АО «Дехканабадский калийный завод» (справка АО «Дехканабадский калийный завод» от 07 июля 2020 года № 01-021/2117). В результате появляется возможность получения химически чистого гидроксида калия и высококачественного мела, предназначенные для применения в химических лабораториях и получения чистящих средств соответственно.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 5 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 11 научных работ. Из них 4 научные статьи, в том числе 2 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций (PhD).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 115 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность работы, сформулированы цель и задачи исследования, характеризуются объект и предметы исследования, показан соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии республики, описана научная новизна исследования и даны результаты внедрения в практику, приводятся сведения по опубликованным научным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние производства гидроксида калия и его применения в мире и Узбекистане**» приведен обзор литературы, где отмечаются значение гидроксида калия для экономики, проанализированы достоинства и недостатки работ по получению гидроксида калия электролизом хлорида калия ртутным, мембранным и диафрагменным, а также конверсией карбонатом, сульфатом калия и другими солями. Проанализированы способы получения технического и химически чистого гидроксида калия. Анализ рассмотренных работ позволил сформулировать цели и задачи диссертации.

Во второй главе диссертации «**Характеристика сырья для получения гидроксида калия и методы проведения экспериментов**» приведены состав и физико-механические свойства исходного сырья, методики проведения экспериментов, а также методы химического анализа и физико-химического исследования синтезированных продуктов.

В третьей главе диссертации «**Физико-химические основы и технология получения гидроксида калия усовершенствованным методом конверсии**» приведены результаты изучения процессов конверсии

поташа известковым молоком, экстракции гидроксида калия из суспензии этиловым спиртом, влияния технологических факторов на процессы упарки раствора гидроксида калия и выход продукта, физико-химических исследований трехкомпонентных сложных систем, состоящих из этилового спирта, гидроксида калия и воды, обосновывающих процесс извлечения гидроксида калия из известковой суспензии, а также реологические свойства конечных и промежуточных реакционных систем.

Процесс конверсии карбоната калия известковым молоком проводили в изотермических условиях при температуре 70-100°C в течение 30-120 минут и низком расходе воды, т.е. в диапазоне соотношений $H_2O:K_2CO_3:Ca(OH)_2 = (1-3):2:1$. При этом использовали 30, 40, 50 %-ные водные растворы карбоната калия и 15, 18, 21 %-ные растворы известкового молока. Нормы известкового молока на конверсию поташа составили 90, 100 и 110% от стехиометрии. После процесса конверсии, изучали кинетику осветления образующихся суспензий в течение 65 мин. Результаты опытов показывают, что осветление суспензии, полученной при конверсии 40 %-ного раствора карбоната калия 15 %-ным известковым молоком при норме 90% и температуре 95°C, практически прекращается через 30 минут. При этом линия кинетической зависимости степени осветления приняла положение, параллельное линии времени и она пересеклась с линиями использования 18 %-ного известкового молока; при использовании 15 %-ного известкового молока, степень осветления через 30 минут составляет 67%, а при использовании 18 %-ного молока – 56%. При использовании 21 %-ного известкового молока степень осветления после 60 минут составляла 30%, то есть по мере повышения концентрации известкового молока наблюдается уменьшение степени и скорости осветления (рис. 1, а). При вышеуказанных условиях с использованием 50 %-ного раствора карбоната калия и 15, 18, 21 %-ного известкового молока время осветления составляет 25, 27, 65 минут, а степень осветления 60, 55, 24% соответственно (рис. 1, б). При использовании 50 %-ного раствора карбоната калия и 15 %-ного известкового молока с увеличением нормы последнего до 90, 100 и 110% продолжительность прямолинейного изменения кинетики времени отстаивания составляет 25, 40 и 60 минут соответственно, а степень осветления 50, 35, 25% (рис. 1, в). При изучаемых диапазонах изменения технологических параметров оказалось, что с повышением концентрации исходных компонентов содержание влаги в осадках возрастает и находится в пределах 36,16-49,79%.

На следующем этапе работы были изучены фильтрационные свойства суспензий. На основной стадии фильтрации, когда норма известкового молока для конверсии карбоната калия составляет 90%, а концентрация раствора карбоната калия – 30%, с повышением концентрации известкового молока от 15 до 18% скорость фильтрации по жидкой фазе повышается от

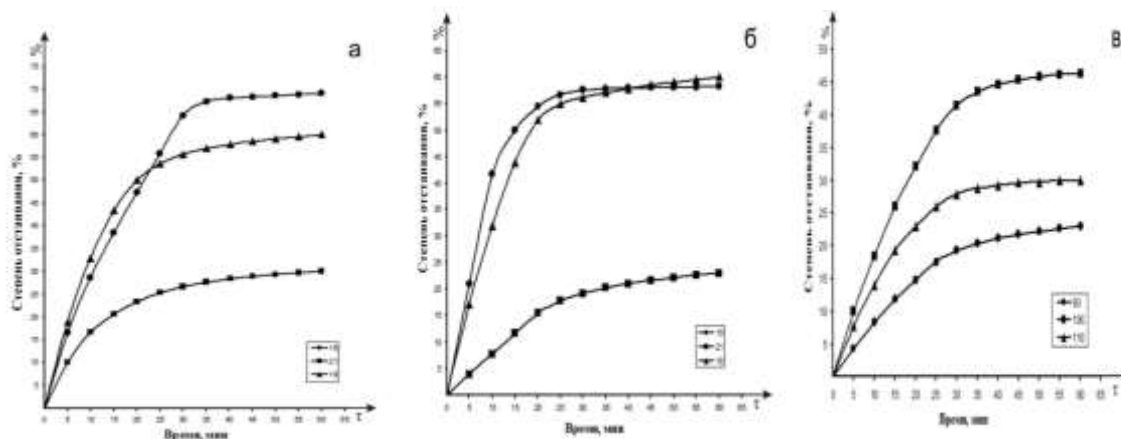


Рис. 1. Кинетика разрушения суспензии, образовавшейся в результате превращения извести в карбонат калия, составляет: а) K_2CO_3 40%, норма 90%; б) K_2CO_3 50%, норма 90%; в) K_2CO_3 - 50%, $Ca(OH)_2$ - 15%.

1557,24 $кг/м^2 \cdot час$ до 1728,23 $кг/м^2 \cdot час$, а по твердой фазе – от 626,42 $кг/м^2 \cdot час$ до 657,57 $кг/м^2 \cdot час$. При вышеуказанных условиях повышение концентрации известкового молока на 21% уменьшает скорость фильтрации по жидкой фазе до 1305,13 $кг/м^2 \cdot час$, а по твердой фазе до 412,40 $кг/м^2 \cdot час$. Показано, что при концентрациях раствора карбоната калия 50%, и известкового молока 21% с увеличением нормы гидроксида кальция от 90 до 100% скорость фильтрации суспензии по жидкой фазе повышается от 453,81 $кг/м^2 \cdot час$ до 1189,83 $кг/м^2 \cdot час$, а по твердой фазе от 355,45 $кг/м^2 \cdot час$ до 661,91 $кг/м^2 \cdot час$ (таблица). При этом в фильтрате концентрация гидроксида калия будет равна 23,83%. С увеличением концентрации и нормы уменьшается скорость фильтрации, такая закономерность наблюдается и при осветлении реакционной суспензии, т.к. все это связано с образованием различных структурных осадков в соответствии с концентрацией и нормой.

Результаты конверсии показывают, что при применении 30 %-ного раствора карбоната калия с увеличением концентрации известкового молока от 18 до 21% соотношение Т : Ж в суспензии уменьшается от 1:6,13 до 1:4,53, а при применении 40 и 50 %-ных растворов карбоната калия снижается соответственно от 1:6,09 и 1:5,53 до 1:4,25 и 1:4,21. Химический анализ жидкой и твердой фаз продукта конверсии показывает, что количества КОН и CO_2 в жидкой фазе составляют 15,43-21,35% и 0,24-0,72% соответственно, Оставшееся количество калия выпадает в осадок и в зависимости от условий эксперимента, его содержание составляет 6,8-9,2%, а после однократной промывки снижается до 1,50-4,01%.

Изучено реологические и фильтрационные свойства суспензии, образующейся в результате конверсии, количество КОН в жидкой фазе и соотношение Т : Ж в интервале температур 20-80 $^{\circ}C$. При этом, в жидкой фазе, характеризующей суспензию, концентрация КОН и соотношение Т : Ж из менялись в диапазонах 5-30% и 1 : (1-4), соответственно. При снижении температуры с 80 до 20 $^{\circ}C$, уменьшение соотношения Т : Ж от 1: 4 до 1: 2 и повышение концентрации КОН с 5 до 30% наблюдается монотонное увеличение плотности и вязкости суспензии.

Таблица

Влияние концентрации исходного раствора на скорость фильтрации суспензии каустификации

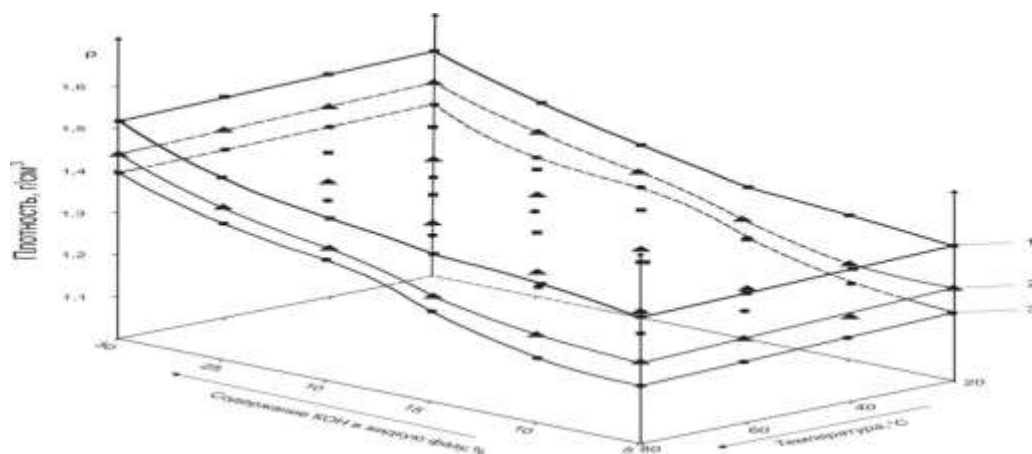
№	Концентрация раствора карбоната калия, %	Концентрация известкового молока, %	Скорость фильтрации по жидкой фазе, кг/м ² *с	Скорость фильтрации по твердой фазе, кг/м ² *с	Концентрация фильтрации, %
Норма известкового молока - 90%					
1.	30	15	1557,24	626,42	15,71
2.	30	18	1728,23	657,57	17,27
3.	30	21	1305,13	412,40	18,32
4.	40	15	1161,17	308,18	15,73
5.	40	18	1223,30	574,42	17,77
6.	40	21	584,61	356,14	19,72
7.	50	15	1077,65	479,24	17,70
8.	50	18	1217,21	596,73	20,71
9.	50	21	453,81	355,45	22,43
Норма известкового молока - 100%					
10.	40	15	1057,32	604,51	15,60
11.	40	21	1249,19	579,72	17,71
12.	50	15	1342,71	626,60	16,13
13.	50	21	1189,83	661,91	21,91
Норма известкового молока -110%					
14.	40	18	1569,52	432,24	19,95
15.	40	21	1202,16	699,18	20,61
16.	50	18	1373,10	590,13	20,80
17.	50	21	1252,76	731,61	23,83

При изучаемых условиях плотность и вязкость суспензии находятся в пределах 1,136-1,534 г/см³ и 2,42-8,93 сПз, соответственно. На основе химических анализов разработаны номограммы (рис. 2), которые при установленных технологических параметрах позволяют определять реологические свойства суспензии и их фильтрационную способность.

Сравнение результатов эксперимента и расчетов по скорости фильтрации суспензии показывает, что разница между ними не превышает 1,5%. Экспериментальные данные позволили вывести формулы для расчета плотности и вязкости в зависимости от основных технологических факторов:

После конверсии максимальная скорость фильтрации суспензии достигается при соотношении Т : Ж = 1:1,5; при этом концентрация промывных растворов составляет 9%. В этом случае скорость фильтрации суспензии по жидкой фазе составляет 1312,8-1791,4 кг/м²·час, а по твердой фазе – 985,4-1078 кг/м²·час. Данные показали, что для полной промывки осадка мела от гидроксида и карбоната калия наиболее оптимальным является трехкратная промывка.

а



б

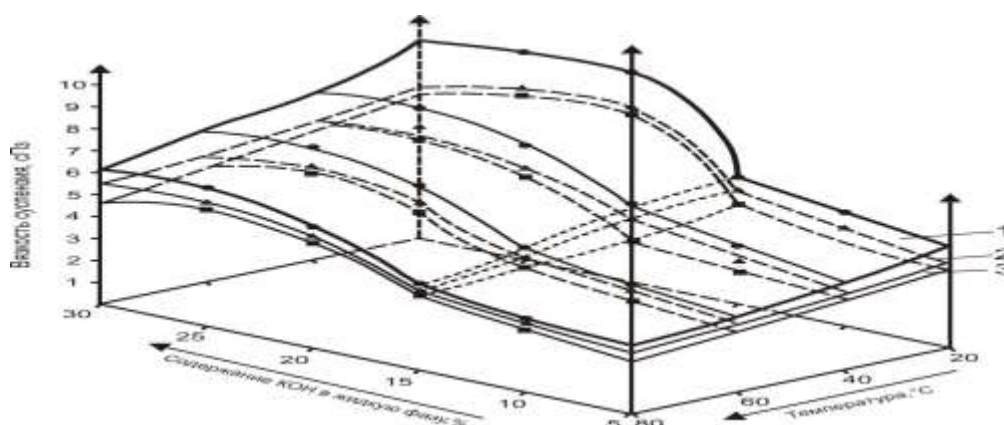


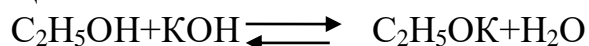
Рис. 2. Номограмма для определения плотности (а) и вязкости (в) суспензии, образующейся в результате конверсии поташа известковым молоком.

$$\rho = 0,557 \cdot C^{+0,102} \cdot t^{0,074} \cdot N^{0,275}$$

$$\eta = 5,855 \cdot C^{0,4405} \cdot t^{-0,271} \cdot N^{-0,33}$$

где, ρ - плотность суспензии, г/см³, η - вязкость суспензии, сПз, C - концентрация, %, t - температура, °С, N - соотношение Т : Ж.

Анализ полученных данных показывает, что в составе продукта, полученного методом конверсии, наряду с КОН содержатся значительные количества карбоната и гидроксида калия и кальция. Исходя из этого, с целью получения чистого гидроксида калия изучен процесс экстракции КОН из известковой суспензии этиловым спиртом. Преимущество получения гидроксида калия экстракционным способом заключается в том, что КОН хорошо растворяется в этиловом спирте. Так, при 18-20°С растворимость КОН в 100г этилового спирта составляет 37 г. Это указывает на то, что гидроксид калия может быть извлечен из сложных водносолевых систем, содержащих Ca(OH)₂, CaCO₃ и K₂CO₃, так как при температуре 60-97°С растворимость этих веществ в этиловом спирте не превышает 0,03-0,05%. Растворение гидроксида калия в этиловом спирте протекает по нижеследующей реакции:



Известно, что эфир калия нестабилен, при нагревании в водном растворе разлагается на исходные материалы. Поэтому для определения условий экстракции гидроксида калия в этиловом спирте растворимость системы $C_2H_5OH-KOH-H_2O$ была изучена в герметически закрытом фторопластовом реакторе в твердой фазе в присутствии избытка гидроксида калия и газообразного атмосферного азота. Равновесие было достигнуто за 60 минут. На основании литературных данных и результатов эксперимента построен график растворимости политермической системы $C_2H_5OH-KOH-H_2O$ (рис. 3), показывающий, что с увеличением количества воды образуются два слоя (нижний и верхний). С повышением температуры в нижнем слое увеличивается количество KOH до 31,2-63%, а количество спирта уменьшается до 0,9-9,78%. В верхнем слое эти показатели составляют 18,50-31,08% и 21,6-60,50% соответственно.

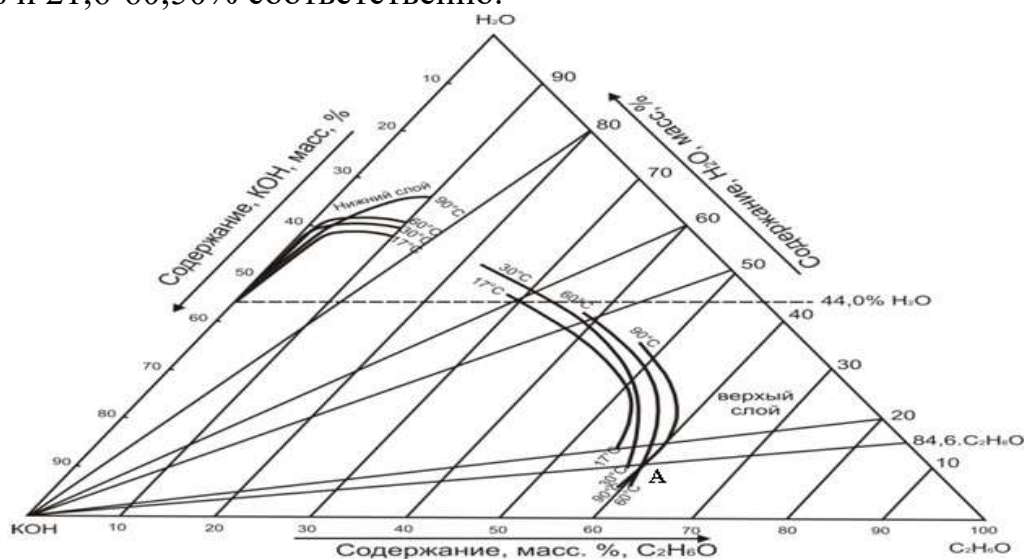


Рис. 3. Политерма системы $C_2H_5OH-KOH-H_2O$.

Температура системы оказывает различное влияние на верхний слой, чем на нижний, то есть с повышением в верхнем слое температуры до 90°C возрастает количество KOH и этилового спирта до 35,08 и 60,40%, а при 17°C эти показатели составляют 30,0 и 45,60% соответственно. Следует отметить, что при достижении концентрации используемого спирта до 80% температурный эффект не равномерен, а при концентрации спирта 84,3% температуре сдвигается с 60-80°C фигуративной точкой (A).

На основании экспериментальных данных определены плотность и вязкость системы $C_2H_5OH-KOH-H_2O$ в зависимости от температуры жидкой фазы, образующейся при экстракции, и соотношения $H_2O : C_2H_5OH$. При этом в интервале температур от -3 до +80°C на плотность системы наибольшее влияние оказывают температура и соотношение $H_2O : C_2H_5OH$, что объясняется растворимостью гидроксида калия. Снижение соотношения $H_2O : C_2H_5OH$ до 1 уменьшает плотность системы на 0,25 г/см³, которая в последующем практически не изменяется. Выяснилось, что температурная зависимость плотности системы при постоянной концентрации KOH является прямолинейной, а концентрационная зависимость при постоянной

температуре - криволинейной. При заданных технологических параметрах разработанная номограмма позволяет с достаточной точностью определить реологические параметры системы. Эксперименты и номограмма показывают, что в интервалах 20-100°C с повышением температуры плотность и вязкость растворов уменьшаются, а с увеличением концентрации гидроксида калия увеличиваются. В опытах изучены электропроводность, показатель преломления, температуры кристаллизации и кипения жидких фаз, образующихся в процессе экстракции. По мере увеличения концентрации растворов увеличиваются показатель преломления температура кристаллизации и кипения. Показатель преломления находится в диапазоне 1,3810-1,4747 n_D . Повышение температуры от 20 до 40°C увеличивает показателя преломления от 0,0010 до 0,0020 n_D , при соотношении $H_2O : C_2H_5OH = 50:50$ и 20:80 и температуре 40°C показатель преломления составляет 1,4030 и 1,4070 n_D соответственно. Экстракт полученный с использованием 96 %-ного этилового спирта и при температуре 80°C охлаждали до -21,8°C, при этом в результате осаждения кристаллов образуется суспензия с соотношением Ж : Т, равной 2 : 1. При использовании 80 %-ного спирта образуется твердая фаза в виде агломерата, а при использовании 90 %-ного спирта – ромбические кристаллы.

В интервале температур 60-80°C и соотношении $H_2O : C_2H_5OH$ в жидкой фазе 20-1 : 80-99 наблюдается максимальная растворимость гидроксида калия, Этиловый спирт легко регенерируется и полученный технический гидроксид калия перерабатывается в чистый продукт.

Для этого, после завершения процесса конверсии раствора карбоната калия известковым молоком в пульпу добавляется спирт и полученную суспензию разделяют на жидкую (спиртовый раствор КОН) и твердую (осадок $CaCO_3$) фазы. Перед экстракцией процесс конверсии проводили при низком расходе воды, то есть при интервалах соотношений $H_2O : K_2CO_3 : Ca(OH)_2 = (1-3) : 2 : 1$. Соотношение пульпа : спирт было примерно 0,25. Проведен химический анализ верхнего и нижнего слоев.

Оптимальный состав верхнего слоя следующий, (вес.%): 59,5-61,0 C_2H_5OH ; 27,5-33,0 КОН; 6,0-13 H_2O . При повышении температуры конверсии с 25 до 100°C, соотношение Т : Ж суспензии увеличивается с 1 : 5,3 до 1 : 3,3, а скорость фильтрации находится в пределах 197,5-250,1 $кг/м^2 \cdot час$. Температурная зависимость выхода K_2O в продукт составила всего 0,027%/°C. При одинаковых условиях с увеличением соотношения $H_2O : K_2CO_3 : Ca(OH)_2$ возрастает выход K_2O на 3-4%. Увеличение соотношения пульпа : спирт с 0,5 до 1 позволяет увеличивать в продукте выход K_2O с 54,0 до 62,5% и одновременно концентрацию продукта с 33,8 до 49,1%. Однако дальнейшее повышение соотношения нежелательно, так как выход K_2O практически не меняется. Максимальный выход K_2O наблюдается через 15 минут, а увеличение ведет к частичному его снижению. Оптимальными условиями процесса конверсии являются: температура не менее 95°C, соотношение $H_2O : K_2CO_3 : Ca(OH)_2 = (1,8-3) : 2 : 1$, длительность конверсии – 120 минут. Экстракцию следует провести при соотношении пульпа : спирт

= 1,0 - 2,0. В этом случае выход K_2O в продукт составляет 60%, а его концентрация 45%, к тому же получается чистый раствор гидроксида калия.

Результаты эксперимента показывают, что степень извлечения K_2O в раствор не превышает 60%, при этом первоначальные 40% K_2CO_3 остаются в составе шлама. Количество K_2O в шламе достигает в среднем 11,07% (16,23% K_2CO_3). Чтобы повысить коэффициент использования K_2CO_3 , изучен процесс промывки осадка при соотношениях Т : Ж = 1 : 1 и 1 : 2. Количество K_2O в оборотной воде меняли в диапазоне 0-20% (K_2CO_3). С увеличением количества K_2CO_3 в оборотной воде при соотношении Т : Ж = 1 : 1 концентрация K_2O в фильтрате увеличивается с 7,71 до 23,03%, т.е. разница количества K_2CO_3 в жидкой фазе составляет 11,3-13,77%.

Для второй стадии промывки использовали оборотную воду при соотношении Т : Ж = 1 : 1. Результаты опытов показали, что при 1 и 2-кратной промывке шлама остаточное содержание K_2O в осадке составляет 2,33 и 1,76%, а скорость промывки увеличивается до 78,95 и 84,10%, если соотношение Т : Ж повышается до 1 : 2, тогда степень промывки достигает 90,14 и 96,2%, соответственно. Следовательно, при двухстадийной промывке шлама при соотношении Т : Ж = 1 : 2 степень промывки становится выше 96%, поэтому концентрация раствора очень низка (3,81% K_2O).

В связи с этим применяется четырехкратная промывка при Ж:Т = 1:1, в результате получается раствор, содержащий не менее 10% K_2O . При этом степень промывки осадка - 91,87% (Т : Ж = 1 : 1) и 96% (Т : Ж = 1 : 2). Полученный химически осажденный мел предлагается применить для производства чистящих средств или в качестве строительного материала.

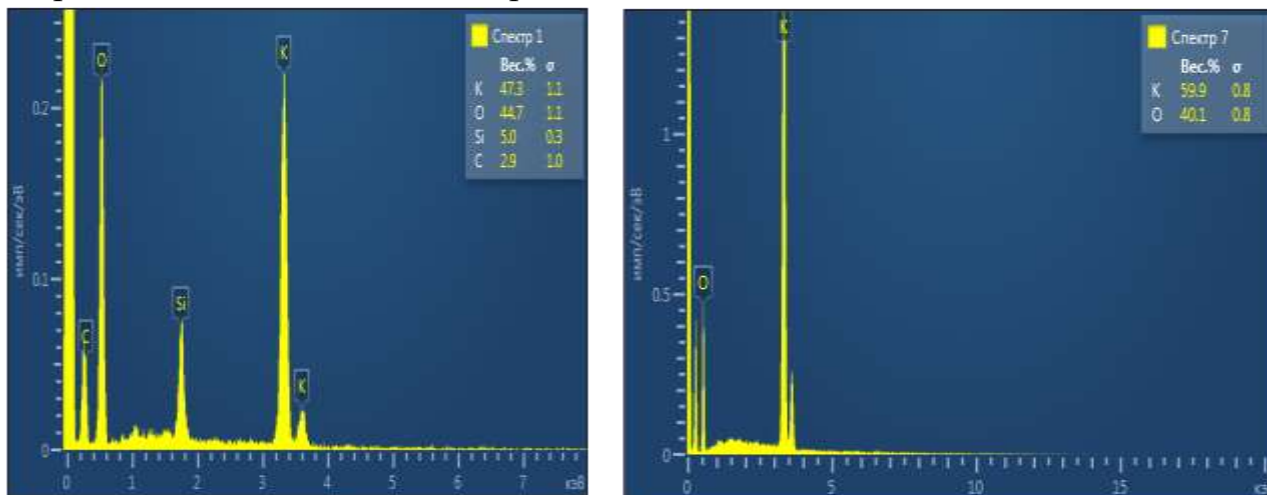
Вышеупомянутая зависимость сохраняется для спиртовой экстракции КОН из суспензии. В пределах параметров плотность и вязкость суспензии находятся при 0,870-1,185 г/см³ и 2,73-6,96 сПз, скорость фильтрации по твердой и жидким фазам 371-916,0 и 1023,1-1263,3 кг/м²·час соответственно.

Результаты исследований показали, что при конверсионном и экстракционном способе получают растворы гидроксида калия концентрацией 21,35 и 45,0%.

Изучение процесса упарки после фильтрации показало, что в пределах 20-40°C степень упарки возрастает с 32,86 до 46,00%; при этом плотность и вязкость растворов из менялись в пределах 1278-1,483 г/см³ и 5,23-13,79 сПз соответственно следовательно, упаренные растворы гидроксида калия обладают хорошими реологическими свойствами. При увеличении степени выпарки с 32,86 до 76,60% температуры кристаллизации и кипения растворов повышаются с -56,9 до +136°C и с 110 до 196°C соответственно. Повышение температуры до 136°C увеличивает степень испарения до 76,6% и раствор превращается в твердую массу. Спектральный анализ (рис. 4) показывает, что содержания углерода и кремния в образцах кристаллов составляют 10,19 и 0,76%, соответственно.

Результаты химического и физико-химического анализа (рис. 5) показали, что в результате выпарки растворов, полученных методом конверсии, образуется смесь, состоящая из $KOH \cdot nH_2O$ и небольших количеств K_2CO_3 , $CaCO_3$ и K_2SiO_4 . Последнее соединение это результаты

эксплуатации кварцевого реактора. Размеры кристаллов КОН находятся в диапазоне 106,2 и 541,7 мкм (рис. 5). Карбонат кальция, образующийся во время конверсии быстро осаждается из суспензии и легко фильтруется, а это позволяет рекомендовать стандартные конденсаторы и фильтрующие устройства с минимальной площадью рабочей поверхности. При низком давлении фильтрат легко испаряется до 50-80% и в образцах, полученных экстракционным способом, не обнаруживаются вещества, относящиеся углероду и кремнию (рис. 4). После процесса дистилляции получается гидроксид калия, отвечающий требованиям специального назначения.



Элемент	Вес.%	Сигма вес.%
С	2.94	1.01
О	44.75	1.12
Si	4.99	0.29
К	47.33	1.07
Сумма:	100.00	

Элемент	Вес.%	Сигма вес.%
О	40.12	0.81
К	59.88	0.81
Сумма:	100.00	

Рис. 4. Дисперсионный спектральный анализ образцов.

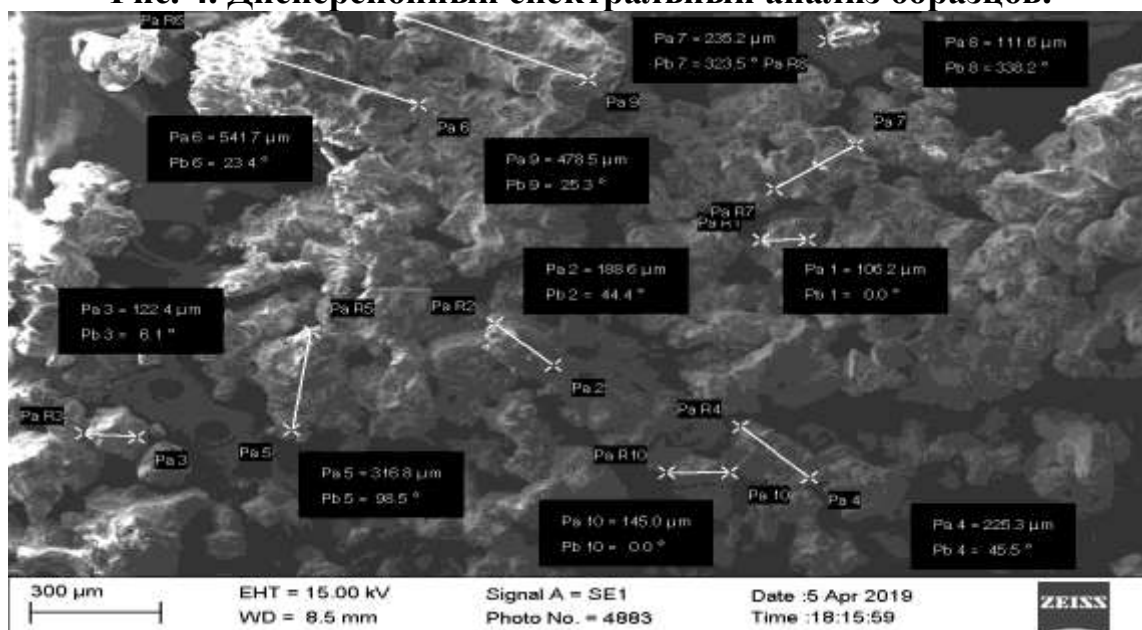


Рис. 5. Микроскопическое изображение осадков, образующихся при испарении растворов.

В четвертой главе диссертации «Разработка технологии получения гидроксида калия на основе поташа и известкового молока» приведены результаты по подбору оптимальных технологических параметров на модельной установке, описание выбранной технологической схемы, материальный баланс и технико-экономические расчёты производства гидроксида калия. На основе проведенных испытаний на модельной установке предложены два варианта получения гидроксида калия: 1) Конверсионный способ; 2) Метод экстракции.

Технология получения жидкого гидроксида калия методом конверсии состоит из следующих стадий:

- конверсия поташа известковым молоком;
- осаждение полученной суспензии и фильтрация;
- выпаривание осветленного раствора гидроксида калия и получение 45 %-ного раствора КОН;
- трехкратная промывка осадка карбоната кальция и возврат промывных вод в процесс конверсии.

Процесс конверсии карбоната калия известковым молоком проводили в реакторе при соотношении Ж:Т = 3:1, атмосферном давлении и температуре 90°C в течение 90 минут. В результате опытных испытаний выпущен 45 %-ный раствор гидроксида калия. Химический и физико-химический анализы показали, что в полученном продукте содержится не менее 45% гидроксида калия и очень малое количество ионов Ca^{+2} , CO_3^{2-} , а в полученном осадке содержится 97-98% CaCO_3 . Эти продукты соответствуют предъявляемым техническим требованиям.

Разработана технологическая схема производства гидроксида калия методом экстракции, которая включает следующие стадии (рис. 8):

- конверсия карбоната калия известковым молоком;
- экстракция КОН из известковой суспензии этиловым спиртом;
- осаждение образовавшейся суспензии и фильтрация сгущенной части;
- четырехкратная промывка осадка шлама и возврат промывных вод в процесс конверсии.
- ректификация этилового спирта и получение 45 %-ного раствора КОН;
- выпарка раствора, получение кристаллов $\text{KOH} \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{KOH}$ и их измельчение;
- кальцинация измельченного материала ($\text{KOH} \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{KOH}$) и получение твердого готового продукта с содержанием КОН не менее 98,5%.

Рассчитаны материальные балансы производства гидроксида калия двумя способами.

Для определения экономической целесообразности организации производства гидроксида калия на основе местного сырья выполнены технико-экономические расчеты на 1 тонну продукции. Результаты показывают, что с учетом затрат производства и сырьевых материалов себестоимость 1 тонны гидроксида калия для предложенной технологии по способу конверсии составляет 27989755 сумов, а по способу экстракции – 31013755 сумов.

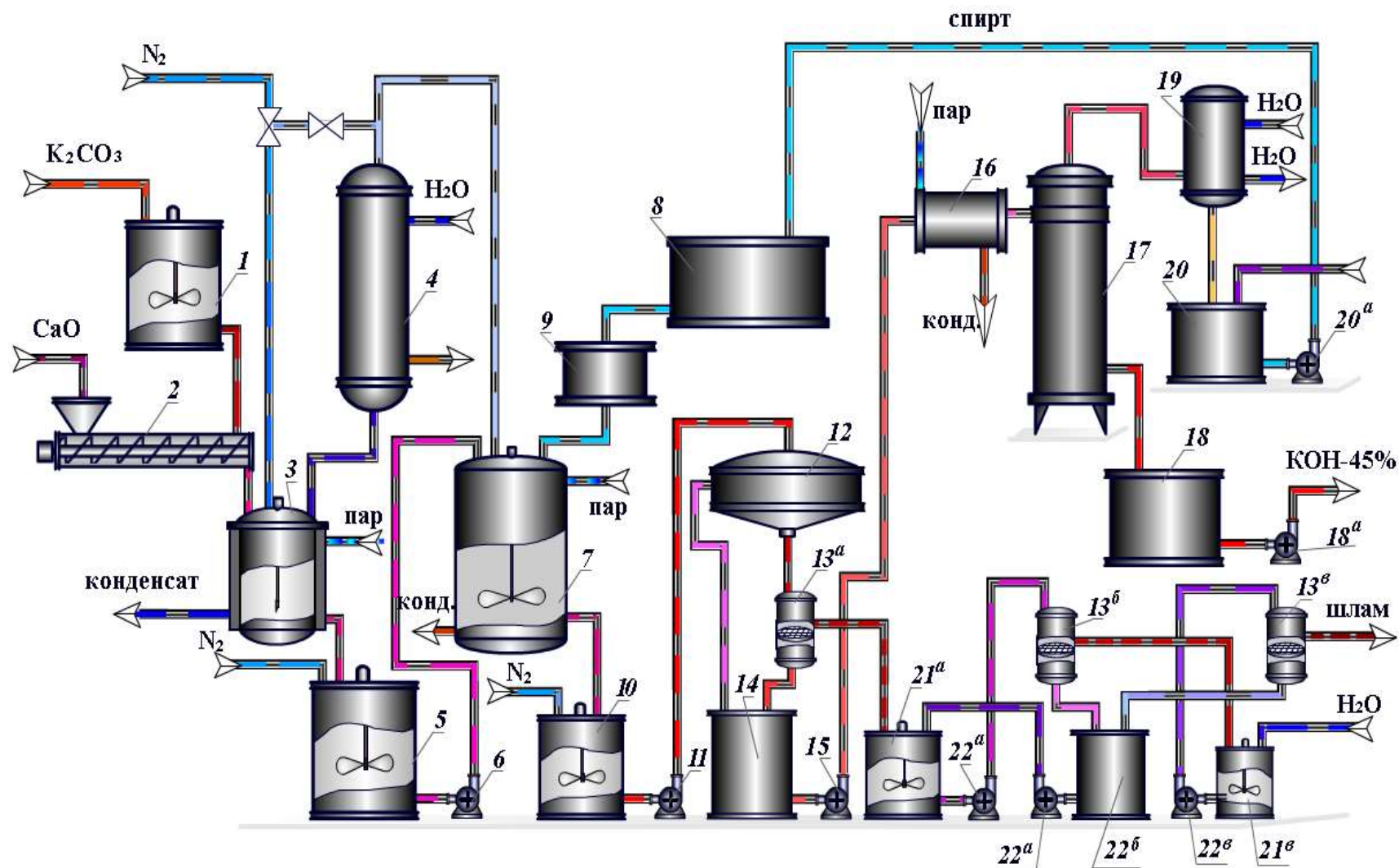


Рис. 6. Принципиальная технологическая схема спиртовой экстракции гидроксида калия из известковой суспензии:

1 – растворитель поташа; 2 – шнек-смеситель; 3 - реактор; 4 - конденсатор; 5 - сборник; 6 - насос; 7 - экстрактор; 8, 9 – сборники под давлением; 10 – сборник спиртовой суспензии; 11 - насос; 12 - отстойник; 13 (а, б, в) - фильтры; 14 - сборник экстракта гидроксида калия; 15 - насос; 16 - обогреватель; 17 - ректификационная колонна; 18 - сборник готовой продукции; 19 - конденсатор; 20 – сборник циркулирующего спирта; 21 (а, б, в) - насосы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. В результате проведенных исследований показана возможность получения продуктов, содержащих в своем составе не менее 98,5% КОН и 97-98% CaCO₃ путем конверсии поташа известковым молоком, фильтрацией получаемой суспензии, выпарки фильтрата, экстракцией гидроксида калия этиловым спиртом из известкового осадка.

2. Изучено взаимодействие компонентов в водной системе C₂H₅ОН-КОН-Н₂O при температурных интервалах -3÷(+80°С), с определением пределов изменения основных технологических параметров экстракции КОН этиловым спиртом из суспензии, образующихся в результате конверсии карбоната калия известковым молоком.

3. В результате исследований обоснованы оптимальные технологические параметры получения КОН методами конверсии и экстракции: на стадии конверсии соотношение H₂O : K₂CO₃ : Ca(OH)₂ = (1,8-3) : 2 : 1, температура - 95°С, продолжительность процесса - 120 минут; на стадии экстракции соотношение пульпа : спирт = 1,0 : 2,0, продолжительность процесса - 15-20 минут.

4. Изучением реологических свойств суспензий, образующихся после конверсии поташа и промывки осадков при 20-80°С установлено, что их без технологических затруднений можно транспортировать с использованием существующих средств передачи, а также разработана номограмма, позволяющая предварительно определить реологические характеристики жидких фаз на предприятиях, производящих КОН по разработанному способу.

5. После конверсии изучен процесс выпаривания 21,35 %-ного раствора гидроксида калия до концентрации 50-80% при низком давлении и определены электропроводность, показатель преломления, температура кристаллизации и кипения, а также реологические свойства концентрированных растворов, в результате показана, что с повышением концентрации раствора снижаются электропроводность и показатель преломления. При концентрации выше 55% показано возможность осаждения кристаллов КОН·2Н₂O и КОН·Н₂O, предназначенных для получения чешуйчатого КОН с низкими содержаниями примесей.

6. После дистилляции этилового спирта показана возможность получения химически чистого КОН и качественного мела, предназначенных для химических лабораторий, путем выпарки и кристаллизации раствора КОН, а также промывки и сушки осадка химически осажденного CaCO₃.

7. Рассчитан материальный баланс процесса и разработана технологическая схема производства гидроксида калия на АО «Дехканабадский калиевый завод» методами известковой конверсии и спиртовой экстракции. При производстве 20 000 тонн в год чешуичированного гидроксида калия экономическая эффективность составляет 140 млрд.сум, а для гидроксида калия реактивной марки 879 млрд.сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc. 02/30.12.2019.K/T. 35.01 AT INSTITUTE OF
GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

TURAQULOV BEHZOD BEGMATOVICH

**THEORETICAL FOUNDATIONS AND NON-WASTE TECHNOLOGY ON
PRODUCTION OF POTASSIUM HIDROXIDE BASED ON LOCAL
MATERIALS**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Tashkent – 2020

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2018.4.PhD/T866.

Dissertation was carried out at Tashkent Chemical-Technological Institute.

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

Research supervisors:	Kucharov Bakhrom Xayrievich doctor of technical science
Official opponents:	Jumaniyazov Makhsud Jabbiyevich doctor of technical sciences, professor Nurmurodov Tulkin Isamurodovich doctor of technical sciences, dotsent
Leading organization:	Fergana politechnical institute

The defense will take place "___" september 2020 at ___⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council No. DSc. 02/30.12.2019.K/T. 35.01 at Institute of General and Inorganic Chemistry (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60, fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Recourse Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under №13). 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 "___" september 2020 y.
(mailing report №_____ from "___" september 2020 y.).

Zakirov B.S.
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

Salikhanova D.S.
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

Abdurakhimov S.A.
Chairman of scientific seminar at scientific council on
awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is the development of theoretical foundations and waste-free technology for producing potassium hydroxide based on potassium carbonate, milk of lime and ethyl alcohol.

The object of the research is potash, milk of lime, ethyl alcohol, potassium hydroxide, suspension, water vapor, calcium carbonate.

The scientific novelty of dissertational research consists in the following:

the optimal conditions for the formation of a KOH solution and CaCO_3 precipitate as a result of the interaction of components during the treatment of potash with milk of lime were determined;

new data on the interaction of components in the water system $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} - \text{KOH} - \text{H}_2\text{O}$ at temperature ranges from -3 to $+ 80$ °C were obtained, the main technological parameters of the extraction of KOH with ethyl alcohol as a result of suspension formation using the conversion of potassium carbonate in milk of lime were substantiated;

determined the rheological properties of solutions formed in the process of evaporation of the filtrate under low pressure and at different temperatures and the conditions of crystallization of potassium hydroxide;

the possibility of obtaining chemically pure potassium hydroxide from a solution obtained after distillation of ethyl alcohol has been substantiated;

the conditions of washing and drying of the chemically precipitated sediment CaCO_3 were studied and the possibility of obtaining high-quality chalk was shown;

a waste-free technology for the production of solid flake potassium hydroxide by the method of lime conversion of potash and alcohol extraction of the suspension has been developed.

Implementation of the research results:

the technology of obtaining potassium hydroxide by alcohol extraction of potassium hydroxide from a suspension formed during the conversion of potassium carbonate with lime milk has been tested at the Dekhkanabad Potash Fertilizer Plant JSC. It is included in the list of promising developments of the enterprise (certificate of the "Uzkimyosanoat" JSC dated September 04, 2020 14-3441). As a result, the opportunity has been created to reduce imports of potassium hydroxide and provide chemical industry enterprises with potassium hydroxide;

the technology of obtaining chemically pure potassium hydroxide from a solution obtained after distillation of ethyl alcohol and chemically pure chalk by washing and drying the CaCO_3 precipitate was tested in industrial conditions at the Dekhkanabad Potash Fertilizer Plant JSC and included in the list of promising developments of the enterprise (reference of the Dekhkanabad Potash Plant JSC fertilizers "dated July 07, 2020 №. 01-021 / 2117). As a result, it becomes possible to obtain chemically pure potassium hydroxide and high-quality chalk, intended for use in chemical laboratories;

The structure and volume of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, the list of references, applications. The volume of the dissertation is 115 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, I part)

1. Туракулов Б.Б., Кучаров Б.Х., Эркаев А.У., Тоиров З.К., Реймов А.М. Усовершенствование производства гидроксида калия известковым способом. // Universum: технические науки. – Новосибирск, 2017. Выпуск: 10(43). – С. 20-25. (02.00.00, № 1)
2. Туракулов Б.Б., Эркаев А.У., Кучаров Б.Х., Тоиров З.К. Исследование процесса получения гидроксида калия известковым способом на основе местных сырьевых материалов. // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2019. - №2. – С. 9 -14. (02.00.00, № 6)
3. Туракулов Б.Б., Эркаев А.У., Кучаров Б.Х., Тоиров З.К., Искендеров А.М., Исследование реологических свойств и фильтруемости суспензии при получении гидроксида калия известковым способом. // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2019. - № 4–5. – С. 30-37. (02.00.00, № 10)
4. Turakulov B.B., Erkaev A.U., Kucharov B.X., Toirov Z.K. Physical-chemical and Technological Bases of Producing Pure Potassium Hydroxide in Combined Method. // International Journal of Advanced Science and Technology. – 2020. – Volume 29, Issue 6 pp. 1126-1134. Scopus.

II бўлим (II часть, II part)

5. Туракулов Б.Б., Кучаров Б.Х., Тоиров З.К., Эркаев А.У. Получение гидроксида калия методом каустификации. // Материалы IX-Международной научно-технической конференции: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 14-16 июня 2017 года. - С. 445.
6. Туракулов Б.Б., Эркаев А.У., Кучаров Б.Х., Тоиров З.К. Изучение процесса отделения шлама из суспензии при получении гидроксида калия известковым способом. // Материалы Международной научно-технической конференции: «Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса». - Навои, 22-23 ноября 2018 года. – С. 247 – 248.
7. Туракулов Б.Б., Эркаев А.У., Кучаров Б.Х., Тоиров З.К. Декантация твердой фазы суспензии производства гидроксида калия известковым способом на основе местных сырьевых материалов. // Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых «Инновационные материалы и технологии - 2019». - Минск, 09-11 января 2019 года. – С. 500-503.
8. Туракулов Б.Б., Эркаев А.У., Кучаров Б.Х., Тоиров З.К. Исследование некоторых физико-химических свойств растворов гидроксида калия. // Материалы I-Межд. научн.-прак. конфер. «Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях». – Фергана, 24-25 мая 2019 года. – Том 2. – С. 286-288.

9. Turakulov B.B., Erkayev A.U., Kucharov B.X., Toirov Z.K. Lime method for producing potassium hydroxide. // LVIII International correspondence scientific and practical conference «European research: Innovation in science, education and technology». - London, United Kingdom, December 8-9, 2019. – pp. 11-14.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журнали» таҳририятида таҳрирдан
ўтказилди.

Бичими 60x841/16.Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 79.

Гувоҳнома reestr № 10-3719
“Тошкент кимё технология институти” босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.