

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ВА
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
DSc 27.06.2017.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

БОБОҚУЛОВА ОЙГУЛ СОАТОВНА

**КАРАУМБЕТ ВА БОРСАКЕЛМАС КЎЛИ ХОМ АШЁЛАРИНИ ҚАЙТА
ИШЛАБ МАГНИЙ ОКСИД, ГИДРОКСИД ВА НАТРИЙ СУЛЬФАТ
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

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

Бобоқулова Ойгул Соатовна

Караумбет ва Борсакелмас кўли хом ашёларини қайта ишлаб магний оксид, гидроксид ва натрий сульфат олиш технологиясини ишлаб чиқиш..... 3

Бобоқулова Ойгул Соатовна

Разработка технологии переработки сырьевых ресурсов озер Караумбет и Барсакельмес на гидроксид, оксид магния и сульфат натрия 21

Bobokulova Oygul Soatovna

Development of technology for processing the raw resources of the lakes Karaumbet and Barsakelmes to hydroxide, magnesium oxide and sodium sulfate..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 43

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ВА
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
DSc 27.06.2017.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

БОБОҚУЛОВА ОЙГУЛ СОАТОВНА

**КАРАУМБЕТ ВА БОРСАКЕЛМАС КЎЛИ ХОМ АШЁЛАРИНИ ҚАЙТА
ИШЛАБ МАГНИЙ ОКСИД, ГИДРОКСИД ВА НАТРИЙ СУЛЬФАТ
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.2.PhD/Т167 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 ҳамда «Ziyonet» ахборот-таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:	Мирзакулов Холтура Чориевич техника фанлари доктори, профессор
Расмий опонентлар:	Сейтназаров Атаназар Рейпназарович техника фанлари доктори, катта илмий ходим Каипбергенов Атабек Тулепбергенович техника фанлари доктори
Етакчи ташкилот	Наманган муҳандислик-технологияси институти

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ва Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc 27.06.2017.К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «03» май 2018 йил соат 14⁰⁰ 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: ionxanguz@mail.ru).

Диссертацияси билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (13-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60).

Диссертация автореферати 2018 йил «21» апрел куни тарқатилди.
(2018 йил «21» апрел даги 13- рақамли реестр баённомаси).

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

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

Тухтаев С.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
қошидаги илмий семинар раиси, к.ф.д.
профессор, академик

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда илмий ҳажмдор ва нанотехнологиялар ривожланиши билан бир қаторда алоҳида тозалikka эга бўлган турли бирикмаларга талаб ҳам ортиб боради. Бу борада магний бирикмалари, хусусан магний оксид алоҳида ўрин тутади. Шу билан боғлиқ ҳолда ишлаб чиқаришнинг магний оксид, шунингдек магний гидроксидга талабини таъминлаш бутун дунё олимлари тадқиқотларининг асосий йўналиши ҳисобланади. Магний гидроксид нафақат магний оксид олиш учун хомашё ҳисобланади, балки маҳсулот ҳисобланиб, уни магнийнинг турли хил тузлари ва керакли бирикмаларига қайта ишлаш мумкин. Шунинг учун ишлаб чиқаришни юқори тозаликдаги магний гидроксид ва магний оксид билан таъминлаш илм-фан олдида турган устувор вазифалардан ҳисобланади.

Бугунги кунда жаҳонда мавжуд хомашё манбалари, тузли кўллар сувлари, денгиз сувлари, табиий чўкиндиларни ишлаб чиқаришга қамраб олган ҳолда тоза тузлар, магний оксид ва гидроксидлари олиш технологияларини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Рапалар ва қуруқ аралаш тузларни қайта ишлаш технологиясини яратишда қатор, жумладан, қуйидаги йўналишларда тегишли илмий ечимларни асослаш зарур: рапа ва қуруқ аралаш тузлардан магний хлориднинг йўлдош кўшимчалардан тозаланган тўйинган эритмаларини олиш, тозаланган эритмаларни магний оксид ва гидроксидга, қуруқ аралаш тузлардан ажратиб олинган мирабилитни юқори тозаликдаги натрий сульфатга қайта ишлашнинг самарадор усулларини ишлаб чиқиш, рапалардан магний оксид ва гидроксид, Тумрук кони мирабилитидан ва қуруқ аралаш тузлардан юқори тозаликдаги натрий сульфат олиш ва дистиллер суёқлигини утилизация қилишнинг самарали технологияларини яратиш ҳисобланади.

Республикамизда кенг миқёсдаги аниқ чора-тадбирларни амалга оширилиш натижасида магнийли хомашё манбаларини қайта ишлаш технологияларини ривожлантириш ва саноат ишлаб чиқаришини магнийли бирикмалар билан таъминлаш бўйича илмий-тадқиқотларнинг юқори натижаларига эришилди. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича 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» га қаратилган муҳим вазифалар белгиланган. Бу борада, жумладан Караумбет ва Борсакелмас кўлларининг рапалари ва Караумбетнинг қуруқ аралаш тузларидан магний оксид ва гидроксидлари, Тумрук кони мирабилитидан ва дистиллер суёқлигини утилизация қилиб тоза номақоб олиш технологияларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 4 мартдаги ПФ-4707-сонли «2015-2019 йилларда ишлаб чиқаришни таркибий ўзгартириш, модернизация ва диверсификация қилишни таъминлаш бўйича чора-

тадбирлар дастури тўғрисида»ги, 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармонлари, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сонли «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида» ги қарори ва мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга мазкур диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Илмий-техник ва патент адабиётларида магнийли хомашё манбаларини гидроксид, бишофит ва бошқа магний бирикмаларига қайта ишлаш бўйича катта ҳажмдаги илмий материаллар ва усуллар мавжуддир. Хлорид-сульфатли эритмаларни қайта ишлаш масалалари билан Курнаков Н.С., Валяшко М.Г., Лепешков И.Н., Бергман А.Г., Здановский А.Б., Денс-Литовский А.И., Хожамамедов А.В., Кульмаксимов А.Х., Мирзақулов Х.Ч., Тожиев Р.Р. ва бошқалар шуғулланишган.

Ҳар бир табиий минерал хомашё манбалари хилма-хил ва ўзига хос тавсиф ва таркибга эга бўлади, бир-биридан фарқланади. Бу эса ҳар бир турдаги хомашё учун қайта ишлашда иқтисодий самара берадиган алоҳида илмий ва технологик ёндошувни талаб этади. Жаҳон амалиётидаги маълум бўлган технологияларни Караумбет тузли қолдиқлари ҳамда Караумбет ва Борсакелмас рапаларини қайта ишлаш учун татбиқ этиб бўлмайдиган, чунки хомашё таркиби ва қўшимчалар миқдори бўйича кескин фарқ қилади.

Адабиётларда қуруқ аралаш тузлар ҳамда Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапаларининг таркиби, уларнинг захираси бўйича геолого-минералогик маълумотлар, натрий сульфат, натрий хлорид ва бишофит олиш мумкинлиги ҳақидаги маълумотлар мавжуд, лекин уларни комплекс қайта ишлашнинг илмий аспекти ва технологик масалаларига умуман эътибор қаратилмаган. Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапаларининг таҳлилига асосан натрий хлорид ва магний хлориднинг нисбатан тўйинган эритмасини олиш учун буғлатадиган ҳавзалар миқдори ва сони ҳисоблаб чиқилган. Лекин, олинандиган эритмани магний оксид ва гидроксидга қайта ишлаш бўйича маълумотлар мавжуд эмас.

Адабиёт манбаларида аралаш тузлар эритмаларини йўлдош туз ва аралашмалардан тозалаш, эритмани сульфатлардан тозалаш учун «Қўнғирот сода заводи» УК дистиллер суюқлигидан фойдаланиш бўйича маълумотлар умуман келтирилмаган, қуруқ аралаш тузлардан магний оксид ва гидроксид ҳамда юқори тозаликдаги натрий сульфат олиш жараёни ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-

тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг илмий тадқиқот режасининг А-6-274. «Қорақалпоғистон Республикаси Караумбет кўли рапасини комплекс қайта ишлаш» (2006-2008 йй.), А12-ФК-0-13976 «Тумрук кони мирабилитидан натрий сульфат ишлаб чиқаришни тажриба-саноатда ўзлаштириш ва самарали технологиясини яратиш» (2013-2015 йй.) мавзуларидаги амалий лойиҳалар ва ИД-2-003. «Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапаларидан натрий хлорид, натрий сульфат, магний хлорид ва магний оксид ишлаб чиқаришни тажриба-синовларини ўзлаштириш» (2009-2010 йй.) ҳамда И-2015-7-3 «Тумрук кони мирабилити асосида натрий сульфат ишлаб чиқариш технологиясини жорий этиш» (2015-2016 йй.) мавзуларидаги инновация тадқиқотлари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапалари ва Караумбет куруқ аралаш тузларини магний оксид ва гидроксидга, Тумрук кони мирабилитини олий навли натрий сульфатга, сода ишлаб чиқариш чиқиндисини – дистиллер суюқлигини утилизация қилиб комплекс қайта ишлаш технологияларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқот вазифалари:

рапа, куруқ аралаш тузлар, мирабилит ва дистиллер суюқлигини кимёвий ва тузли таркибинини ўрганиш;

Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапаларидан магний гидроксидни натрий ва калций гидроксид билан чўктириш усули билан олиш жараёнини тадқиқ қилиш;

Караумбет куруқ аралаш тузларини сувда эритиш жараёнларини ўрганиш, мирабилит ажратиш олиш мақбул технологик параметрларини аниқлаш;

Караумбет куруқ аралаш тузлари эритмаларини дистиллер суюқлиги билан сульфатлардан тозалаш жараёнини тадқиқ қилиш;

магний гидроксидни дастлабки тозалаш, чўктириш, ажратиш олиш, куритиш ва магний оксид олиш жараёнларини тадқиқ қилиш;

Тумрук кони мирабилитини юқори тозаликдаги натрий сульфатга қайта ишлаш жараёнини тадқиқ қилиш;

дистиллер суюқлигини натрий сульфат, рапа ва куруқ аралаш туз билан тозалаш жараёнини тадқиқ қилиш;

рапа ва куруқ аралаш тузлардан магний оксид ва гидроксид, Тумрук кони мирабилитидан натрий сульфат ишлаб чиқаришни, дистиллер суюқлигини тозалашнинг технологик схемаларини яратиш, моддий балансини тузиш, дастлабки техник-иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш;

ишлаб чиқилган рапа ва Караумбет куруқ аралаш тузларни қайта ишлаб магний гидроксид ва оксид, Тумрук кони мирабилитидан олий навли натрий сульфат олишнинг, дистиллер суюқлигини тажриба-саноат ва саноат шароитида тозалашнинг комплекс технологиясини апробациядан ўтказиш.

Тадқиқотнинг объекти Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапалари, Караумбет куруқ аралаш тузи, Тумрук кони мирабилити, сода заводи

чиқиндиси - дистиллер суюқлиги, натрий сульфат, каустик ва кальцинирланган сода, кальций сульфат, галит, магний оксиди ва гидроксиди ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети магний оксид ва гидроксид ҳамда юқори тозаликдаги натрий сульфат олиш технологиялари, қуруқ аралаш тузлар эритмаларини йўлдош қўшимчалардан ва дистиллер суюқлигини кальцийдан тозалаш жараёнлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Кимёвий, физик-кимёвий, рентгенографик, ИК-спектроскопия, термографик таҳлил усуллардан фойдаланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

илк бора бир пайтнинг ўзида сода ишлаб чиқариш чиқиндиси – дистиллер суюқлигини утилизациялаш йўли билан Караумбет кўли қуруқ аралаш тузларини магний оксид ва гидроксид ҳамда натрий сульфатга комплекс қайта ишлаш усули ишлаб чиқилган;

Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапалари, Караумбет қуруқ аралаш тузларини магний оксид ва гидроксидга, Тумрук кони мирабилитини натрий сульфатга, номакоб олиш билан калцинацияланган сода саноатига яроқли дистиллер суюқлигини тозалаш комплекс қайта ишлашни усуллари яратилган;

Караумбет қуруқ аралаш тузларидан тоза эритмалар олиш, тозаланган рапа ва қуруқ аралаш туз эритмаларидан натрий ва кальций гидроксиддан фойдаланиб магний гидроксид ва оксид олишнинг оптимал технологик параметрлари аниқланган;

тайёр маҳсулот натрий сульфатни Тумрук кони мирабилитидан юқори унумда олиниши аниқланган;

Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапалари ва Караумбет қуруқ аралаш тузларидан магний оксид ва гидроксид, Тумрук кони мирабилити ва ажратилган қуруқ аралаш тузларини юқори тозаликдаги натрий сульфатга қайта ишлаш, натрий хлорид эритмаси олиш билан дистиллер суюқлигини тозалашнинг технологиялари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

магний оксид ва гидроксид ҳамда натрий сульфат ишлаб чиқаришга маҳаллий хомашё сифатида Караумбет ва Борсакелмас конларининг рапалари ва қуруқ аралаш тузларини қамраб олиш мумкинлиги очиб берилган;

Караумбет ва Борсакелмас конлари тозаланган рапалари ва қуруқ аралаш тузларини бир пайтнинг ўзида йўлдош маҳсулотлар – гипс, бўр, мирабилит олиш билан магний оксид ва гидроксидга қайта ишлашнинг илмий асосланган, комплекс ва самарадор технологияси ишлаб чиқилган;

қуруқ аралаш тузлардан ажратиб олинган мирабилит ва Тумрук кони табиий мирабилитини юқори тозаликдаги натрий сульфатга қайта ишлаш технологияси яратилган;

«Farg'onaazot» АЖда Караумбет ва Борсакелмас кўли рапаларини магний оксид ва гидроксидга қайта ишлаш технологияси синовдан

ўтказилди;

«Сульфат натрий» МЧЖ ҚК юқори тозаликдаги натрий сульфат олиш технологияси татбиқ этилди.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Фойдаланилган кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил натижалари тажриба-саноат ва саноат қурилмаларида синовдан ўтказилганлиги билан тасдиқланди.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти мамлакат иқтисодиёти учун зарур бўлган импорт ўрнини босадиган кимёвий маҳсулотлар – магний оксид ва гидроксид ҳамда олий навли натрий сульфат ишлаб чиқаришга Караумбет ва Борсакелмас конлари рапалари ва қуруқ аралаш тузларни қамраб олиш учун асос яратилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Караумбет ва Борсакелмас конлари рапалари ва қуруқ аралаш тузларини комплекс қайта ишлаш технологиясини яратилганлиги, натрий сульфат олиш технологиясини такомиллаштирилганлиги ва сода ишлаб чиқариш чиқиндиси – дистиллер суюқлигини утилизацияланиши билан аниқланади. Рапа тозаланган эритмалари ва қуруқ аралаш тузлардан натрий ва кальций гидроксидлари билан нейтралзация қилиб магний гидроксид олиш мумкинлиги аниқланди.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапаларини ва Караумбет қуруқ аралаш тузларни магний оксид ва гидроксид ҳамда Тумрук кони мирабилитини юқори квалификациядаги натрий сульфатга комплекс қайта ишлаш технологиясини яратиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

таркибида натрий ва магнийнинг хлорид ва сульфатлари бўлган табиий номакобни қайта ишлаш усулига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг ихтирога патенти олинган (№ IAP 04526). Натижада рапалар ҳамда қуруқ аралаш тузлар сульфат-хлоридли эритмаларидан натрий ва кальций гидроксидлари билан чўктириш орқали магний гидроксид олиш имконини берган;

Караумбет ва Борсакелмас кўллалари тозаланган рапалари, қуруқ аралаш тузлардан магний оксид ва гидроксид олиш технологияси «Farg'onaazot» АЖда амалиётга жорий этилган (“Ўзкимёсаноат” акционерлик жамиятининг 2018 йил 6 апрелдаги № 03-351/А сонли маълумотномаси). Натижада сульфат-хлорид эритмасидан магний гидроксиднинг ҳосил бўлиш даражаси натрий гидроксид иштирокида 98,2% дан кам бўлмаган, ҳамда кальций гидроксид иштирокида 95% дан кам бўлмаган магний гидроксид ҳосил бўлиш имконини берган;

Тумрук кони табиий мирабилитидан ва қуруқ аралаш тузлардан ажратиб олинган мирабилитдан юқори унум билан чиқадиган маҳсулот олий навли натрий сульфат олиш технологияси «Сульфат натрий» МЧЖ ҚКда амалиётга жорий этилган (“Ўзкимёсаноат” акционерлик жамиятининг 2018 йил 6 апрелдаги № 03-351/А сонли маълумотномаси). Натижада импорт ўрнини босувчи ва экспортбоп кимёвий маҳсулот олиш, саноатни қимматбаҳо

кимёвий хомашё билан таъминлаш, валюта захирасини тежаш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 15 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 24 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 6 та мақола, жумладан 2 таси республика ва 4 таси хорижий журналларда нашр этилган ва 1 та ЎЗР Давлат патенти олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган. Диссертация ҳажми 112 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари тавсифланган, ҳимояга олиб чиқилган асосий натижалар бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Магний бирикмалари ишлаб чиқариш ва кўлланилиш соҳасининг ҳозирги замондаги ҳолати**» деб номланган биринчи боби адабиётлар шарҳи ҳисобланади, магний бирикмалари табиий хомашё ресурсларининг тавсифи, хомашё базасидан фойдаланишнинг ҳозирги пайтдаги ва келажакдаги ҳолати келтирилган. Магний оксид ва гидроксид ҳамда натрий сульфат олиш масалаларига бағишланган илмий ишлар ва патент материаллари кўриб чиқилган.

Чоп этилган илмий ишлар таҳлиллари асосида мазкур ишнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган.

Кўйилган мақсадга эришиш учун ишда бошланғич хомашё сифатида Караумбет қуруқ аралаш тузлари, Караумбет ва Борсакелмас кўлларининг тозаланган рапалари ва «Қўнғирот сода заводи» УК дистиллер суюқлигидан фойдаланилди.

Диссертациянинг «**Тадқиқотнинг кимёвий ва физик-кимёвий усуллари**» деб номланган иккинчи боби ишда фойдаланилган бошланғич хомашё манбалари, тадқиқотни ўтказиш усуллари ва кимёвий таҳлиллар услубларига бағишланган.

Диссертациянинг «**Караумбет ва Борсакелмас рапаларидан ва Караумбет қуруқ аралаш тузлардан магний оксид ва гидроксид олиш жараёнларининг тадқиқи**» деб номланган учинчи боби магний тузлари конларининг геолого-минералогик тавсифи, уларнинг захирасига бағишланган. Караумбет кўлининг саноат ишлаб чиқаришига тааллуқли захирасларини галитли ва қуруқ аралаш тузлар ташкил этади. Қуруқ аралаш тузлар 754 минг т натрий хлорид, 2452 минг т натрий сульфат, 613 минг т магний хлориддан иборат. Кристаллараро рапалар захираси 1506,3 минг

тоннани, ундан 504,07 минг тоннаси галитли тузларга ва 1002,23 минг тоннаси магний хлорид ва сульфат тузлари аралашмасига тўғри келади. Караумбет рапаси ва куруқ аралаш тузлардаги магний хлориднинг умумий захираси 700 минг тоннани ташкил этади.

Борсакелмас ва Караумбет кўли рапаси таркибида магний хлоридни умумий захираси 3,5 млн. тоннадан кўпроқни ёки магний оксиди ҳисобида Борсакельмас кўли рапаси таркибида 1,1 млн. т ва Караумбет кўли рапаси таркибида эса 300 минг тоннадан кўпроқни ташкил этади.

Тадқиқот учун таркибида (оғ. %): NaSO_4 – 60,69; NaCl – 18,81; MgCl_2 – 15,30; MgSO_4 – 0,42; CaCl_2 – 0,31; э.қ – 3,98; қолгани H_2O бўлган куруқ аралаш тузлар намуналари олинди, уларнинг таркиби 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Караумбет ва Борсакелмас кўллари бошланғич рапалари ҳамда дистиллер суюқлигининг кимёвий ва тузли таркиби

Номланиши	Кимёвий таркиби, оғ. %					Тузли таркиби, оғ. %			
	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	MgCl_2	NaCl	CaCl_2	MgSO_4
Караумбет рапаси	8,08	3,15	0,018	17,67	5,41	6,98	20,55	0,05	6,78
Борсакелмас рапаси	10,25	1,33	0,011	18,13	2,13	4,09	23,08	0,03	2,67
Дистиллер суюқлиги	2,18	0,007	3,03	8,74	0,03	0,028	5,54	8,41	0,04

Магний гидроксид олиш бўйича тадқиқотлар 25°C ҳароратада, 10 минут давомида мунтазам аралаштириб турган ва 120 минут давомида тинч қолдирилган ҳолда натрий ва кальций гидроксидлари билан Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапаларини сульфат ва кальций қўшимчаларидан олдиндан тозаланган эритмаларида ўтказилди. Магний гидроксид ҳосил бўлишига натрий ва кальций гидроксидларининг меъёри 95 дан 110% чегарасида олинди.

Магний гидроксидни чўктириш учун керак бўладиган натрий ва кальций гидроксидларининг оптимал меъёри стехиометрияга нисбатан 100-105% ҳисобланади. Бунда магнийнинг чўкиши натрий гидроксид билан чўктирилганда 98,16-99,41% ни ва кальций гидроксид билан чўктирилганда 97,11-98,15% ни ташкил этади. Натрий ва кальций гидроксидлари меъёрининг 100% дан камайиши магний гидроксид чўкиш даражасининг 72,14-75,12% гача камайишига олиб келади (2-жадвал).

Натрий гидроксид меъёри ортиши билан эритма бўйича ҳам, чўкма бўйича ҳам филтрлаш тезлиги ортади ва 25°C ҳароратда натрий гидроксид меъёри 105% бўлганда эритма ва чўкма бўйича мувофиқ ҳолда 725,21 ва 75,80 $\text{кг}/\text{м}^2\cdot\text{с}$ ни ташкил этади. Эритма ва куруқ қолдиқ бўйича филтрлаш тезлиги 20°C ҳароратда 625-725 $\text{кг}/\text{м}^2\cdot\text{с}$ ва 40-60 $\text{кг}/\text{м}^2\cdot\text{с}$ ни ҳамда 60°C ҳароратда 1700-1900 ва 180-222 $\text{кг}/\text{м}^2\cdot\text{с}$ ни ташкил этади.

Центрифугалашда фазаларни ажратиш етарлича тез содир бўлади. Нисбатан жадал центрифугалаш дастлабки 6 минутда содир бўлади. Бунда 6 минутдан сўнг С:Қ 1:8 ни, чўкиш даражаси эса бошланғичга нисбатан 91,86% ни, мувофиқ ҳолда 10 минутдан сўнг 1:2 ёки 95,66%, 15 минутдан сўнг 1:1 ёки 97,15% ни ташкил этади.

Караумбет куруқ аралаш тузларини қайта ишлашнинг мувофиқ технологияси бўлмаганлиги ва уларни ишлаб чиқаришга камраб олиш мақсадида улар таркиби ва эрувчанлигини аниқлаш ҳамда уларни магний оксид ва гидроксидга қайта ишлаш бўйича тадқиқот ўтказилди.

2 жадвал

Магний гидроксидни чўкиш даражаси ва суюқ фаза таркибига натрий ва калций меёрини таъсири

Меъёр, %	Суюқ фаза таркиби, масс. %					Чўкиш даражаси, Mg(OH) ₂ , %
	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	
NaOH билан чўктирилганда						
95	9,73	0,37	0,57	15,88	0,18	75,12
100	10,04	0,37	0,04	16,03	0,18	98,16
105	10,23	0,37	0,01	15,98	0,18	99,41
110	10,42	0,37	0,01	15,92	0,18	99,53
Ca(OH) ₂ билан чўктирилганда						
95	5,56	4,03	0,64	15,94	0,18	72,14
100	5,62	4,26	0,07	16,11	0,17	97,11
105	5,61	4,44	0,04	16,06	0,16	98,15
110	5,59	4,62	0,03	16,01	0,14	98,87

Куруқ аралаш тузнинг максимал эрувчанлиги Қ:С=1:(3-4) да 93,02% ни ташкил этади. Бинобарин, тўйинган эритма олиш учун С:Қ=1:3, ҳароратни 25°C ва жараён давомийлигини 30 минутда ушлаб туриш керак.

Жараён давомийлигининг таъсири бўйича тадқиқот шуни кўрсатадики, 5 минутдан сўнг эриш даражаси 96,33% га, 15 минутдан кейин эса 96,65% га етади, бу куруқ аралаш тузнинг эриши учун 15 минут етарлигини кўрсатади.

Куруқ аралаш туз таркибида 50% дан зиёд мирабилит бўлади. Натрий сульфат миқдорини камайтириш учун тўйинган эритмалар совутилди. +5 ÷ -5°C гача совутилганда натрий сульфат миқдори 15,48% дан 2,23-2,82 % гача камаяди. Қолган компонентлар миқдори ортади. Магний хлорид миқдори 5,54-5,64 % ни ташкил этади. Натрий сульфат ажратилгандан сўнг эритмадаги сульфатларнинг қолдиқ тарзидаги миқдори катта бўлади, уни сульфат ионларидан қўшимча тозалаш сода ишлаб чиқариш чиқиндиси – дистиллер суюқлиги билан амалга оширилди. Сульфатсизлантириш эритмадаги SO₄²⁻ га мувофиқ кальций бўйича дистиллер суюқлиги билан 95, 100, 102 ва 105% меъёр, 25°C ҳарорат ва 30 минутлик сульфатсизлантириш давомийлигида ўтказилди (3-жадвал).

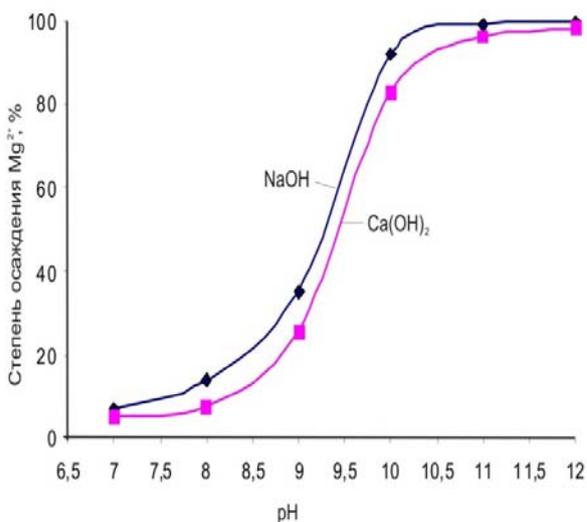
Бунда 100-105% меъёрада SO_4^{2-} миқдори 1,75% дан 0,22-0,24% гача камаяди. Натрий сульфат дистиллер суюқлигининг кальций хлориди билан таъсирлашиб натрий хлорид ва кальций сульфат ҳосил қилади. Натрий хлорид миқдори 8,74-8,84% гача, магний хлорид миқдори эса 3,39-3,46% гача ортади. Дистиллер суюқлигининг меъёри 100-105% бўлганда эритмада натрий сульфат бўлмайди ва озгина миқдорда кальций хлорид пайдо бўлади. Кальций сульфат миқдори 0,31-0,34% ни ташкил этади, бу унинг сувли эритмалардаги эрувчанлигига мувофиқ келади. Сульфатсизлантириш учун дистиллер суюқлигининг оптимал меъёри 100-105% ҳисобланади.

3-жадвал

Қуруқ аралаш тузлар эритмаларининг кимёвий таркиби ва сульфатсизлантириш даражасига дистиллер суюқлиги меъёрининг таъсири

Дист. суюқл. меъ-ёри, %	Суюқ фаза кимёвий таркиби, оғ. %					Суюқ фаза тузли таркиби, оғ. %				Сульфатсизланиш даражаси, %
	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	NaCl	CaSO ₄	
95	3,72	0,90	0,11	8,08	0,61	0,54	3,52	8,99	0,33	65,14
100	3,46	0,88	0,11	7,94	0,24	-	3,46	8,84	0,34	86,29
102	3,45	0,87	0,14	7,90	0,23	-	3,43	8,80	0,32	86,86
105	3,44	0,86	0,19	7,83	0,22	-	3,39	8,74	0,31	87,43

Саноат ишлаб чиқариш шароитида магний гидроксид олишда натрий ва кальций гидроксидлари сарф меъёрини рН бўйича назорат қилиш осонроқдир. Шунинг учун натрий ва кальций гидроксидлари билан ҚАТ эритмаларидан магний гидроксидни чўктиришда чўкиш даражасига рН муҳитининг таъсири ўрганилди (1-расм).



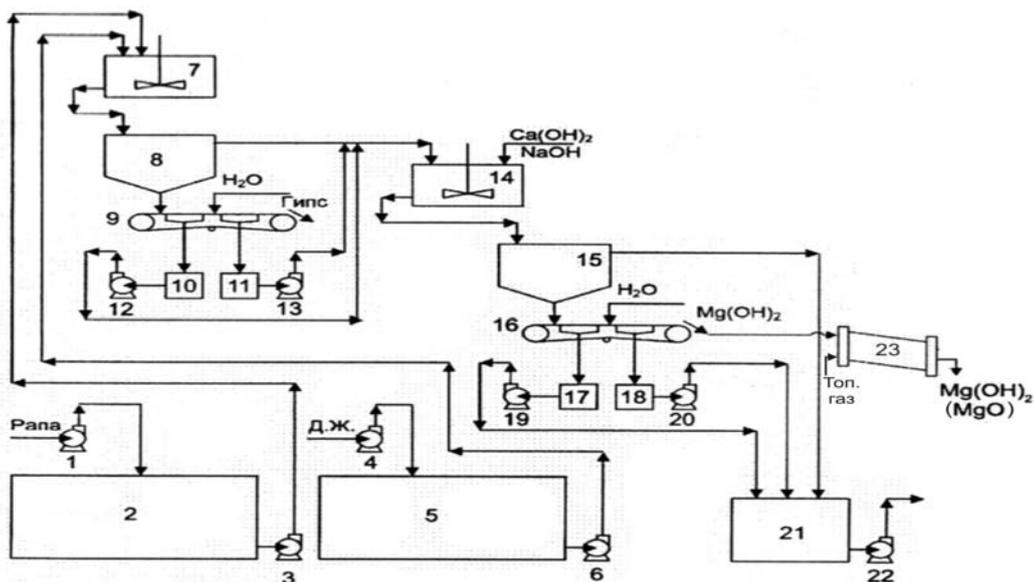
1-расм. Магний гидроксид чўкиш даражасига рН муҳитининг таъсири.

1-расмдан кўринадики, рН муҳити 8 гача ортганда чўкмага тушадиган магний миқдори 10-12% дан ортмайди. рН 10 дан ортганда бошланғич миқдорига нисбатан 95% дан кўп магний чўкмага ўтади. Магний гидроксидининг максимал чўкиш даражаси рН 10-11 чегарасида кузатилади.

Шундай қилиб, магний гидроксид олишда натрий ва кальций гидроксидларининг оптимал меъёри стехиометрик миқдорга нисбатан 100-105% ёки рН муҳити 10,5-11 ҳисобланади. Бунда таркибида Mg^{2+} –31,31%, Cl^-

– 3,52%, SO_4^{2-} – 0,04%, H_2O – 19,98% бўлган магний гидроксид ҳосил бўлади. Магний гидроксиддан магний оксид олиш 400-800°C ҳароратда ва куйдириш жараёнининг 15-180 минут давомийлигида ўтказилди. Куйдириш ҳарорати 400°C дан 800°C га оширилганда 1 соат давомида магний оксид миқдори магний гидроксидда 56% дан 93,10% гача ортади. Куйдириш жараёни давомийлигининг узайтирилиши магний оксид миқдорининг ортисига олиб келади. Магний оксид олиш оптимал меъёри 700-800°C ҳарорат ва куйдириш давомийлиги 2 соатдан кам бўлмаган вақт ҳисобланади.

Олинган тадқиқот натижалари асосида кальций сульфат дигидратини йўлдош аралашмалардан ажратиб олиш орқали сульфатсизлантириш йўли билан натрий сульфат ажратилгандан сўнг рапалар ва куруқ аралаш тузлардан магний оксид ва гидроксид олишнинг принципиал технологик схемаси ишлаб чиқилди (2-расм).



2-расм. Магний гидроксид ишлаб чиқаришнинг принципиал технологик схемаси.

Саноат ишлаб чиқариш шароитига мослаштирилган модел қурилмада Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапаларидан магний гидроксид ишлаб чиқариш бўйича яратилган технология «Farg'onaazot» АЖда синовдан ўтказилди. Тадқиқот учун таркибида (оғ. %): NaCl – 18,81; MgCl_2 – 7,10; MgSO_4 – 4,08; CaCl_2 – 0,024 бўлган рапа ва таркибида (оғ. %): CaCl_2 – 10,82; NaCl – 5,54; CaSO_4 – 0,08; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – 0,11 бўлган «Қўнғирот сода заводи» УК дистиллер суюқлиги ишлатилди.

Диссертациянинг «Олий навли натрий сульфат олиш жараёнининг тадқиқи» деб номланган тўртинчи бобида куруқ аралаш тузлардан олинган мирабилит ва Гумрук кони мирабилитидан олий навли натрий сульфат олиш бўйича тадқиқот натижалари келтирилган.

Илмий-техник тараққиёт ва янги тармоқларнинг ривожланиши натрий сульфат сифатига бўлган талабни оширди. Буни таркибидаги қўшимчалар, хусусан, темир, кальций, хлорнинг синтетик ювувчи воситалар ва махсус

турдаги қоғозлар сифатини кескин пасайтириши билан изоҳланади. Ҳозирги пайтда табиий мирабилитдан чекланган миқдорда ишлаб чиқарилаётган натрий сульфат сифати белгиланган талабга жавоб бермайди.

Қараумбет қуруқ аралаш тузлари эритмаларидан мирабилит кристаллантирилганда эритманинг ҳар бир тоннасидан 200 кг гача мирабилит ажаратиб олинади. Натрий сульфат унуми бошланғич эритмадаги миқдорнинг 81,58-85,43% ни ташкил этади. Қуруқ аралаш тузлар эритмаларидан ажратиб олинган мирабилит Тумрук кони табиий хомашёсига нисбатан анча тоза бўлади.

Мирабилитдан натрий сульфат олиш сифати ва унумини ошириш ҳамда жараёни жадаллаштириш мақсадида қолдиқ айланма эритмани биринчи босқич буғлатилгандан сўнг мирабилит эритиш жараёнига қайтарилди. Лекин, мирабилит эришининг 3-4 циклидан ва натрий сульфат эритмасини буғлатилгандан сўнг қолдиқ эритмадаги қўшимчалар миқдори кескин ортади, улар кейинчалик натрий сульфатни ифлослантиради (4-жадвал).

Тадқиқот учун Тумрук кони мирабилитини сув билан натрий сульфатни ажратиш босқичидаги қолдиқ эритма иштирокида эритилишидан олинган натрий сульфатнинг тўйинган эритмаси ишлатилди. Буғлатишга бериладиган эритма таркибида (оғ. %): Na_2SO_4 – 30,81; MgSO_4 – 0,68; NaCl - 0,38; CaSO_4 – 0,08 бўлади.

4-жадвал

Суюқ фаза кимёвий таркибининг буғлатишдан сўнг қолдиқ эритманинг ишлатиш такрорийлигига боғлиқликда ўзгариши

№	Қолдиқ эритманинг ишлатиш такрорийлиги	Суюқ фаза кимёвий таркиби, оғ. %					Суюқ фаза тузли таркиби, оғ. %			
		Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	Na_2SO_4	MgCl_2	NaCl	CaSO_4
1	Бошланғич	10,10	0,14	0,023	0,19	20,89	30,81	0,68	0,31	0,08
2	Бир қарра	10,12	0,20	0,026	0,31	20,77	30,63	0,98	0,51	0,09
3	Икки қарра	10,10	0,23	0,030	0,37	20,66	30,45	1,13	0,61	0,10
4	Уч қарра	10,08	0,25	0,030	0,41	20,54	30,27	1,24	0,68	0,10
5	Тўрт қарра	10,02	0,27	0,036	0,44	20,42	30,08	1,33	0,73	0,11

Натрий гидроксид ва карбонат эритма тарзида тўртинчи циклдан сўнг буғлатиш босқичидан қайтган қолдиқ эритма билан бир пайтнинг ўзида мирабилитни эритиш босқичига киритилади.

Магний гидроксид ва натрий карбонатни чўкиш жараёнини жадаллаштириш учун 0,1% ли полиакриамид эритмаси ишлатилди. Тўртинчи циклдан сўнг натрий сульфатнинг тўйинган эритмаси таркибида (оғ. %): Na_2SO_4 – 30,08; MgSO_4 – 1,33; NaCl - 0,73; CaSO_4 -0,11 бўлади.

Чўкма ажратилгандан сўнг магний гидроксид ҳосил бўлишига натрий гидроксиднинг 100% меъёрида суюқ фаза таркибига $\text{Ca}:\text{CO}_3$ нисбатининг таъсири 5-жадвалда келтирилган.

Кальций карбонат ва магний гидроксид чўкиши натижасида амалда кальций ва магний тузлари бўлмаган эритма олинади. Агар $\text{Ca}:\text{CO}_3 = 1:0,90$

моль нисбатида озгина микдорда эриган кальций сульфат сақланса, 1:1 ва 1:1,05 нисбатида у бўлмайди.

Кальций карбонат ва магний гидроксид чўкиши жуда тез содир бўлади ва 20-25 минутдан сўнг эритманинг тинилиш даражаси 80-85% га етади. Вакуум қурилмасида қуйилтирилган чўкманинг филтрланиш тезлиги 400 мм. сим. уст. босимда 82 кг/м²·соат дан ортмайди. Чўкмани ажратишни центрифугада ўтказиш мақсадга мувофиқдир.

5-жадвал

Натрий гидроксиднинг 100% меъёрида суюқ фаза кимёвий таркибига Са:СО₃ моль нисбатининг таъсири

№	Са:СО ₃	Суюқ фаза кимёвий таркиби, оғ. %					Суюқ фаза тузли таркиби, оғ. %			
		Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄	NaCl	CaSO ₄
1	-	10,02	0,33	0,032	0,44	21,39	30,08	1,33	0,73	0,11
2	1:0,90	10,15	-	0,003	0,43	20,59	30,46	-	0,71	0,01
3	1:1,00	10,12	-	-	0,42	20,54	30,39	-	0,70	-
4	1:1,05	10,09	-	-	0,41	20,50	30,33	-	0,69	-

Натрий сульфатнинг тозаланган тўйинган эритмасини буғлатиш бўйича тадқиқот 100 °С ҳарорат, 82,16-86,26 кПа қолдиқ босимли вакуум остида ўтказилди. Буғлатиладиган эритмадан 35% сувни 15 минутда йўқотилади ва С:Қ=5:1 нисбатли бўтқа ҳосил қилинади.

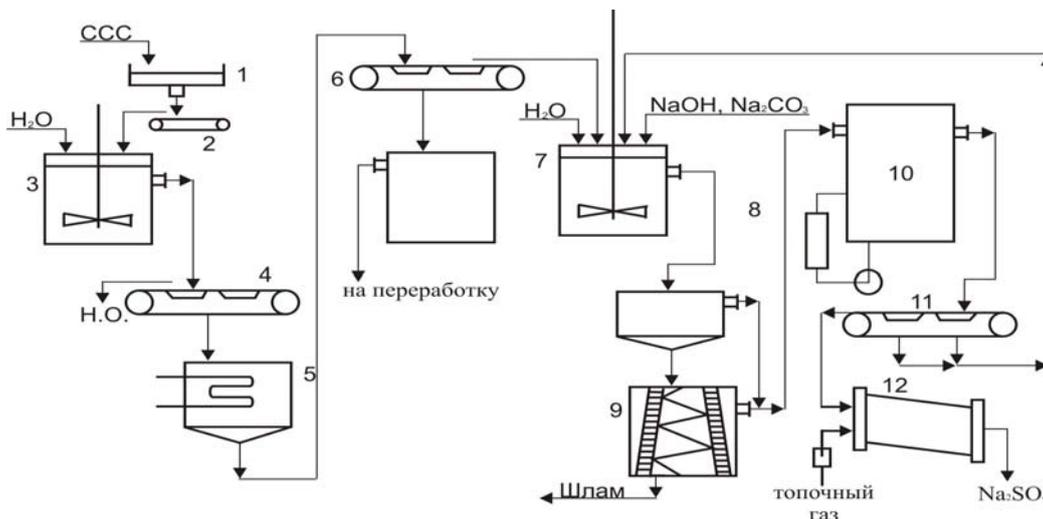
50% сувни йўқотиш 55% натрий сульфатни чўкмага ажаратиш ва С:Қ=3:1 нисбатли бўтқа ҳосил бўлишига олиб келади. Буғлатишни бўтқадаги натрий сульфатнинг 60-65% концентрациясигача амалга ошириш мумкин. Унданда юқори концентрацияда бўтқа фазалари қийин ажралади.

Филтрлаш йўли билан бўтқани натрий сульфат чўкмасидан ажратилгандан ва 200°С да қурилгандан сўнг таркибида 99,4% кам бўлмаган натрий сульфат маҳсулоти олинди.

Лаборатория тажрибалари натижаларига асосланган ҳолда Караумбет қуруқ аралаш тузларилан ажратиб олинган мирабилитни юқори сифатдаги натрий сульфатга қайта ишлашнинг принципиал технологик схемаси ва моддий баланси ишлаб чиқилди. Технологик схема 3-расмда келтирилган.

Натрий сульфат олишни таклиф этилаётган усулининг моҳияти қуруқ аралаш тузларни сувда эритиш, сувда эримайдиган қолдиқни ажратиш, тиндирилган эритмани совутиш, мирабилитни филтрлаш, ажратиб олинган мирабилитни сувда ва айланма эритмада эритиш, эритмани тозалаш, натрий сульфатни филтрлаш, уни қуриштириш ва айланма эритмани мирабилитни эритиш босқичига қайтаришдан иборат.

Караумбет қуруқ аралаш тузларидан ва Тумрук кони табиий мирабилитидан олий навдаги натрий сульфат олишнинг моддий оқимлар схемаси ва моддий баланси ишлаб чиқилди.



3-расм. Караумбет куруқ аралаш тузларидан юқори тозаликдаги натрий сульфат олиш принципиал технологик схемаси

Синтетик ювувчи воситалар ишлаб чиқариш учун яроқли олий навдаги натрий сульфат олиш технологияси «Сульфат натрий» ҚҚда синовдан ўтказилди ва ишлаб чиқаришга татбиқ этилди. 100 минг тоннадан кўпроқ 90 млрд. сўмлик натрий сульфат ишлаб чиқарилди.

Диссертациянинг «Дистиллер суюқлиги тозаланган эритмаларини олиш жараёнининг тадқиқи» деб номланган бешинчи бобида Караумбет ва Борсакелмас кўли рапаларидан ва Караумбет куруқ аралаш тузларидан ажратилган мирабилитни эритилишидан олинган натрий сульфат эритмаси билан дистиллер суюқлигини кальцийсизлантириш бўйича тадқиқот натижалари келтирилган. Кальцийни боғлаш учун сульфат ионлари меъёрининг 75 дан 125% гача, жараён ҳароратининг 20, 40 ва 60°C, аралаштириш давомийлигининг таъсири таъсири ўрганилган.

Куруқ аралаш тузлардан олинган натрий сульфат эритмаси меъёрининг 75 дан 100% гача ортиши 20°C ҳарорат ва жараённинг 30 минут давомийлигида бошланғич суюқликдаги кальций ионларининг 3,03% дан 75% меъёрда 0,74% гача, 90% меъёрда 0,34% гача, 100% меъёрда 0,11% гача камайишига олиб келади. Бунда натрий хлорид миқдори 5,55 % дан 10,60 % гача ортади, сўнгра 125% меъёрда эса 9,67% гача камади.

Бошланғич дистиллер суюқлигида кальций хлорид миқдори 8,4% дан натрий сульфатнинг 100% меъёрида 0,31% гача камади. Натрий сульфат меъёрининг 100% дан ортиши унинг эритмадаги миқдорининг 125% ли меъёрда 1,21% гача ортишига олиб келади. Бунда сульфатлар миқдори меъёрга боғлиқ ҳолда 0,17-0,85% ни ташкил этади.

20°C ҳароратда жараён давомийлигининг 5 дан 30 минутгача узайиши билан декальцинация даражаси 58,76% дан 96,37% гача ортади. Жараён давомийлигининг кейинги 30 дан 180 минутгача узайиши декальцинация даражасининг 2,2% га ортишига олиб келади.

Караумбет кўли рапалари ишлатилганда меъёр ортиши билан кальцийсизланиш даражаси SO_4^{2-} нинг Ca^{2+} га меъёри 90% бўлганда 82,84% дан 110% меъёрда 98,02% гача ортади. Меъёр 100% дан ортганда SO_4^{2-}

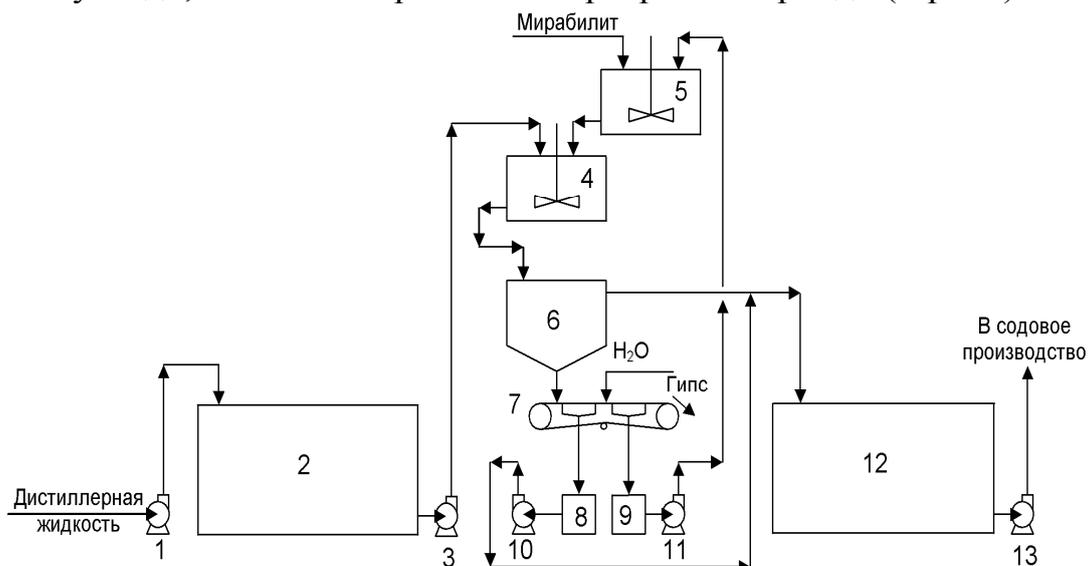
микдорининг ортиши ва кальций микдорининг камайиши кузатилади. Суёқ фазада кальций микдорининг камайиши сезиларсиз даражада бўлгани ҳолда сульфатлар микдори кескин ортади. Рапа концентрацияси ортиши билан қолган компонентлар микдори ҳам ортади.

Қуруқ аралаш тузлар ишлатилганда кальцийсизланиш даражаси 100% меъёрда 96,37% ни ташкил этади. Меъёрнинг кейинги оширилиши 110% меъёрда 98,02% гача кальцийсизланиш даражасининг сезиларсиз ортишига олиб келади. Бунда сульфатлар микдори 0,26% дан 0,36% гача ортади, кальций микдори эса 0,11% дан 0,06% гача камаяди. Магний микдори 0,65% га, хлор 13,17% га, натрий 3,61% га етади.

Ҳарорат ортиши билан декальцинация даражаси сезиларсиз камаяди. Масалан, мирабилит ишлатилганда ҳарорат 20 дан 40 ва 60 С гача оширилса декальцинация даражаси 5 минутдан сўнг мувофиқ ҳолда 58,76 %, 55,30 % ва 51,22 % ни, 30 минутдан сўнг 96,37 %, 92,41 % ва 88,45 % ни, 60 минутдан сўнг 97,54 %, 94,42 % ва 89,94 % ни ташкил этади. Декальцинация жараёни ҳароратининг ортиши билан бўтқа бўйича ҳам, чўкма бўйича ҳам филтрланиш тезлиги ортади. Жараён ҳарорати 20°С дан 40 С ва 60 С гача ортганда қуйилтирилган чўкманинг бўтқа бўйича филтрланиш тезлиги мос равишда 2334 кг/м² соат дан 3012 кг/м² ·соат ва 3403 кг/м² ·соат гача ортади. Бунда 178 кг, 208 кг ва 247 кг кальций сульфат дигидрати чўкмаси ҳосил бўлади.

Дистиллер суёқлигини декальцинациялашнинг оптимал шароити: ҳарорат 20-30 °С, кальцийни боғлаш учун сульфат ионининг меъёри 100-105%, 30 минутдан кам бўлмаган аралаштириш давомийлиги ҳисобланади. Бунда декальцинация даражаси 96,37-97,59% ни ташкил этади.

Дистиллер суёқлигини кальций ионларидан тозалаш принцииал технологик схемаси ишлаб чиқилди, моддий оқимлар схемаси ва моддий баланси тузилди, технологик режим меъёрлари келтирилди (4-расм).



4-расм. Дистиллер суёқлигини тозалаш принцииал технологик схемаси.

Технология саноат ишлаб чиқариш шароитига мослаштирилган модель қурилмада синовдан ўтказилган ҳамда 50 кг дистиллер суюқлиги қайта ишланди ва 6,85 кг кальций сульфат дигидрати, 1,25 кг кимёвий чўктирилган бўр ва кальцинирланган сода ишлаб чиқариш учун яроқли бўлган 51 кг намоқоб эритмаси олинди.

ХУЛОСА

Диссертация ишини бажаришда олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагилар ҳисобланади:

1. Натрий ва кальций гидроксидлари билан тозаланган рапалардан магний гидроксидни чўктириш жараёнининг тадқиқи натрий ва кальций гидроксидларининг меъёри 100-105% бўлса, магний гидроксиднинг чўкиш даражаси натрий гидроксид ишлатилганда 98,2-99,4% ни ҳамда кальций гидроксид ишлатилганда 97,1-98,2% ни ташкил этади.

Натрий гидроксид иеъёри 105% ва ҳарорат 25 °С бўлганда натрий гидроксид меъёри ортиб бориши билан филтрланиш тезлиги эритма ва қуруқ қолдиқ бўйича мувофиқ равишда 725,21 и 75,80 кг/м²·с ни ташкил этади. Ҳарорат ортиши билан филтрлаш тезлиги ортади, бу ҳарорат ортиши билан эритма қовушқоқлигининг ортиши билан боғлиқдир. Асосий модда миқдори магний дигроксидда 98,06% ни, магний оксидда эса 97,02% ни ташкил этади.

2. Караумбет кўли қуруқ аралаш тузларини қайта ишлаш ва асосий компонент тузлар – натрий ва магний хлорид ҳамда натрий сульфатга ажратилиши бўйича тадқиқотлар натижасида 25°С ҳароратда тузларнинг максимал эрувчанлигига С:Қ = (2,5-3):1 да эришилиши ва 91,08-93,02% ни ташкил этиши аниқланди. 25°С ҳарорат ва С:Қ = 3:1 да максимал эрувчанликка 15 минутда, 50°С ҳароратда эса 10 минутда эришилади. Суспензияни тинилиши тез содир бўлади ва 20°С ҳароратда 30 минут ичида тинилиш даражаси 94,59% га ҳамда 40-80°С ҳароратда 95,51% га етади. Қуйилтирилган чўкмани филтрлаш тезлиги бўтқа бўйича 18987-24768 кг/м²·соат ни ташкил этади.

3. Қуруқ аралаш тузлар эритмаларидан натрий сульфатни кристаллантириш бўйича тадқиқотлар қуруқ аралаш тузлар эритмалари +5 ÷ -5 °С ҳароратгача совутилганда натрий сульфатнинг чўкиш даражаси 81,58-85,43% ни ташкил этади, натрий сульфат миқдори 15,31% дан 2,20-2,82% гача камаяди, натрий ва магний хлоридларининг миқдори ортади ва мувофиқ ҳолда 6,61-6,74% ва 5,54-5,64% ни ташкил этади. Қаттиқ фаза бўйича филтрлаш тезлиги 4234-5486 кг/м²·соат ни ташкил этади.

4. Сода ишлаб чиқариш чиқиндиси – дистиллер суюқлигида фойдаланиш йўли билан натрий сульфат кристаллантирилгандан сўнг қуруқ аралаш тузлар эритмасини қолдиқ сульфатлардан тозалаш жараёнлари тадқиқ қилинди. Эритмадаги сульфатлар қолдиқ миқдорига кальций оксиднинг стехиометрик

меъёри 100-102% миқдорида дистиллер суюқлиги киритилганда сульфатлар миқдорини 1,75% дан 0,22-0,23% гача камайтириш мумкинлиги аниқланди.

5. Қуруқ аралаш тузлар эритмасидан ажратиб олинган мирабилитни қайта ишлаш жараёнини ўрганиш натижасида буғлатилгандан ва натрий сульфат ажратилгандан сўнг қолдиқ эритмаларни кўп такрорийликда циркуляцияси натижасида тайёр маҳсулотни ифлослантирадиган кальций, магний ва натрий тузлари билан бойиши аниқланди. Магний гидроксид ҳосил бўлишига натрий гидроксиднинг 100% стехиометрик меъёрида ва кальций оксидни боғлашга натрий карбонатнинг 100-105% меъёрида оҳак-содали усул билан қўшимчалардан тозалаш кальций ва магний бирикмалари бўлмаган эритмалар олишни таъминлайди, натрий хлорид миқдори эса 0,70% дан кўп бўлмайди. Бунда олинган натрий сульфат олий навга мувофиқ келади.

6. Қуруқ аралаш тузлардан ажратиб олинган мирабилит, Караумбет кўли рапалари, қуруқ аралаш тузлари билан дистиллер суюқлиги декальцинацияси бўйича тадқиқотларда дистиллер суюқлигини тозалашнинг оптимал технологик параметрлари аниқланди: кальций ионларини боғлашга натрий сульфат меъёри – 100-105%, ҳарорат – 20-30°C, жараён давомийлиги 60 минутдан кам эмас. Бунда кальцинация даражаси 96,37-97,59% ни ташкил этади. Кальцинирланган сода ишлаб чиқаришга яроқли тозаланган натрий хлорид эритмаси олишнинг принципиал технологик схемаси ишлаб чиқилди ва моддий баланси тузилди.

7. Караумбет ва Борсакелмас рапалари, Караумбет қуруқ аралаш тузларини қайта ишлаш бўйича тадқиқот натижалари магний гидроксиди ва оксиди ҳамда Тумрук кони мирабилитидан олий навли натрий сульфат олиш технологик схемаларини ишлаб чиқиш, моддий балансларини тузиш, технологияни синовдан ўтказишга асос вазифасини бажарди, улар тажриба намуналари ишлаб чиқариш билан «Farg'onaazot» АЖ ва «Қўнғирот натрий сульфат» ХК да мувоффақиятли синовдан ўтказилди. Юқори унум билан олий навли натрий сульфат ишлаб чиқариш технологияси «Сульфат натрий» ҚК МЧЖда жорий этилди.

8. Магний гидроксид, натрий сульфат ва тозаланган дистиллер суюқлик эритмаси ишлаб чиқариш самарадорлиги бўйича дастлабки техник-иқтисодий ҳисоблар амалга оширилди. 1 тонна магний гидроксиднинг таннархи кальций гидроксид билан олинганда 289,26 минг сўм, натрий гидроксид билан - 2259,43 минг сўмни, чакана нархи эса мос равишда 341,11 минг ва 2316,54 минг сўмни ташкил этади. Йилига 10 минг тонна магний гидроксид ишлаб чиқарилганда мос равишда 4,5 млрд. ва 1,7 млрд. сўмлик иқтисодий самарадорликка эришилади.

«Сульфат натрий» ҚК МЧЖда 100 минг тоннадан кўпроқ 90 млрд. сўмлик олий навли натрий сульфат ишлаб чиқарилди. Технология юқори самарадор ва энергия тежамкор бўлиб, маҳсулот импорт ўрнини босувчи экспортбоп ҳисобланади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.К/Т.35.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

БОБОКУЛОВА ОЙГУЛ СОАТОВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЕВЫХ
РЕСУРСОВ ОЗЕР КАРАУМБЕТ И БАРСАКЕЛЬМЕС НА
ГИДРОКСИД, ОКСИД МАГНИЯ И СУЛЬФАТ НАТРИЯ**

**02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе
(Технические науки)**

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2017.2.PhD/T167.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех 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:

Мирзакулов Холтура Чориевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Сейтназаров Атаназар Рейпназарович
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Каипбергенов Атабек Тулепбергенович
доктор технических наук

Ведущая организация:

Наманганский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится «03» май 2018 г. в «14⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии и Ташкентском химико-технологическом институте (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: ionxanruz@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (зарегистрирована за №13). (Адрес: 100170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан «21» апреля 2018 года.
(реестр протокола рассылки № 13 от «21» апреля 2018 года).

Б.С. Закиров

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

Д.С. Салиханова

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

С. Тухтаев

Председатель Научного семинара при научном совете
по присуждению ученых степеней, академик

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире с развитием наукоемких и нанотехнологий растет потребность в различных химических соединениях. В этом отношении соединения магния, в частности, гидроксид и оксид магния, а также сульфат натрия занимают особое положение. В связи с этим обеспечение промышленности в гидроксиде, оксиде магния и сульфате натрия являются основными направлениями исследований ученых всего мира. Гидроксид магния является сырьем не только для получения оксида магния, но и является продукцией, которую можно перерабатывать на различные соли магния. Поэтому, обеспечение промышленности в гидроксиде, оксиде магния и сульфате натрия высокой чистоты являются приоритетными задачами, стоящими перед наукой.

На сегодняшний день в мире особое внимание уделяется разработкам технологии получения чистых солей гидроксида, оксида магния, сульфата натрия с вовлечением в производство имеющихся сырьевых источников-рассолов соляных озер, морской воды, природных залежей. Для разработки технологии переработки рапы и сухих смешанных солей необходимо обосновать ряд научных решений, в том числе по следующим направлениям: разработка эффективного метода получения очищенных от сопутствующих примесей растворов хлорида магния из рапы и сухих смешанных солей, переработки очищенных растворов на гидроксид и оксид магния, мирабилита Тумрюкского месторождения и мирабилита, выделенного из сухих смешанных солей, на сульфат натрия высшего сорта, разработка технологии получения гидроксида и оксида магния из рапы и сухих смешанных солей, сульфата натрия высшего сорта из мирабилита Тумрюкского месторождения и утилизации дистиллерной жидкости.

В Республике, в результате реализации конкретных, широкомасштабных мер, были достигнуты высокие результаты научных исследований по развитию технологии переработки магнийсодержащих сырьевых источников и обеспечению промышленности магнийсодержащими соединениями. В третьем направлении стратегии развития Республики Узбекистан отмечены важные задачи, направленные на опережающее «развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов». В этом отношении важной задачей является разработка технологии получения гидроксида, оксида магния из рапы озер Караумбет и Барсакельмес и сухих смешанных солей Караумбета, сульфата натрия из мирабилита Тумрюкского месторождения и утилизации дистиллерной жидкости с получением очищенного рассола.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан УП 4707 от 4 марта 2015 года «О программе мер по обеспечению

структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства на 2015-2019 годы» и УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», Постановлением Президента Республики Узбекистан ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике. 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 и патентной литературе имеется большой объем научных материалов и способов переработки магнийсодержащих сырьевых источников на гидроксид, оксид магния и другие соединения. Вопросами переработки хлоридно-сульфатных растворов занимались Курнаков Н.С., Валяшко М.Г., Лепешков И.Н., Бергман А.Г., Здановский А.Б., Денс-Литовский А.И., Хожамамедов А.В., Кульмаксимов А.Х., Мирзакулов Х.Ч., Таджиев Р.Р. и др.

Каждый из природных минеральных сырьевых ресурсов является уникальным и имеет специфический характер, а их составы сильно отличаются один от другого. Это требует для каждого вида минерального сырья отдельных научных и технологических подходов, экономически оправданных путей переработки. Известные технологии, существующие в мировой практике, не приемлемы для переработки рапы и солевых отложений озер Караумбет и Барсакельмес, так как последние сильно отличаются по составу и содержанию примесей.

В литературе имеются геолого - минералогические сведения по составу сухих смешанных солей и рапы озер Караумбет и Барсакельмес, их запасах, возможности получения сульфата натрия, хлористого натрия и бишофита, но совершенно не затронуты научные аспекты и технологические вопросы их переработки. На основе анализа рапы озер Караумбет и Барсакельмес были рассчитаны размеры и количество испарительных бассейнов для получения хлористого натрия и более концентрированного раствора хлористого магния в естественных условиях. Однако, сведения о переработке полученных растворов на гидроксид и оксид магния отсутствуют.

В литературных источниках совершенно отсутствуют сведения по очистке растворов смешанных солей от сопутствующих примесей, по использованию дистиллерной жидкости – отхода унитарного предприятия «Кунградский содовый завод» для очистки растворов от сульфатов, не изучены процессы получения гидроксида, оксида магния и сульфата натрия высокой чистоты из сухих смешанных солей.

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

прикладных проектов Ташкентского химико-технологического института в соответствии с темой № А-6-274 «Комплексная переработка рапы озера Караумбет Республики Каракалпакстан» (2006-2008 гг.), № А12-ФК-0-13976 А 12-012 «Разработка эффективной технологии и опытно-промышленное освоение производства сульфата натрия из мирабилита Тумрюкского месторождения» (2013-2015 гг.) и инновационных проектов № ИД-2-003 «Опытно – промышленное освоение производств хлорида натрия, сульфата натрия, хлорида магния и оксида магния из рапы озер Караумбет и Барсекельмес» (2009-2010 гг.), № И-2015-7-3 «Внедрение технологии производства сульфата натрия на основе мирабилита Тумрюкского месторождения» (2015-2016 гг.).

Целью исследования является разработка технологии комплексной переработки рапы озер Караумбет и Барсекельмес, сухих смешанных солей Караумбета на гидроксид и оксид магния, мирабилита Тумрюкского месторождения на сульфат натрия высшего сорта, утилизация дистиллерной жидкости - отхода содового производства.

Задачи исследования:

изучение химического и солевого состава рапы, сухих смешанных солей, мирабилита и дистиллерной жидкости;

изучение процессов получения гидроксида магния из рапы озер Караумбет и Барсекельмес путем осаждения гидроксидом натрия и кальция;

изучение процессов растворения сухих смешанных солей в воде, установление оптимальных технологических параметров выделения мирабилита;

исследование процесса обессульфачивания растворов сухих смешанных солей Караумбета от сульфатов дистиллерной жидкостью;

исследование процессов доочистки, осаждения, отделения, сушки гидроксида магния и получения оксида магния;

исследование процесса переработки мирабилита Тумрюкского месторождения на сульфат натрия высокой чистоты;

исследование процесса очистки дистиллерной жидкости сульфатом натрия, рапой и сухими смешанными солями;

разработка технологических схем, материальных балансов производств гидроксида и оксида магния из рапы и сухих смешанных солей, сульфата натрия из Тумрюкского мирабилита, очистки дистиллерной жидкости, проведение предварительных технико-экономических расчетов;

апробация разработанных технологий комплексной переработки рапы и сухих смешанных солей Караумбета на гидроксид и оксид магния, мирабилита Тумрюкского месторождения на сульфат натрия высшего сорта, очистки дистиллерной жидкости в опытно–промышленных и промышленных условиях.

Объектами исследования являются рапа озер Караумбет и Барсекельмес, сухие смешанные соли Караумбета, мирабилит Тумрюкского месторождения, дистиллерная жидкость – отход содового производства,

сульфат натрия, каустическая и кальцинированная сода, сульфат кальция, галит, гидроксид и оксид магния.

Предметом исследования являются технологии получения гидроксида, оксида магния и сульфата натрия высокой чистоты, процессы очистки растворов сухих смешанных солей от сопутствующих примесей и дистиллерной жидкости от солей кальция.

Методы исследования. Используются химический, рентгенографический, ИК-спектроскопический, термогравиметрический методы анализа.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

впервые разработан способ комплексной переработки сухих смешанных солей Караумбета на гидроксид, оксид магния и сульфат натрия с одновременной утилизацией отхода содового завода – дистиллерной жидкости;

разработан способ по комплексной переработке рапы озер Караумбет и Барсакельмес, сухих смешанных солей Караумбета на гидроксид и оксид магния, мирабилита Тумрюкского месторождения на сульфат натрия, очистки дистиллерной жидкости с получением рассола, пригодного в производстве кальцинированной соды;

получен сульфат натрия высшего сорта из мирабилита Тумрюкского месторождения с высоким выходом готового продукта;

разработаны технологии переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес и сухих смешанных солей Караумбета на гидроксид, оксид магния, мирабилита Тумрюкского месторождения и мирабилита, выделенного из сухих смешанных солей, на сульфат натрия высокой чистоты, очистки дистиллерной жидкости с получением рассола хлористого натрия.

Практические результаты исследования определяются тем, что открывается возможность вовлечения рапы озер Караумбет и Барсакельмес и сухих смешанных солей Караумбета в производство гидроксида и оксида магния, мирабилита Тумрюкского месторождения в производство сульфата натрия в качестве местных сырьевых источников;

разработана научно-обоснованная, комплексная, эффективная технология переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес и сухих смешанных солей Караумбета на гидроксид и оксид магния с одновременным получением попутных продуктов - гипса, мела, мирабилита.

разработана новая, усовершенствованная технология переработки мирабилита, выделенного из сухих смешанных солей, и природного мирабилита Тумрюкского месторождения на сульфат натрия высокой чистоты с максимальным выходом продукта;

на АО «Farg'onaazot» проведены испытания технологии переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес на гидроксид и оксид магния;

на совместном предприятии СП ООО «Сульфат натрий» внедрена

технология получения сульфата натрия высокой чистоты с максимальным выходом готового продукта.

Достоверность результатов исследования. Результаты химических и физико-химических методов анализа подтверждены при проведении испытаний в опытно-промышленных и промышленных условиях.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в том, что она заложила основы для вовлечения рапы озер Караумбет и Барсакельмес и сухих смешанных солей Караумбета в производство важных для экономики страны импортозамещающих химических продуктов – гидроксида и оксида магния, мирабилита Тумрюкского месторождения на сульфата натрия с высоким выходом готовой продукции.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке комплексной технологии переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес и сухих смешанных солей Караумбета, усовершенствовании технологии получения сульфата натрия и утилизации дистиллерной жидкости – отхода содового производства. Установлена возможность получения гидроксида магния нейтрализацией очищенной рапы и растворов сухих смешанных солей гидроксидами натрия и кальция.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных данных по разработке технологии комплексной переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес и сухих смешанных солей Караумбета на гидроксид и оксид магния, а также мирабилита Тумрюкского месторождения на сульфат натрия высокой квалификации с максимальным выходом:

получен патент Агентства по Интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на «Способ переработки природных рассолов, содержащих хлориды и сульфаты натрия и магния» (№ IAP 04526). В результате появляется возможность получения гидроксида магния из сульфатно-хлоридных растворов рапы и сухих смешанных солей с применением гидроксидов натрия и кальция;

технология переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес на гидроксид и оксид магния апробирована на АО «Farg'onaazot» (справка АО «Узкимесаноат» от 06 апреля 2018 года № 03-351/А). В результате появляется возможность получения гидроксид магния из сульфатно-хлоридных растворов с содержанием гидроксида магния не менее 98,2 % при использовании гидроксида натрия и не менее 95,0% при использовании гидроксида кальция.

технология получения сульфата натрия с максимальным выходом продукта высшего сорта из мирабилита, выделенного из сухих смешанных солей, и природного Тумрюкского мирабилита внедрена на СП ООО «Сульфат натрий» (справка АО «Узкимесаноат» от 06 апреля 2018 года № 03-351/А). В результате это позволяет получить импортозамещающую и экспортоориентированную химическую продукцию, обеспечить химическую промышленность в ценном химическом сырье, экономить валютные

средства.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 2 международных и 15 научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 24 научные работы, из них 6 научных статей, в том числе 2 в республиканских и 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, а также получен 1 патент РУз.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 112 страниц.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель и задачи, научная новизна и практическая значимость проводимых исследований, а также основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации **«Современное состояние в области производства и применения соединений магния»**, являющейся литературным обзором, дана характеристика сырьевым ресурсам природных соединений магния, изложено современное состояние и перспективы использования сырьевой базы. Рассмотрены научные труды и патентные материалы, посвященные вопросам получения гидроксида, оксида магния и сульфата натрия.

На основе анализа опубликованных работ сформулированы цель и задачи настоящей работы.

Для достижения поставленной цели в работе в качестве исходного сырья, использованы сухие смешанные соли Караумбета, очищенная рапа озер Караумбет и Барсакельмес и дистиллерная жидкость УП «Кунградский содовый завод».

Вторая глава **«Химические и физико-химические методы исследования»** посвящена используемым в работе исходным сырьевым источникам, методам проведения исследований и методикам химических анализов.

Третья глава **«Исследование процессов получения гидроксида и оксида магния из рапы озер Караумбет и Барсакельмес и сухих смешанных солей Караумбета»** посвящена геолого-минералогической характеристике месторождений солей магния, их запасам. Промышленные запасы озера Караумбет представлены галитовыми и сухими смешанными солями. Сухих смешанных солей представлены 754 тыс. т хлорида натрия, 2452 тыс. т сульфата натрия, 613 тыс. т хлорида магния. Запасы межкристаллической рапы составляют 1506,3 тыс. т, из которых 504,07 тыс. т. приходится на галитовые соли и 1002,23 тыс. т на смесь солей – хлорида и

сульфата магния. Суммарные запасы хлорида магния в рапе и сухих смешанных солей составляют 700 тыс. т.

Запасы рапы озер Караумбет и Барсакельмес составляют более 3,5 млн. т хлорида магния или в пересчете на оксид магния 1,1 млн. т в рапе Барсакельмес и более 300 тыс. т в рапе озера Караумбет.

Для исследований были отобраны образцы сухих смешанных солей состава (масс. %): NaSO₄ – 60,69; NaCl – 18,81; MgCl₂ – 15,30; MgSO₄ – 0,42; CaCl₂ – 0,31; н.о 3,98; H₂O – остальное и рапа, составы которой приведены в таблице 1.

Таблица 1

Химический и солевой состав исходной рапы озер Караумбет, Барсакельмес и дистиллерной жидкости

Наименования	Химический состав, масс. %					Солевой состав, масс. %			
	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	MgCl ₂	NaCl	CaCl ₂	MgSO ₄
Рапа Караумбет	8,08	3,15	0,018	17,67	5,41	6,98	20,55	0,05	6,78
Рапа Барсакельмес	10,25	1,33	0,011	18,13	2,13	4,09	23,08	0,03	2,67
Дистиллерная жидкость	2,18	0,007	3,03	8,74	0,03	0,028	5,54	8,41	0,04

Исследования по получению гидроксида магния проводили из предварительно очищенных растворов рапы озер Караумбет и Барсакельмес гидроксидами натрия и кальция при температуре 25 °С, постоянном перемешивании в течение 10 минут и продолжительности отстаивания 120 минут. Норму гидроксидов натрия и кальция варьировали от 95 до 110 % на образование гидроксида магния.

Оптимальным количеством гидроксидов натрия и кальция, необходимых для осаждения гидроксида магния, являются нормы 100-105 % от стехиометрии. При этом степень осаждения магния составляет 98,16-99,41 % при осаждении гидроксидом натрия и 97,11-98,15 % при осаждении гидроксидом кальция. Снижение нормы гидроксидов натрия и кальция ниже 100% приводит к снижению степени осаждения гидроксида магния до 72,14-75,12 % (табл.2).

С увеличением нормы гидроксида натрия скорости фильтрации по раствору и по сухому остатку увеличиваются и составляют, соответственно, 725,21 и 75,80 кг/м²·ч по раствору и по сухому остатку при норме гидроксида натрия 105 % температуре 25 °С. Скорости фильтрации по раствору и по сухому остатку составляют 625-725 кг/м²·ч и 40-60 кг/м²·ч при температуре 20 °С, 1700-1900 и 180-222 кг/м²·ч при температуре 60 °С.

Процесс разделения фаз при центрифугировании протекает достаточно быстро. Наиболее интенсивно центрифугирование протекает в первые 6 минут. При этом через 6 минут Т:Ж составляет 1:8, а степень осаждения 91,86% от исходного, через 10 минут 1:2 или 95,66%, а через 15 минут 1:1

или 97,15%, соответственно.

С отсутствием приемлемой технологии переработки сухих смешанных солей Караумбета и с целью вовлечения их в промышленное производство проведены исследования по установлению состава, их растворимости и разработке приемлемой технологии их переработки на гидроксид и оксид магния.

Таблица 2

Влияние нормы гидроксидов натрия и кальция на состав жидкой фазы степень осаждения гидроксида магния

Норма, %	Состав жидкой фазы, масс. %					Степень осаждения, Mg(OH) ₂ , %
	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	
При осаждении NaOH						
95	9,73	0,37	0,57	15,88	0,18	75,12
100	10,04	0,37	0,04	16,03	0,18	98,16
105	10,23	0,37	0,01	15,98	0,18	99,41
110	10,42	0,37	0,01	15,92	0,18	99,53
При осаждении Ca(OH) ₂						
95	5,56	4,03	0,64	15,94	0,18	72,14
100	5,62	4,26	0,07	16,11	0,17	97,11
105	5,61	4,44	0,04	16,06	0,16	98,15
110	5,59	4,62	0,03	16,01	0,14	98,87

Максимальная растворимость сухих смешанных солей наблюдается при Т:Ж=1:(3-4) и составляет 93,02%. Следовательно для получения растворов необходимо поддерживать Т:Ж=1:3, при температуре 25°C и продолжительности процесса 30 минут.

Исследования влияния продолжительности процесса показали, что через 5 минут степень растворения достигает 89,25%, а через 15 минут – 93,02% при температуре 25°C и 91,5% через 5 минут при температуре 50°C, что указывает на то, что для растворения сухих смешанных солей в воде достаточно 15 минут.

Сухих смешанные соли содержат более 50 % мирабилита. Для снижения содержания сульфата натрия насыщенные растворы подвергли охлаждению. Содержание сульфата натрия при охлаждении до температуры +5 ÷ -5°C снижается с 15,48% до 2,23-2,82%. Содержание хлорида магния составляет 5,54-5,64%. В виду высокого остаточного содержания сульфатов в растворе после отделения сульфата натрия, доочистку от сульфат ионов осуществляли дистиллерной жидкостью – отходом содового производства. Обессульфачивание проводили при норме кальция дистиллерной жидкости 95, 100, 102 и 105% на SO₄²⁻ раствора, при температуре 25°C и продолжительности процесса обессульфачивания 30 минут (табл.3).

При этом содержание SO₄²⁻ снижается с 1,75% до 0,22-0,24% при норме 100-105 %. Сульфат натрия взаимодействует с хлористым кальцием

дистиллерной жидкости с образованием хлористого натрия и сульфата кальция. Содержание хлорида натрия повышается до 8,74-8,84% , а хлорида магния до 3,39-3,46%.

При норме дистиллерной жидкости 100-105% в растворе отсутствует сульфат натрия и появляется незначительное количество хлористого кальция. Содержание сульфата кальция составляет 0,31-0,34%, что соответствует его растворимости в водных растворах. Оптимальной нормой дистиллерной жидкости для обессульфачивания является 100-105%.

Таблица 3

Влияние нормы дистиллерной жидкости на химический состав и степень обессульфачивания растворов сухих смешанных солей

Норма дист. жид., %	Химический состав жидкой фазы, масс. %					Солевой состав жидкой фазы, масс. %				Степень обессульфачивания, %
	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	NaCl	CaSO ₄	
95	3,72	0,90	0,11	8,08	0,61	0,54	3,52	8,99	0,33	65,14
100	3,46	0,88	0,11	7,94	0,24	-	3,46	8,84	0,34	86,29
102	3,45	0,87	0,14	7,90	0,23	-	3,43	8,80	0,32	86,86
105	3,44	0,86	0,19	7,83	0,22	-	3,39	8,74	0,31	87,43

При получении гидроксида магния в производственных условиях контролировать норму расхода гидроксидов натрия и кальция легче по рН. Поэтому изучено влияние рН среды на степень осаждения гидроксида магния гидроксидами натрия и кальция из растворов сухих смешанных солей (рис. 1).

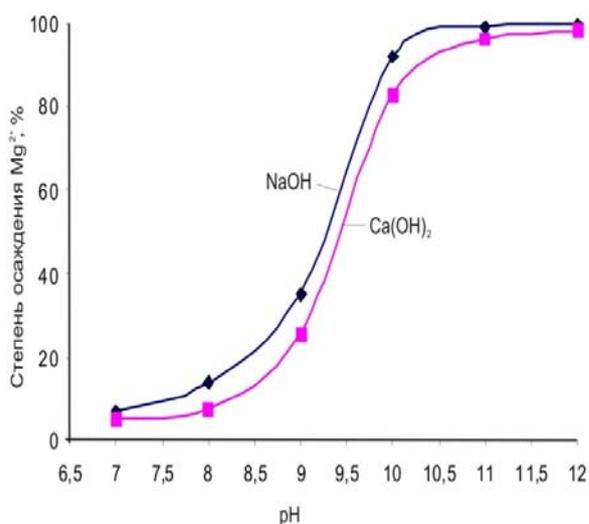


Рис. 1. Влияние рН среды на степень осаждения магния.

Как видно из рисунка 1 при повышении рН среды до 8 степень осаждения магния не превышает 10-12%. С повышением рН до 10 в осадок переходит более 95% магния от исходного содержания. Максимальная степень осаждения магния наблюдается в пределах рН 10,5-11.

Таким образом, оптимальной нормой гидроксидов натрия и кальция при получении гидроксида магния является 100-105% от стехиометрии или рН среды 10,5-11.

При этом образуется гидроксид магния, содержащий Mg²⁺ – 31,31%, Cl⁻ – 3,52%, SO₄²⁻ – 0,04%, H₂O – 19,98%.

Получение оксида магния из гидроксида магния проводили при температуре 400-800°C и продолжительности процесса прокалики 15-180 минут. С увеличением температуры прокалики с 400 °С до 800 °С в течение 1 часа содержание оксида магния повышается с 56,62% в гидроксида магния до 93,10%. Увеличение продолжительности процесса прокалики способствует повышению содержания оксида магния. Оптимальными условиями получения оксида магния являются температура 700-800°C и продолжительность прокалики не менее 2 часов.

На основе полученных результатов исследований разработана принципиальная технологическая схема получения гидроксида и оксида магния из рапы и сухих смешанных солей, после отделения сульфата натрия, путем обессульфачивания с попутным выделением дигидрата сульфата кальция (рис. 2).

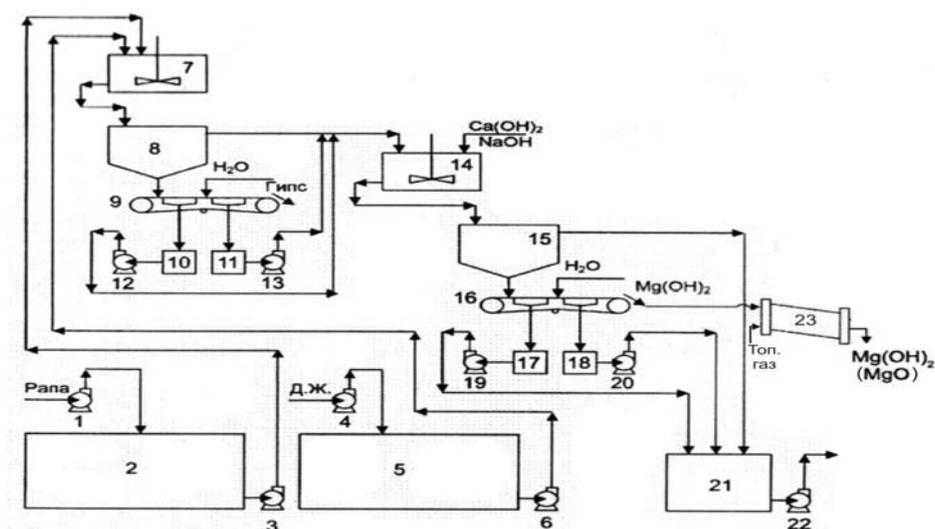


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема производства гидроксида магния.

На модельной установке, имитирующей производственные условия, на АО «Farg'onaazot» проведена апробация технологии получения гидроксида и оксида магния из рапы озер Караумбет и Барсакельмес. Для исследований использовали рапу состава, (масс. %): NaCl – 18,81; MgCl₂ – 7,10; MgSO₄ – 4,08; CaCl₂ – 0,024 и дистиллерную жидкость УП «Кунградский содовый завод» состава, (масс. %): CaCl₂ – 10,82; NaCl – 5,54; CaSO₄ – 0,08; Ca(OH)₂ – 0,11 и получены образцы гидроксида магния.

В четвертой главе «Исследование процессов получения сульфата натрия высшего сорта» приведены результаты исследований по получению сульфата натрия высшего сорта из мирабилита, выделенного из сухих смешанных солей, и природного мирабилита Тумрюкского месторождения.

Научно – технический прогресс и развитие новых отраслей повысили требования к качеству сульфата натрия. Это обусловлено тем, что содержащиеся примеси, в частности железо, кальций, хлор резко ухудшают качество синтетических моющих средств и специальных видов бумаги.

Выпускаемый в настоящее время в ограниченном количестве сульфат натрия из природного мирабилита на соответствует возросшим требованиям.

При вымораживании мирабилита из растворов сухих смешанных солей Караумбета выделяется до 200 кг мирабилита с каждой тонны раствора. Выход сульфата натрия составляет 81,58 - 85,43% от исходного содержания в растворе. Мирабилит, выделенный из раствора сухих смешанных солей, более чистый, чем природный Тумрюкского месторождения.

С целью повышения качества и выхода сульфата натрия из мирабилита и интенсификации процесса упарки маточный растворов после первой стадии выпарки возвращали на стадию растворения мирабилита. Однако, после 3-4 циклов растворения мирабилита и выпарки растворов сульфата натрия содержание примесей в маточнике значительно увеличивается, загрязняя в дальнейшем сульфат натрия (табл. 4).

Таблица 4

Изменения химического состава жидкой фазы в зависимости от кратности использования маточного раствора после выпарки

№	Кратность использования маточного раствора	Химический состав жидкой фазы, масс. %					Солевой состав жидкой фазы, масс. %			
		Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	NaCl	CaSO ₄
1	Исходный	10,10	0,14	0,023	0,19	20,89	30,81	0,68	0,31	0,08
2	Однократно	10,12	0,20	0,026	0,31	20,77	30,63	0,98	0,51	0,09
3	Двукратно	10,10	0,23	0,030	0,37	20,66	30,45	1,13	0,61	0,10
4	Трехкратно	10,08	0,25	0,030	0,41	20,54	30,27	1,24	0,68	0,10
5	Четырехкратно	10,02	0,27	0,036	0,44	20,42	30,08	1,33	0,73	0,11

Для исследований использовали насыщенный раствор сульфата натрия, полученный при растворении мирабилита Тумрюкского месторождения в воде в присутствии маточного раствора со стадии отделения сульфата натрия. Раствор, подаваемый на выпарку, содержал (масс.%): Na₂SO₄ – 30,81%; MgSO₄ – 0,68; NaCl - 0,38; CaSO₄ -0,08.

Гидроксид и карбонат натрия вводили одновременно после четвертого цикла возврата маточного раствора со стадии выпарки на стадию растворения мирабилита.

Для интенсификации процесса осаждения гидроксида магния и карбоната натрия использовали 0,1 % раствор полиакриламида. Насыщенный раствор сульфата натрия после четвертого цикла содержал (масс. %): Na₂SO₄ – 30,08; MgSO₄ – 1,33; NaCl - 0,73; CaSO₄ -0,11.

Влияние соотношения Ca:CO₃ на состав жидкой фазы при норме гидроксида натрия 100% на образования гидроксида магния, после отделения осадков, приведено в таблице 5.

В результате осаждения карбоната кальция и гидроксида магния

получаются растворы практически не содержащие солей кальция и магния. Если, при мольном соотношении $\text{Ca}:\text{CO}_3 = 1:0,90$ сохраняется незначительное количество растворенного сульфата кальция, то при соотношении 1:1 и 1:1,05 он отсутствует.

Осаждение карбоната кальция и гидроксида магния протекает быстро и через 20-25 минут достигается степень осветления раствора 80-85%. Скорость фильтрации сгущенного осадка на вакуумной установке при разрежении 400 мм рт. ст. не превышает 82 кг/м²·ч. Разделение осадка целесообразно проводить центрифугированием.

Таблица 5

Влияние мольного соотношения $\text{Ca}:\text{CO}_3$ на химический состав жидкой фазы при 100% норме гидроксида натрия

№	$\text{Ca}:\text{CO}_3$	Химический состав жидкой фазы, масс. %					Солевой состав жидкой фазы, масс. %			
		Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	Na_2SO_4	MgSO_4	NaCl	CaSO_4
1	-	10,02	0,33	0,032	0,44	21,39	30,08	1,33	0,73	0,11
2	1:0,90	10,15	-	0,003	0,43	20,59	30,46	-	0,71	0,01
3	1:1,00	10,12	-	-	0,42	20,54	30,39	-	0,70	-
4	1:1,05	10,09	-	-	0,41	20,50	30,33	-	0,69	-

Исследования по выпарке очищенных растворов сульфата натрия проводили при температуре 100°C, под вакуумом, при остаточном давлении 82,16-86,26 кПа. Удаление 35 % воды из выпариваемого раствора происходит в течение 15 минут с образованием пульпы с соотношением Ж:Т=5:1.

Удаление 50% воды приводит к выделению в осадок 55% сульфата натрия и образованию пульпы с соотношением Ж:Т=3:1. Выпарку можно осуществлять до концентрации сульфата натрия в пульпе 60-65%. При более высоких концентрациях пульпа плохо разделяется.

После разделения пульпы с осадком сульфата натрия путем фильтрования и сушки при 200°C получен продукт с содержанием сульфата натрия не менее 99,4%.

Основываясь на результатах лабораторных экспериментов, была разработана принципиальная технологическая схема, материальный баланс переработки мирабилита, выделенного из сухих смешанных солей Караумбета, на сульфат натрия высокого качества. Технологическая схема приведена на рисунке 3.

Сущность предлагаемого способа получения сульфата натрия заключается в растворении сухих смешанных солей в воде, отделении нерастворимых в воде остатков, охлаждении осветленного раствора, фильтрации мирабилита, растворении выделенного мирабилита в воде и маточном растворе, очистке и выпарке раствора, фильтрации сульфата натрия, его сушке и возврате маточного раствора на стадию растворения мирабилита.

Разработана схема материальных потоков и материальный баланс получения сульфата натрия высшего сорта из сухих смешанных солей Караумбета и природного мирабилита Тумрюкского месторождения.

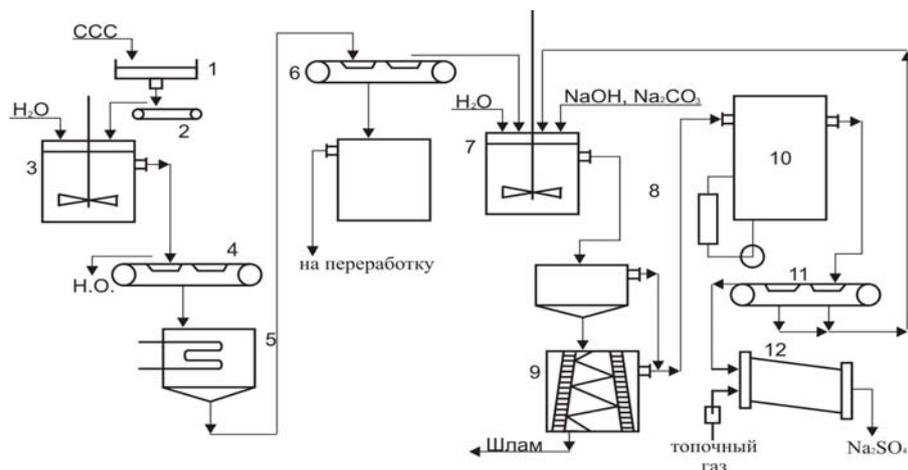


Рис. 3 Принципиальная технологическая схема получения сульфата натрия высшего сорта из сухих смешанных солей Караумбета

Технология получения сульфата натрия высшего сорта с максимальным выходом продукта, пригодного для производства синтетических моющих средств, апробирована и внедрена на СП ООО «Сульфат натрия». Реализовано 100 тыс. т. сульфата натрия на общую сумму более 90 млрд. сум.

В пятой главе **«Исследование процессов получения очищенных растворов дистиллерной жидкости»** приведены результаты исследований по декальцинации дистиллерной жидкости - отхода производства кальцинированной соды УП «Кунградский содовый завод» раствором сульфата натрия, полученного растворением мирабилита, выделенного из сухих смешанных солей, рапой и сухими смешанными солями Караумбета. Изучено влияния нормы сульфат ионов на связывание кальция от 75 до 125%, температуры процесса 20, 40 и 60°C, продолжительности перемешивания.

Увеличение нормы 20 % раствора сульфата натрия, полученного из ССС, с 75 до 100% при температуре 20°C и продолжительности процесса 30 минут приводит к снижению ионов кальция с 3,03% в исходной жидкости до 0,74% при норме 75%, до 0,34% при норме 90%, до 0,11% при норме 100%. При этом содержание хлорида натрия повышается с 5,55 % до 10,60%, а затем снижается до 9,67% при норме 125%.

Содержание хлорида кальция снижается с 8,4%, в исходной дистиллерной жидкости, до 0,31% при норме сульфата натрия 100%. Увеличения нормы сульфата натрия свыше 100% приводит к увеличению его содержания в раствора до 1,21% при норме 125%. При этом содержание сульфатов составляет 0,17 - 0,85%, в зависимости от нормы.

С увеличением продолжительности процесса при температуре 20°C от 5 до 30 минут степень декальцинации повышается с 58,76% до 96,37%. Дальнейшее увеличения продолжительности процесса с 30 до 180 минут приводит к повышению степени декальцинации на 2,2%.

При использовании рапы Караумбета степень декальцинации с повышением нормы увеличивается с 82,84% при норме 90% SO_4^{2-} на Ca^{2+} до 98,02% при норме 110%. С увеличением нормы свыше 100% наблюдается увеличение содержания SO_4^{2-} и снижение содержания кальция. Снижение содержания кальция в жидкой фазе незначительно, тогда как содержание сульфатов заметно увеличивается. Содержание остальных компонентов увеличивается с повышением нормы рапы.

При использовании сухих смешанных солей степень декальцинации при норме 100% составляет 96,37%. Дальнейшее увеличение нормы приводит к незначительному повышению степени декальцинации до 98,02% при норме 110%. При этом содержание сульфатов повышается с 0,26% до 0,36%, а содержание кальция снижается с 0,11 % до 0,06 %. Содержание магния достигает 0,65%, хлора 13,17 %, натрия 3,61 %.

С увеличением температуры степень декальцинации незначительно снижается. Так, с повышением температуры с 20 до 40 и 60°C степень декальцинации при использовании мирабилита через 5 минут составляет 58,76%, 55,30% и 51,22%, через 30 минут 96,37%, 92,41% и 88,45% и через 60 минут 97,54%, 94,42% и 89,94%, соответственно. Сульфат кальция хорошо отстаивается, особенно при высоких температурах.

С повышением температуры процесса декальцинации скорости фильтрации, как по пульпе, так и по осадку увеличиваются. По пульпе с повышением температуры процесса с 20°C до 40°C и 60°C скорость фильтрации сгущенного осадка повышается с 2334 $\text{кг/м}^2 \cdot \text{ч}$ до 3012 $\text{кг/м}^2 \cdot \text{ч}$ и 3403 $\text{кг/м}^2 \cdot \text{ч}$, соответственно.

Оптимальными условиями декальцинации дистиллерной жидкостью являются температура 20-30°C, норма сульфат иона 100-105% на связывания ионов кальция, продолжительность перемешивания не менее 30 минут. При этом степень декальцинации составляет 96,37-97,59%.

Разработана принципиальная технологическая схема, составлены схемы материальных потоков и материальный баланс, приведены нормы технологического режима очистки дистиллерной жидкостью от ионов кальция. Принципиальная технологическая схема очистки дистиллерной жидкости сульфатом натрия приведена на рисунке 4.

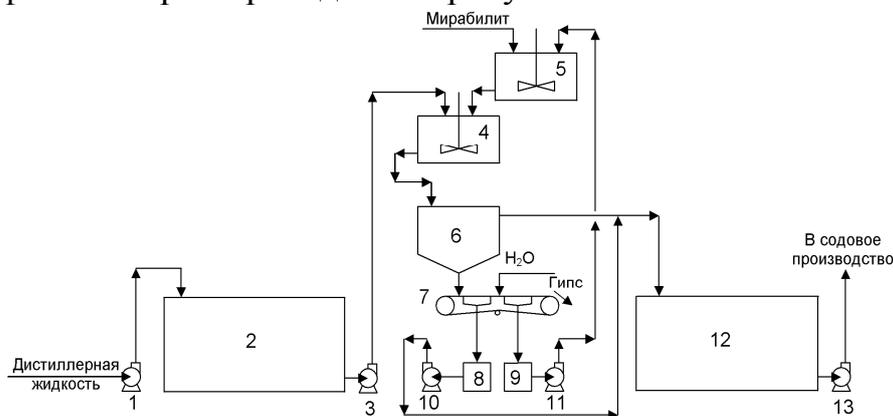


Рис. 4 Принципиальная технологическая схема очистки дистиллерной жидкости

Технология апробирована на модельной установке, имитирующей производственные условия, и переработано 50 кг дистиллерной жидкости и получено 6,85 кг дигидрата сульфата кальция, 1,25 кг химически осажденного мела и 51 кг очищенного рассола, пригодного для производства кальцинированной соды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными научными и практическими результатами, полученными при выполнении диссертационной работы, являются:

1. Исследованиями процесса осаждения гидроксида магния из очищенной рапы гидроксидами натрия и кальция показано, что при их норме 100-105 % степень осаждения гидроксида магния составляет 98,2-99,4 при использовании гидроксида натрия и 97,1-98,2 % при использовании гидроксида кальция.

С повышением температуры скорости фильтрации увеличиваются, что связано со снижением вязкости растворов с повышением температуры. Содержание основного вещества в гидроксида магния составляет 98,06%, а в оксиде магния 97,02%.

2. Исследованиями по переработки сухих смешанных солей Караумбета и выделению основных компонентов соли - хлоридов натрия, магния и сульфата натрия установлено, что максимальная растворимость соли при температуре 25°C достигается при Ж:Т = (2,5-3):1 и составляет 91,08-93,02%. Максимальная растворимость при 25 °С и Ж:Т = 3:1 достигается через 15 минут, а при температуре 50°C через 10 минут. Осветление суспензии протекает быстро и через 30 минут степень осветления достигает 94,59% при температура 20°C и 95,51% при температурах 40-80°C. Скорость фильтрации сгущенного осадка по пульпе составляет 18987-24768 кг/м²· ч.

3. Исследованиями по вымораживанию сульфата натрия из растворов сухих смешанных солей показано, что при охлаждении до температуры +5 ÷ -5 °С степень осаждения сульфата натрия составляет 81,58-85,43%, содержание сульфата натрия снижается с 15,31% до 2,20-2,82%, содержания хлоридов натрия и магния повышаются и составляют 6,61-6,74% и 5,54-5,64%, соответственно. Скорость фильтрации по твердой фазе составляет 4234-5486 кг/м²· ч.

4. Исследованы процессы очистки растворов сухих смешанных солей после вымораживания сульфата натрия от остаточных количеств сульфатов с использованием отхода содового производства - дистиллерной жидкости. Показано, что введение дистиллерной жидкости в количестве 100-102% от стехиометрической нормы окиси кальция на остаточное содержание сульфатов в растворе позволяет снизить содержание сульфатов с 1,75% до 0,22-0,23%.

5. Изучением процессов переработки мирабилита, выделенного из сухих смешанных солей, установлено, что при многократной циркуляции маточный растворов после выпарки и отделения сульфата натрия обогащается солями кальция, магния, натрия, загрязняя готовый продукт. Очистка от примесей

известково- содовым методом при норме гидроксида натрия 100% от стехиометрии на образование гидроксида магния и норме карбоната натрия 100-105% на связывание окиси кальция позволяет получить растворы не содержащие соединения кальция и магния, а содержание хлористого натрия составляет не более 0,70%. Полученный при этом сульфат натрия практически весь соответствует высшему сорту.

6. Исследованиями по декальцинации дистиллерной жидкости мирабилитом, выделенным из сухих смешанных солей, рапой и сухих смешанных солей Караумбета установлены оптимальные технологические параметры очистки дистиллерной жидкости - норма сульфата натрия 100-105% на связывание ионов кальция, температура 20-30°C, продолжительность процесса не менее 30 минут. При этом степень декальцинации составляет 96,37-97,59%.

Разработана принципиальная технологическая схема и составлен материальный баланс получения очищенного раствора хлористого натрия, пригодного в производстве кальцинированной соды.

7. Результаты исследований по переработке рапы озер Караумбет и Барсакельмес, сухих смешанных солей Караумбета легли в основу разработки технологических схем, составления материальных балансов, апробации технологии получения гидроксида, оксида магния, которые успешно прошли апробацию на АО «Fargonaazot» с выпуском опытных партий. Технология получения сульфата натрия с максимальным выходом продукции высшего сорта внедрения на СП ООО «Сульфат натрий».

8. Проведены предварительные технико-экономические расчеты эффективности производств гидроксида магния, сульфата натрия и очищенных растворов дистиллерной жидкости. Себестоимость гидроксида магния составляет 289,26 тыс. сум при использовании гидроксида кальция и 2259,43 тыс. сум за 1 тонну при использовании гидроксида натрия. Оптовая цена 341,11 тыс. сум и 2316,54 тыс. сум. При выпуске 10 тыс. тонн гидроксида магния экономический эффект от реализации составит 4,5 млрд. и 1,7 млрд. сум, соответственно.

На СП ООО «Сульфат натрий» выпущено более 100 тыс. т сульфата натрия на сумму более 90 млрд. сум. Технология высокоэффективная и энергосберегающая, продукция импортозамещающая и экспортоориентированная.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF
GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY AND TASHKENT
CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

TASHKENT CHEMICAL TECHNOLOGICAL INSTITUTE

BOBOKULOVA OYGUL SOATOVNA

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PROCESSING THE RAW
RESOURCES OF THE LIKES KARAUMBET AND BARSAKELMES TO
HYDROXIDE, MAGNESIUM OXIDE AND SODIUM SULFATE**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Tashkent – 2018

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 B2017.2.PhD/T167.

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: **Mirzakulov Kholdura Chorievich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Seitnazarov Atanazar Reipnazarovich**
doctor of technical science, senior scientific researcher
Kaipbergenov Atabek Tulepbergenovich
doctor of technical science

Leading organization: **Namangan engineering technological institute**

The defense will take place "03" May 2018 at 14⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council No. DSc.27.06.2017.K/T.35.01 at General and Inorganic Chemistry, Tashkent Chemical Technological Institute, (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under №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 "21" of April 2018 y.
(mailing report №13 from 21 April 2018 y.).

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

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

S. Tukhtaev
Chairman of scientific seminar at scientific council on
awarding of scientific degrees, d.ch.s., professor,
academician

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is the development of the technology for the complex processing of the brine of the Karaumbet and Barsakelmes lakes, the dry mixed salts of Karaumbet for hydroxide and magnesium oxide, the Tumryuk deposit for sulphate of the highest grade, the utilization of the distillation liquid - waste from soda production.

The object of the research Karaumbet and Barsakelmes lakes, dry mixed salts of Karaumbet, Tyumryuk deposit, distilled liquid - soda production waste, sodium sulfate, caustic and soda ash, calcium sulfate, halite, hydroxide and magnesium oxide.

The scientific novelty of dissertational research consists in the following:

for the first time, method for complex processing of dry mixed salts of Karaumbet for hydroxide, magnesium oxide and sodium sulfate with simultaneous utilization of the waste of the distillery soda plant was developed;

method has been developed for the complex processing of the brine of Karaumbet and Barsakelmes lakes, dry mixed salts of Karaumbet for hydroxide and magnesium oxide, the Tumryuk deposit for sodium sulphate, the purification of the distillation liquid to produce brine suitable for the production of soda ash;

Sodium sulfate of the highest grade from the Tumryuk deposit is produced with high yield of the finished product;

developed technologies for processing the lag of the lakes Karaumbet and Barsakelmes and dry mixed salts of Karaumbet for hydroxide, magnesium oxide, mirabilite of the Tumryuk field and mirabilite, isolated from dry mixed salts, for high purity sodium sulphate, purification of the distillation liquid to obtain sodium chloride brine.

Implementation of the research results. On the basis of scientific data to development technology of complex processing and brine lakes Karaumbet Barsakelmes and dry mixed salts of Karaumbet on hydroxide and magnesium oxide, as well as mirabilite Tumryuk deposit over sodium sulfate skilled maximum output:

the patent Intellectual Property Agency of Uzbekistan for “Method for processing natural brines containing chlorides and sulfates of sodium and magnesium” (№ IAP 04526). As a result, it becomes possible to obtain magnesium hydroxide from sulfate-chloride solutions of brine and dry mixed salts with the use of sodium and calcium hydroxides;

technology of brine lakes of Karaumbet and Barsakelmes on hydroxide and magnesium oxide was tested at JSC “Farg’onaazot” (The reference of “Uzkimyosanoat” from April 6, 2018 № 03-351/A). As a result, it becomes possible to obtain hydroxide of magnesium sulfate-chloride solutions with a content of magnesium hydroxide is not less than 98.2% with sodium hydroxide and not less than 95.0% when using calcium hydroxide.

technology for producing sodium sulfate from maximum yield premium product from mirabilite, isolated from dry mixed salt, mirabilite and natural Tumryuk implemented in JV “Sodium Sulfate” (The reference of

“Uzkimyosanoat” from April 06, 2018 № 03-351/A). As a result, it will allow to obtain import-substituting and export-oriented chemical products, provide the chemical industry with valuable chemical raw materials, save currency funds.

The structure and volume of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusion, the list of references, applications. The volume of the dissertation is 112 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

Список опубликованных работ

List of published works

I бўлим(I часть; part I)

1. Бобокулова О.С., И.И., Усманов., Мирзакулов Х.Ч. Соли озер Караумбет и Барсакельмес - сырье для получения солей магния. // Химия и химическая технология. –Ташкент, 2014 – № 1. – С.11-17. (02.00.00 № 3).

2. Бобокулова О.С., Меликулова Г.Э., Сидиков А.С., Мирзакулов Х.Ч. Исследование физико-химических характеристик растворов при очистке рапы озер Караумбет и Барсакельмес // Химическая технология. Контроль и управление. - Ташкент, 2014 – № 3. – С. 29-34. (02.00.00 № 10).

3. Бобокулова О.С., Тожиев Р.Р., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Разработка технологии производства гидроксида и оксида магния из рапы озер Караумбет и Барсакельмес // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2015. – т. 92. №6. - С. 272-279. (02.00.00 № 21).

4. Бобокулова О.С., Мавлянова М.Н., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса очистки рапы озер Караумбет и Барсакельмес при получении гидроксида магния // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2016. № 9 (30). - С. 32-36. URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/3644>. (02.00.00 № 1).

5. Bobokulova O.S., Talipova H.S., Mirzakulov Kh.Ch. Research of process of reception of the pure solutions of chlorides of sodium and magnesium from the dry mixed salts of lake Karaumbet // « Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – Austria, Vienna, Januar-February 2017. – № 1. P. 72-75. (02.00.00 № 2).

6. Бобокулова О.С., Адинаев Х.А., Зулярова Н.Ш., Мирзакулов Х. Ч. Исследования процесса получения мирабилита из сухих смешанных солей озера Караумбет // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2017. № 4 (37). - С. 60-63. URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/4605>. (02.00.00 № 1).

Патентлар (патены; patents)

II бўлим (II часть; part II)

7. Патент РУз № IAP 04526. Способ переработки природных рассолов, содержащих хлориды и сульфаты натрия и магния / Туробжонов С.М., Мирзакулов Х.Ч., Асамов Д.Д., Халмуминов С.А., Кузнецова Ж.Н., Бардин С.В., Годжиев Р.Р., Бобокулова О.С., Джураева Г.Х. // Расмий ахборотнома. – 2012. - №7.

Илмий тўпламларда эълон қилинган мақолалар ва тезислар
Статьи и тезисы, опубликованные в сборниках научных трудов
Articles and theses, published in collected scientific works III бўлим (III
часть; part III)

8. Бобокулова О.С., Мирзакулов Х.Ч., Джураева Г. Х. Испытания технологии получения гидроксида и оксида магния из рапы озер Караумбет и Барсакельмес // Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефтегазовой и пищевой промышленности: Сб. мат. Респ. Науч. – техн. конф. 28-29 октября 2010. – Кунград, 2010. – С. 140-141.

9. Бобокулова О.С., Мирзакулов Х.Ч., Джураева Г. Х. Получение гидроксида и оксида магния из рапы озер Караумбет и Барсакельмес // Ал-Хоразмий номидаги Урганч Давлат университети. Кимё ва кимё-ехнологиянинг долзарб муаммолари: Республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами II том. – Урганч, 2011. – 52-53 бет.

10. Бобокулова О.С., Тожиев Р.Р., Мирзакулов Х.Ч., Джураева Г. Х. Гидроксид магния из рапы озера Караумбет // Проблемы предмета биоорганической химии: VII- Республиканской конференции молодых химиков. 25-26 ноября 2011. – Наманган, 2011. – С. 43-44.

11. Бобокулова О.С., Жураева Г.Х., Мирзакулов Х.Ч. Получение гидроксида магния из рапы озера Караумбет // Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов: Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. 19-20 января 2012. – Ташкент, 2012. С. 314-316..

12. Бобокулова О.С., Айтмуродов Т.П., Меликулова Г.Э., Мирзакулов Х.Ч. Исследование свойств растворов процесса обессульфачивания рапы озер Караумбет и Барсакельмес // Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойихалар амалиётга тадбиқ этиш муаммолари: Республика илмий-техник конференцияси материаллари. – Жиззах, 2014. - 314-315 бет.

13. Бобокулова О.С., Айтмуродов Т.П., Мирмусаева К.С., Мирзакулов Х.Ч. Исследования процессов подготовки рапы озер Караумбет и Барсакельмес для промышленной переработки // Ишлаб чиқаришда ва таълимда инновацион ғоялар: Республика илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами. - Бухоро, 2014. - 119-120 бет.

14. Бобокулова О.С., Айтмуродов Т.П., Меликулова Г.Э., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса обессульфачивания рапы озера Караумбет // Тезисы докладов 78-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием): - Минск: БГТУ 2014. – С. 92.

15. Бобокулова О.С., Айтмуродов Т.П., Соддиқов С.Ф., Мирзакулов Х.Ч., Сидиқов А.С. Исследование процессов концентрирования рапы озера Караумбет // Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефте-газовой и пищевой промышленности: Сборник трудов Республиканский научно-технический конференции. 18 ноября 2014. – Ташкент, 2014. – С. 152-153.

16. Бобокулова О.С., Шомуротова М.Р., Тожиев Р.Р., Айтмуратов Т.П. Исследование процесса комплексной переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес // Симпозиум «Химия для биологии, медицины, экологии и сельского хозяйства»: Материалы Санкт-Петербургской конференции. 24-26 ноября 2015. - Санкт-Петербург, 2015. – С. 92-93.

17. Бобокулова. О.С., Шамуратова М.Р., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса переработки сухих смешанных солей озера Караумбет // Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефтегазовой и пищевой: Сборник Республиканский научно-технический конференции. 18-20 ноября 2015. – Ташкент, 2015. - С. 103-104.

18. Бобокулова. О.С., Шамуратова М.Р., Талипов Ф.Р., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса переработки рапы озера Караумбет на гидроксид магния // Актуальные проблемы отраслей химической технологии: Материалы международной научно-практической конференции. 10-12 ноября 2015. – Бухара, 2015. – С. 44-46.

19. Бобокулова О.С., Мирзакулов Х.Ч., Шомуратова М. Р. Получение гидроксида магния из сухих смешанных солей озера Караумбет // «Умидли кимёгарлар»: Труды XXII – Научно-технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалаврианта. 5-8 апрель 2016 год. Ташкент, 2016. С – 50-51.

20. Бобокулова О.С., Шамуратова М.Р., Мирзакулов Х.Ч. Получение сульфата натрия из сухих смешанных солей озера Караумбет // Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической, нефтегазовой и пищевой промышленности: Международный научно-техническая конференция. 26-27 мая 2016. – Ташкент, 2016. - С. 395-396.

21. Бобокулова О.С., Соатов Н.Х., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Сульфата натрия из мирабилита, выделенного из сухих смешанных солей озера Караумбет // Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития. 15-16 ноября 2016. - Навои, 2016. – С. 314

22. Бобокулова О.С., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса получения чистых растворов сульфата натрия // Озиқ-овқат ва кимё саноатида чиқиндисиз ва экологик самарадор технологияларни қўллаш республика илмий-амалий анжуман. 14 марта 2017. – Наманган, 2017. – С. 132-133.

23. Бобокулова О.С., Соатов Н.Х., Рахмонов Ш.Т., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса получения растворов сухих смешанных солей озера Караумбет // Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Сборник трудов межвузовской научно-технической конференции. Ташкент, 2017. - Часть 1. С. 228.

24. Бобокулова О.С., Тожиев Р.Р., Мирзакулов Х.Ч. Исследования по получению сульфата натрия из мирабилита Гумрюкского месторождения и сухих смешанных солей озера Караумбет // IX международной научно-конференции: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса» . 12-14 июня 2017. – Навои, 2017. - С. 431

Автореферат «Ўзбекистон кимё журнали» таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди.

Бичими 60x84 ¹/₈. «Times New Roman» гарнитураси. Офсет усулида босилди.
Шартли босма табағи 3. Адади: 100. Буюртма: №8 .

«ЎзР Фанлар академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилди.
100170, Тошкент, Зиёлилар кўчаси, 13 уй.