

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**БАЙРАЕВА ДИЛДОРА АШУРБАЕВНА**

**ПАСТ НАВЛИ ТЮБЕГАТАН КОНИ СИЛЬВИНИТЛАРИНИ  
ФЛОТАЦИОН-ГАЛУРГИК УСУЛИДА БОЙИТИШНИ ТЕЖАМКОР  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

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

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

**Тошкент – 2025**

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

**Байраева Дилдора Ашурбаевна**

Паст навли Тюбегатан кони сильвинитларини флотацион-галургик  
узулида бойитишни тежамкор технологиясини ишлаб чиқиш ..... 3

**Байраева Дилдора Ашурбаевна**

Разработка ресурсосберегающей технологии флотационно -  
галургического обогащения низкосортных сильвинитов  
Тюбегатанского месторождения ..... 21

**Bayraeva Dildora Ashurbaevna**

Development of resource-saving technology for flotation-halurgical  
enrichment of low-grade sylvinites of the Tyubegatan deposit ..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 42

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**БАЙРАЕВА ДИЛДОРА АШУРБАЕВНА**

**ПАСТ НАВЛИ ТЮБЕГАТАН КОНИ СИЛЬВИНИТЛАРИНИ  
ФЛОТАЦИОН-ГАЛУРГИК УСУЛИДА БОЙИТИШНИ ТЕЖАМКОР  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

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

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

**Тошкент – 2025**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2023.2.PhD/Т1053 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертацияси Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

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

**Илмий раҳбар:**

**Эркаев Актам Улашевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий опонентлар:**

**Кучаров Бахром Хайриевич**  
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

**Реймов Ахмед Мамбеткаримович**  
техника фанлари доктори, профессор, академик

**Етақчи ташкилот:**

**Наманган давлат техника университети**

Диссертация химояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2025 йил «05» август соат 14<sup>00</sup> 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: [ionx@academy.uz](mailto:ionx@academy.uz).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 80 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо-Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-90.)

Диссертация автореферати 2025 йил «14» июл куни тарқатилди.  
(2025 йил «14» июлдаги № 80 рақамли реестр баённомаси).



**Усанбаев Н.Х.**

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., проф.

**Шукуров Ж.С.**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
котиби, т.ф.д., проф.

**Намазов Ш.С.**

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда жаҳонда кимё саноатини модернизациялаш ва ишлаб чиқариш корхоналарининг хом ашё базасини маҳаллийлаштириш масаласи юқори долзарбликка эга. Шу нуқтаи назардан маҳаллий хом ашё манбаларидан оқилона фойдаланиш ва ишлаб чиқариш жараёнларида юқори самарали илғор технологияларни жорий этиш муҳим вазифалардан ҳисобланади. Айниқса, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар номенклатурасининг жаҳон стандартларига тўлиқ жавоб бериши миллий иқтисодийнинг рақобатбардошлигини таъминлашда муҳим омил бўлиб хизмат қилади. Шу боис, табиий ресурсларни қазиб олиш, бойитиш ва чиқиндиларни қайта ишлаш жараёнларида атроф-муҳитни ифлослантирмайдиган экологик тоза технологияларни қўллаш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда калий саноатида паст сифатли табиий ресурслардан юқори сифатли маҳсулотлар олишни таъминлайдиган иқтисодий самарадор технологияларни яратишга қаратилган бир қатор илмий ишлар олиб борилмоқда. Бу борада паст навли сильвинитларни маҳаллий шлам депрессорларидан фойдаланган ҳолда флотациялаш жараёнининг мақбул шароитларини аниқлаш, маҳаллий депрессорлари комбинациясининг технологик жараёнга таъсирини ўрганиш ва флотацион калий хлориднинг чангли фракциясини қайта ишлаб сифатли маҳсулот олиш технологияларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда фойдали қазилмаларни чуқур қайта ишлаш, уларнинг самарадорлигини ошириш ва технологик жараёнларда ресурсларни тежайдиган, маҳаллий хом ашёдан самарали фойдаланиш ва уларни замонавий ва инновацион қайта ишлаш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. 2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясининг учинчи йўналишида “Миллий иқтисодий барқарорлигини таъминлашга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, ялпи ички маҳсулотда саноат улушини ошириш ва саноат ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 бараварга кўпайтириш” каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, маҳаллий хом ашёлардан унумли фойдаланиб, Тюбегатан конининг паст навли сильвинитларидан флотацион ва галургик калий хлорид ишлаб чиқариш технологияларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 сон фармони “2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”<sup>1</sup>ги Фармони, 2021 йил 13 февралдаги ПҚ-4992-сон “Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори кўшилган қийматли кимёвий маҳсулотлар ишлаб

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистонни тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони

чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқлиги.** Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Адабиётларда сильвинитларни бойитиш, флотацион ва галургик маҳсулотлар олиш бўйича олиб борилган илмий тадқиқотлар кенг таҳлил қилиниб, ушбу соҳадаги муҳим илмий ютуқлар ва ривожланиш тенденциялари ёритилган. Адабиётларда сильвинитларни флотация ва галургик бойитиш усуллари орқали калий хлорид маҳсулотини олиш бўйича илмий тадқиқот ишлари кенг ёритилган. Жаҳонда Волкова А.В., Миролубов В.Р., Высоцкий Е.А., Баяндина Е.О., Исаева Г.А., Шаститко Т.С., Тетерина Н.Н., Давыдов А.В., Раймонд Вальтер, Цафпыгин Ю.К., Дормешкин О.Б., Воробьев Н.И., Гаврилюк А.Н., Копэнгафер В.К., Томас Х. Нойман, Раулиндо Р. Луна, Робин Ринни ва бошқа бир қатор олимлар томонидан калий маъданларини флотацион бойитиш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Ўзбекистоннинг Тюбегатан конидаги сильвинит маъданларини комплекс бойитиш бўйича мамлакатимиз олимлари: Набиев М.Н., Осичкина Р.Г., Тухтаев С., Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Эркаев А.У., Мирзакулов Х.Ч., Самадий М.А., Тоджиев С.М., Усманов И.И., Реймов А.М., Сейтназаров А.Р. ва бошқалар томонидан илмий ишлар олиб борилган. Улар томонидан тадқиқот объекти сифатида асосий таркибий қисми юқори бўлган сильвинит маъданлари танланган, бироқ маҳаллий шлам депрессорларидан фойдаланиш тўғрисида маълумотлар мавжуд эмас.

Шундай қилиб, ҳозирги вақтгача Ўзбекистон Республикаси олимларининг ишларида флотация ёки галургик ишлов бериш жараёнлари кўриб чиқилган, аммо калий хлоридни Тюбегатан конининг паст навли калий маъданларини флотация-галургик усул билан бойитиш тўлиқ ўрганилмаган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган олий-талим муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ ИЗ-20170929673 – “Тюбегатан конининг паст навли сильвинитларидан флотацион усулда калий хлорид ишлаб чиқариш технологиясини жадаллаштириш ва такомиллаштириш” (2018-2019 йй.) мавзусидаги, ҳамда ИЗ-2020002234 – “Қишлоқ хўжалиги” йўналиши бўйича: “Қишлоқ хўжалиги экинлари учун хлорсиз калийли ўғитларни узлуксиз ишлаб чиқариш технологиясини яратиш” (2020-2022 йй.) мавзусидаги инновацион лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Тюбегатан паст навли сильвинит маъданларини маҳаллий флотацион реагентлар иштирокида флотация-галургик усул билан бойитишни физик-кимёвий ва технологик асосларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

калий минералларини бойитишнинг флотацион ва/ёки галургик усулларига бағишланган илмий адабиётларни таҳлил қилиш;

шламни тозалашда турли маркадаги депрессорларини биргаликда қўллашда мақбул нисбатни аниқлаш;

флотация жараёнида флотореагентлар таркибининг асосий технологик кўрсаткичларга таъсирини ўрганиш;

галургия усулида флотацион калий хлорид чангли фракциясини қайта ишлашнинг назарий ва технологик асосларини ишлаб чиқиш;

модель қурилмаларда шлам депрессорларининг турли хил эритувчиларидан фойдаланган ҳолда флотацион калий хлорид олиш жараёнининг аналитик кўрсаткичларига кириш технологик параметрларининг таъсир қилиш хусусиятини аниқлаш;

$KCl-NaCl-H_2O$  диаграммаси асосида флотацион калий хлорид чанг фракциясини назарий таҳлил қилиш ва технологик омилларнинг ўзгариш диапазонини танлаш;

флотацион маҳсулотнинг чангли фракциясидан кристалл калий хлорид олишнинг оптимал кўрсаткичларига технологик параметрларнинг таъсирини ўрганиш;

технологик схемаларни, моддий балансни ишлаб чиқиш ва таклиф этилаётган технологиянинг техник-иқтисодий ҳисоб-китобларини амалга ошириш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Тюбегатан конининг паст навли сильвинит рудаси, “Деҳқонобод калий заводи” АЖда олинадиган флотацион калий хлориди, натрий хлориди, унинг чангли фракцияси ҳамда флотацион бойитиш жараёнида ҳосил бўладиган шламлар, крахмаллар (маккажўхори ва сечкалар), соапсток, турли маркадаги  $NaKMnO_4$  олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** Тюбегатан конининг паст навли сильвинит рудаларини флотацион-галургик усулда маҳаллий депрессорлар ва флотореагентлар композицияларидан фойдаланиб бойитиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишини бажаришда аналитик, графоаналитик, рентгенографик, ИҚ-спектроскопия, электрон микроскопик, дифференциал-термик, ВПЖ вискозиметр, рН-метр ва визуал-политермик таҳлил усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

илк бор Тюбегатан конининг паст навли сильвинитларини флотацион бойитиш самарадорлигига турли маркадаги шлам депрессорларининг таъсири аниқланган;

флотореагентларни системаларини қўллашнинг мақбул шароитлари ва уларнинг жараённинг технологик кўрсаткичларига таъсири аниқланган;

оқ кристалланган KCl ни юқори даражада ажратиб олишни таъминлайдиган галургия усулида флотацион калий хлориднинг чангли фракциясини қайта ишлашнинг назарий асослари ишлаб чиқилган;

жараённинг турли босқичларида ишлатиладиган реагентларнинг таркиби ва концентрациясига қараб технологик параметрларнинг ўзгариш қонуниятлари аниқланган;

биринчи марта KCl-NaCl-H<sub>2</sub>O тизимининг ҳолат диаграммасидан фойдаланган ҳолда чанг фракциясидан юқори тозаликдаги кристалл калий хлорид олиш учун асосланган технологик кўрсаткичлар ишлаб чиқилган;

чанг фракцияларини қайта ишлашни ҳисобга олган ҳолда такомиллаштирилган технологик схема, шу жумладан жараённинг моддий баланси ва техник-иқтисодий асослари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

анъанавий органик реагентлар ўрнига крахмал ва натрий-карбоксиметилцеллюлоза (NaКМЦ)дан фойдаланган ҳолда паст навли сильвинитларни флотацион бойитиш технологияси ишлаб чиқилган.

флотацион маҳсулотнинг чангли фракциясидан кристалл калий хлоридни ажратиб олиш шароитлари аниқланган.

таклиф этилган технологик ечимларнинг самарадорлигини баҳолаш учун “Дехқонобод калий заводи” АЖ базасида тажриба синовлари ўтказилди. Тажрибалар давомида ишлаб чиқаришнинг моддий баланслари тузилди, техник ва иқтисодий ҳисоб-китоблар, технологиянинг самарадорлиги илмий асосланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил усуллари (рентгенографик, дифференциал-термик, электрон-микроскопик, ИҚ-спектроскопик ва визуал-политермик) ёрдамида олинган маълумотлар, шунингдек, лаборатория синовлари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти реакция тизимдаги компонентларнинг ўзаро таъсир механизми ва кетма-кетлигини илмий асослаш, технологик жараён параметрларини бошқариш, шунингдек, турли марқадаги NaКМЦ ёрдамида калий хлоридни флотацион ажратиб олиш жараёнининг асосий илмий қонуниятларини аниқлаш ва тизимлаштириш билан изоҳланади. Шунингдек, тадқиқот доирасида амалий жиҳатдан муҳим йўналиш бўлган флотацион калий хлориднинг чангли фракциясидан оқ кристалли KCl олиш имкониятлари яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти паст навли сильвинитлардан флотация усулида олинган калий хлориднинг чангли фракциясидан маҳаллий флотореагентларни қўллаб, йирик кристалли юқори сифатли калий хлорид олиш технологияси йўлга қўйилади. Бу нафақат импорт қилинадиган флотореагентлар ўрнини босиш, балки бир вақтнинг ўзида экспортга

йўналтирилган сифатли калий хлорид ишлаб чиқариш имконини беради ва натижада, маҳсулотга бўлган эҳтиёжларини қондиришга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Тюбегатан конининг паст навли сильвинит, флотореагентлар ва энергия ресурсларини тежайдиган флотацион-галургия технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

кристалли калий хлоридни олиш технологияси “Электрокимё завод” ҚК АЖ да амалиётга жорий этилган (“Электрокимё завод” ҚК АЖнинг 2024 йил 29 майдаги 57-сонли маълумотномаси). Натижада, хлорсиз калий тузларини ишлаб чиқариш учун хом ашё олиш имконини беради;

калий рудасини флотация бойитиш усулига Ўзбекистон Республикаси Адлия вазирлиги томонидан ихтирога патент олинган (IAP № 06164.11.02.2020). Натижада флотацион калий хлоридни олишда NaKMЦ ни маҳаллий депрессор сифатида ишлатиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 6 та Республика ва 2 та халқаро илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг PhD докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан, 2 таси Республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган ва 1 та ЎЗР патенти олинган.

**Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши.** Диссертация таркиби кириш, 4 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, шартли белгилар ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 120 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида тадқиқотни ўтказишнинг долзарблиги ва зарурати, ўтказилган тадқиқотларнинг Республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги, шунингдек диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи, муаммонинг ўрганилганлик даражаси кўрсатилган. Тадқиқотнинг мақсади, вазибалари ва усуллари ҳам шакллантирилган, тадқиқотнинг амалий натижалари, шунингдек илмий, амалий аҳамияти, тадқиқот натижаларининг апробацияси ва нашр этилиши, диссертациянинг тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **Биринчи бобида** паст навли сильвинитларни бойитиш технологиясини такомиллаштириш, хом ашё базасини кенгайтириш ва иқтисодиётнинг турли соҳаларида калийни қўллаш таҳлили ҳамда сильвинитларни бойитишда флотацион реагентлардан фойдаланиш муаммоларининг турли жиҳатлари кўриб чиқилган. Адабиётлар таҳлили Тюбегатан конидан сильвинитларни флотация-галургик бойитиш учун ресурсларни тежайдиган технологияни ишлаб чиқиш зарурлигини кўрсатади.

Диссертациянинг «Тадқиқот объектлари ва усуллари» деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектларининг таркиби ва хусусиятлари, тажрибалар ўтказиш усуллари, шунингдек синтез қилинган маҳсулотларни кимёвий таҳлил қилиш ва физик-кимёвий тадқиқот усуллари, ҳам ашё ва маҳсулотларнинг физик-кимёвий хусусиятлари хақида маълумотлар келтирилган ва ўрганилган.

Диссертациянинг «Маҳаллий депрессорларнинг флотацияда калий тузларига таъсирини ўрганиш» деб номланган учинчи бобида турли маркадаги карбоксиметилцеллюлозанинг физик-кимёвий ва реологик хусусиятларини ўрганиш натижалари ва уларнинг флотация жараёни пайтида калий хлоридни чиқишига депрессорни ва депрессор аралашмаларининг флотация жараёнига таъсири; экспорт маҳсулотлари терпен ёғи, суюқ парафинни эфиральдегид фракция пиролиз дистиллятига алмаштириб тайёрланган флотореагентлар композициясини кўпириш, кўпик барқарорлиги ва уларни крим зонали паст навли  $>1.6 <1\text{мм}$  сильвинитни бойитиш жараёнига таъсири; шунингдек, галургик усулда флотация маҳсулотининг чанг фракциясидан оқ калий хлорид кристалларини олиш жараёнини  $\text{NaCl-KCl-H}_2\text{O}$  диаграммасида таҳлили галургик калий хлорид ишлаб чиқариш жараёнига технологик омилларнинг таъсири; оралик суспензияларнинг реологик хусусиятлари келтирилган.

Калийли ўғитлар ишлаб чиқариш учун катта миқдордаги ҳам ашё керак. Ўзбекистон Республикасида бундай ҳам ашё Тубегатан конининг сильвинитлари ҳисобланади. Модификатор ёрдамида концентратга  $\text{KCl}$  нинг энг кўп миқдорда экстракция бўлиши учун аминнинг шламларда сорбциялаш даражасини камайтирганда эришилади. Сорбциялаш жараёни тадқиқоти ва флотация тажрибалари натижаларини таққослашдан келиб чиқадики, 25-30%  $\text{KCl}$  ва 4% э.қ. дан иборат сильвинитларни бойитишда, йиғич 100 г/т, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) модификатори 500-800 г/т, яъни глиनावий-карбонатли шлам жиҳатидан 2,5 мг/г амин 15-20 мг/г модификаторга сарф бўлади. Аминнинг бу миқдори модификатор сиртини қайта ишлаш пайтида 20-30 % ва шламларда деярли бутунлай сўрилади.

Дехқонобод калийли ўғитлар заводида ҳозирги технологияга мувофиқ флотация жараёни заррача ҳажми 1 мм дан кам бўлган фракциялар билан амалга оширилади. Шу сабабли флотацияланган калий хлоридни совутиш босқичида чангни бостирувчи реактив-саноат мойи И-40 ёки гидравлик мойи Rando HD-46 тайёр маҳсулотга нисбатан 2,5 кг/т миқдорида, шунингдек, силжишга қарши реактив-амин  $\text{C}_{16} - \text{C}_{18}$  тайёр маҳсулотга нисбатан 0,25 кг/т миқдорида юқори чангланиш ва қаттиқ массаларга айланишининг олдини олиш мақсадида ишлатилади.

Калий хлоридни йирик заррача флотацион бойитиш жараёни ёрдамида юқори сифатли тозаланган калий хлоридни олиш ва маҳсулот таннархини пасайтириш мақсадида чанг бостиргич ва қаттиқ массаларга айланишини олдини олувчи модданинг сарфини камайтириш усули қўлланилди.

Шлам модификаторларининг куйидаги маркалари ишлатилган (1-жадвал).

1-жадвал

**25°C хароратда синовдан ўтган шлам модификаторларининг реологик хусусиятлари**

Намуна рақамлари ва маркалари												
КМЦ турлари											Крахмал (гуруч)	Крахмал (жўхори)
Қовушқоқ-лик, мм <sup>2</sup> /сек	№1	№2	№3	CELL HV	PAC HV 85%	PAC LV № 21	PAC LV	CMC HV	CMC LV	Na КМЦ		
	3.450	3.362	4.802	89.60	1022.0	14.72	14.99	78.43	32.77	5.368	1.308	2.627
Зичлик, г/см <sup>3</sup>	1.002	1.006	1.003	1.003	1.049	1.002	1.003	1.005	1.005	1.000	1.000	1.025

Сильвинит маъданларини лаборатория шароитида турли маргадаги NaКМЦ асосидаги депрессор реагент ёрдамида бойитиш бўйича бир қатор тажрибалар ўтказилди. Карбоксиметилцеллюлоза – NaКМЦ натрий тузининг 0,5-1,0% эритмасидан 600-1200 полимерланиш даражаси билан 60-80 г миқдорида 1 тонна бойитилган дастлабки сильвинитни депрессор реагенти сифатида ишлатиш куйидаги афзалликларни беради:

- депрессор реактивининг кам истеъмоли – 60-160 г/т маъдан;
- узоқ муддатли сақлаш вақтида эритманинг барқарорлигини ошириш;
- крахмални ишлатишдан кўра маъдан таркибидаги темир ва магний хлоридларининг кўпайиши билан янада самарали таъсир;
- тўқимачилик саноати чиқиндилари утилизация қилинмоқда;
- харажатлар маълум усулга нисбатан 1,8 баравар камаяди.

Юқорида ўрганилган депрессорларга асосланиб, флотация жараёнига 1-жадвалда крахмал (№12) ва NaКМЦ (№10) ижобий таъсир кўрсатади.

2,5% крахмал эритмасининг 1% га нисбати 3,6:1 дан 1:4,8 гача сақлаб турилади ва флотация жараёнининг қолган шартлари ўзгартирилмади: маъдан - шламсизлантирилган (1>) - 400 г масса улуши %: 29 – KCl, 1,66 - э.к.; 1200 г - зичлиги 1,235 г/см<sup>3</sup> бўлган сильвинитнинг туйинган эритмаси; йиғич - 1,8 г. Таркибий қисмларнинг янада кўпайиши калий хлорид чиқишини пасайишига олиб келади.

Шундай қилиб, олинган маълумотларга асосланиб, танланган депрессор аралашмаларининг фаоллик доирасини аниқлаш мумкин:

- 1 мл (крахмал): 1 мл (NaКМЦ) нисбатда (62,5 г:25 г)  
10 ≥ 1 ≥ 2 ≥ 6 ≥ 3 ≥ 4 ≥ 5;
- 2 мл (крахмал): 1 мл (NaКМЦ) нисбатда (125 г:25 г)  
10 ≥ 1 ≥ 2 ≥ 3 ≥ 5 ≥ 6 ≥ 4;
- 2,8 мл (крахмал): 1 мл (NaКМЦ) нисбатда (175 г:25 г)  
2 ≥ 10 ≥ 3 ≥ 4 ≥ 6 ≥ 5.

Олинган қиёсий маълумотлардан келиб чиқадики, NaKMЦ нинг 10, 1 ва 2 намуналари энг яхши натижани кўрсатади.

Амалдаги сильвинит маъдани 2-жадвалда келтирилган.

## 2-жадвал

### Сильвинит маъданининг масса улушларида гранулометриқ таркиби

Заррачалар ўлчами, мм	<1,60 ÷ >1,25	<1,25 ÷ >1,00	<1,00 ÷ >0,50	<0,50 ÷ >0,10	<0,10
Заррачалар таркиби, масса улуши, %	22,5	22,08	21,4	22,92	11,1

Қатламларда сувда эримайдиган қолдиқ (э.қ.) ва калий хлорид ўртасидаги муносабатни аниқлаш учун маъданнинг фракция таркибини унинг кимёвий таркибига таъсири ўрганилди. Шу мақсадда маълум ўртача концентрацияли майдаланган маъдан заррачалари куйидаги диаметрли фракцияларга бўлинган, мм: 1,60>1,25; 1,25>1,00; 1,00>0,50; 0,50>0,10; <0,10.

Фракция таркиби, Қ:С нисбати ва тиндириш давомийлиги шламсизлантириш даражасига ижобий таъсир кўрсатади.

Қ:С нисбатининг 1:2 дан 1:4 гача ортиши шламсизлантириш даражасини 2% га оширади ва нисбатнинг яна ортишига сезиларли таъсир қилмайди яъни шламсизлантириш даражаси 1,5% дан ошмайди. Ушбу кўрсаткич бошқа фракцияларда ҳам сақланиб қолади ва чўктириш давомийлигига боғлиқ. Чўктириш давомийлиги 0,5 дан 1,0 дақиқагача ортганда шламсизлантириш даражаси ҳам ортади ва янада 0,5 дақиқага оширилганда эса шламсизлантириш даражасининг 11,7% дан кескин пасайишига олиб келади (худди шу шароитда, Қ:С = 1:4, фракция <1,25 >1,0).

Шламсизлантириш даражаси бир хил шароитда (Қ:С = 1:4, вақт 1 дақ) ўртача фракциялар ўлчами <1,25>1,0 дан <1,0 >1,25 гача бўлганда бу кўрсаткич 11,4% га пасайиб кетади. Шундай қилиб, шламсизлантириш учун мақбул технологик шароитлар куйидагича: Қ:С қисмининг нисбати 1:4, давомийлиги  $\tau$  – 1,0 дақиқа ва фракция ўлчами <1,25 >1,0.

“Деҳқонобод калий заводи” АЖ корхонаси калийли ўғитлар ишлаб чиқаришда фойдаланиладиган флотацион реагентларни чет эл валютасида сотиб олади, бу эса маҳсулот таннархининг ортишига олиб келади.

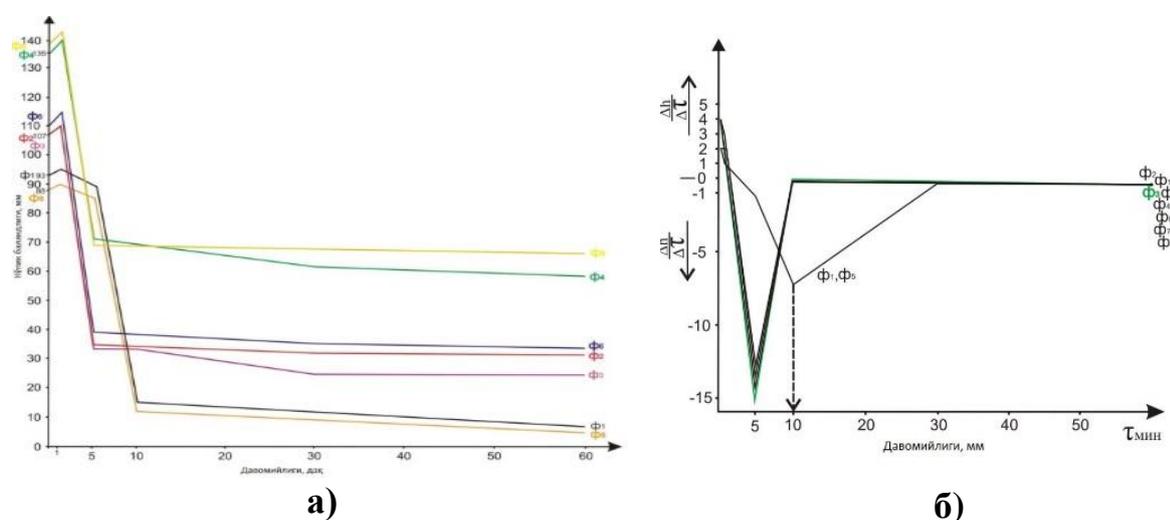
Импорт қилинадиган флотореагентлар ўрнига маҳаллий хом ашёлардан фойдаланган ҳолда флотацион реагентлар ишлаб чиқариш калийли ўғитлар таннархини пасайтириши ва фойда келтириши мумкин.

Паст навли сильвинитдан калий хлоридни олиш жараёнида ишлатиладиган флотореагентлар терпен мойи ва суюқ парафинни лаборатория шароитида маҳаллий хом ашёлар асосида олинган янги флотацион реагентлар эфиральдегид фракцияси ва пиролиз дистилляти билан алмаштириш ва таъсирини ўрганиш мақсадида тадқиқотлар ўтказилди.

Шу мақсадда маҳаллий хом ашёдан олинган Ф-1 – Ф-8 флотацион реагентларнинг композициялари тайёрланди ва уларнинг кўпикланиш даражаси, флотацион қобилятлари (3-жадвал) ва кўпикнинг сўниш кинетикаси (1-расм) ўрганилди.

**Маҳаллий компонентлар кўшилган флотацион реагентлар  
композицияларининг таркиби**

Компонентларнинг номи		Композициялар маркалари, нис.%							
		Ф-1	Ф-2	Ф-3	Ф-4	Ф-5	Ф-6	Ф-7	Ф-8
Кўпик ҳосил қилувчи	Терпен ёғи	100	50	-	-	100	50	-	-
	Эфиральдегид фракцияси	-	50	100	100+50	-	50	100	100
Кўпик кучайтирувчи	Суюқ парафин	100	100	100	100	50	50	-	-
	Пиролиз дистилляти	-	-	-	-	50	50	100	100+50



**1-расм. Маҳаллий флотареагентлар композицияларининг  
кўпикни сўндириш кинетикаси**

Тажрибалар натижаларидан кўриниб турибдики, Ф-4, Ф-6 ва Ф-8 флотацион реагентлари энг юқори кўпикланиш тезлигини кўрсатди. Ушбу намунада кўпик барқарорлиги 0,8-10 мм/дақ. Дифференциал эгри чизиғида кўрсатилгандек (1-расм, а) кўпик сўниш минимуми 5 ва 10 дақиқадан сўнг Ф-4, Ф-8 ва Ф-6 намуналарида навбати билан кузатилади (1-расм, б).

Флотациядан олдин шламсизлантиришнинг биринчи ва иккинчи босқичлари бирлаштирилиб, флотация машинасининг остига аралаштириш учун қуйилади, сўнгра ўз оқим кучи билан флотацияга юборилади. Флотация машинасининг аралаштириш идишига шлам депрессори, асосий флотацион бойитиш бўлимига сильвин йиғгичи қўшилади. Аралаштириш вақти 3 дақиқа давом этади. Олинган суспензия филтрланди ва концентрат суюқ қисмдан ажратилди. Концентрат қуритилиб, ҳосилдорлиги аниқланди. Микроскопик таҳлил гранулаларнинг микро тузилиши билан белгиланадиган сифатини баҳолаш учун муҳимдир.

Қаттиқ моддалар одатда алоҳида майда кристаллардан иборат бўлиб, улар ҳосил бўлиши ёки совутиш ва қуритиш пайтида кристалланиш жараёнида бирлашади ва баъзи ҳолларда улар ингичка кристалли

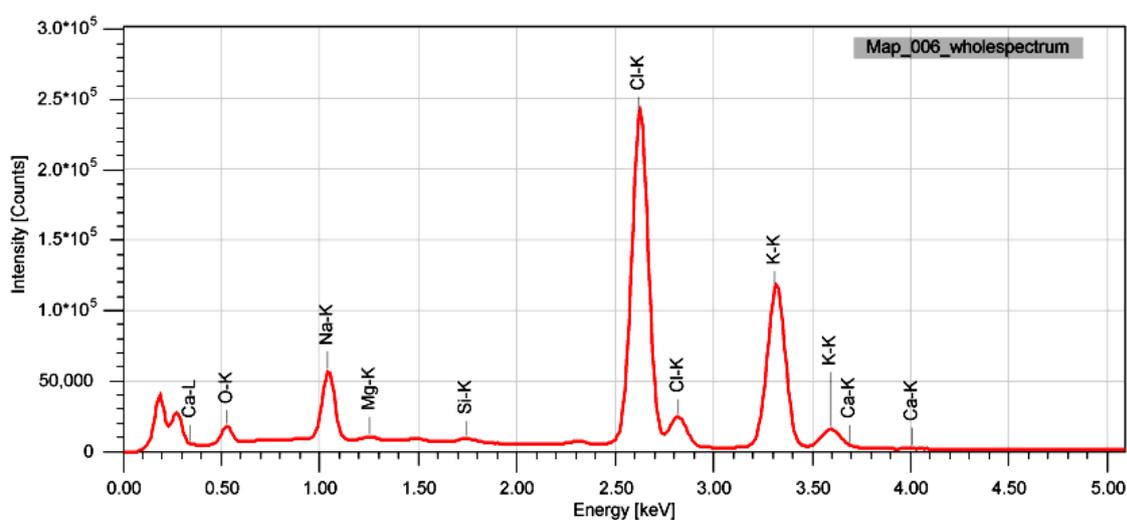
моддаларнинг ингичка қатламлари билан ёпиштирилади. Қаттиқ жисмнинг тўғри тузилишининг бундай оғишлари, микросиниқлар сингари кейинчалик бузилишга олиб келади.

Шундай қилиб, юқоридагилардан келиб чиқадики, импорт қилинган флотацион реагентлар суюқ парафин ва терпен мойи маҳаллий материаллардан флотацион реагентлар билан камида 50% алмаштирилиши мумкин, ҳатто заррача диаметри  $>1 <1,25$  мм бўлган маҳсулотни ишлаб чиқариш учун флотацион реагент режимини танлаш мумкин.

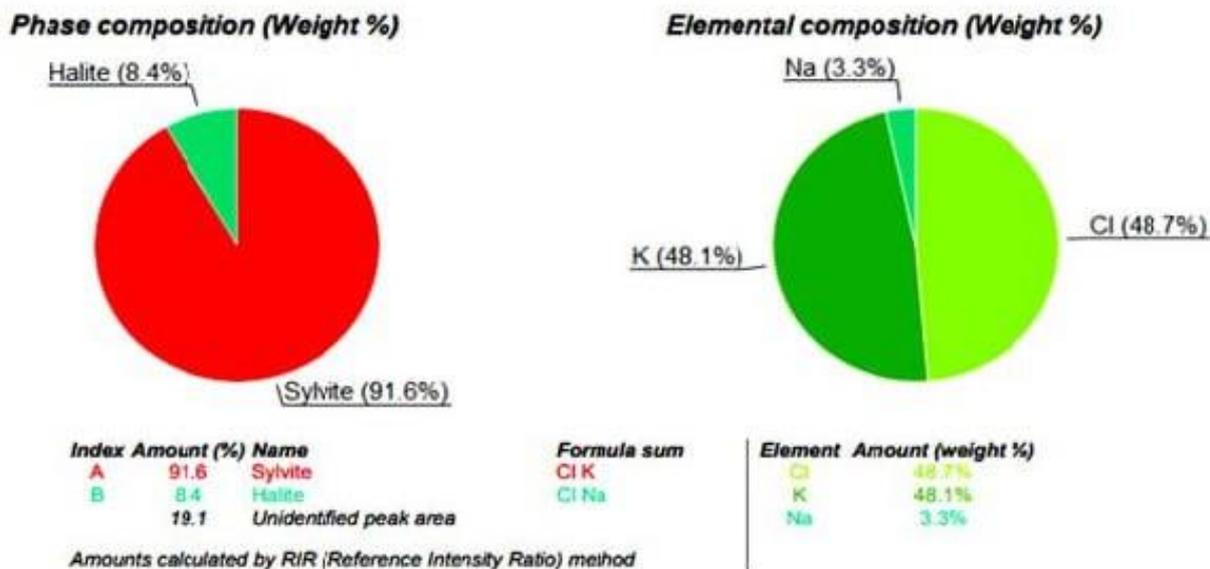
Калий саноатининг асосий маҳсулоти калий хлорид бўлиб, унинг тахминан 95% ўғит сифатида ишлатилади ва қолган 5% бошқа калий бирикмаларига қайта ишланади - KOH, KClO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, KCN ва бошқалар кўплаб соҳаларда қўлланилади: шиша, парфюмерия, бўёк, консерва, чарм, фармацевтика ва ҳоказо. “Дехқонобод калий заводи” АЖда қуритилгандан кейин ҳосил бўлган чанг фракциясидан кристалли калий хлоридни галургик усулда олиш жараёни ўрганилди.



Element	Line	Mass%	Atom%
O	K	2.41±0.01	5.27±0.02
Na	K	4.12±0.01	6.27±0.01
Mg	K	0.22±0.00	0.31±0.01
Si	K	0.23±0.00	0.28±0.01
Cl	K	49.81±0.04	49.18±0.04
K	K	42.78±0.05	38.30±0.05
Ca	K	0.44±0.01	0.38±0.01
<b>Total</b>	K	100.00	100.00



**2-расм. Флотацион калий хлориднинг чанг фракциясининг энергия дисперс спектори ва элементар таркиби (X50 µm да)**

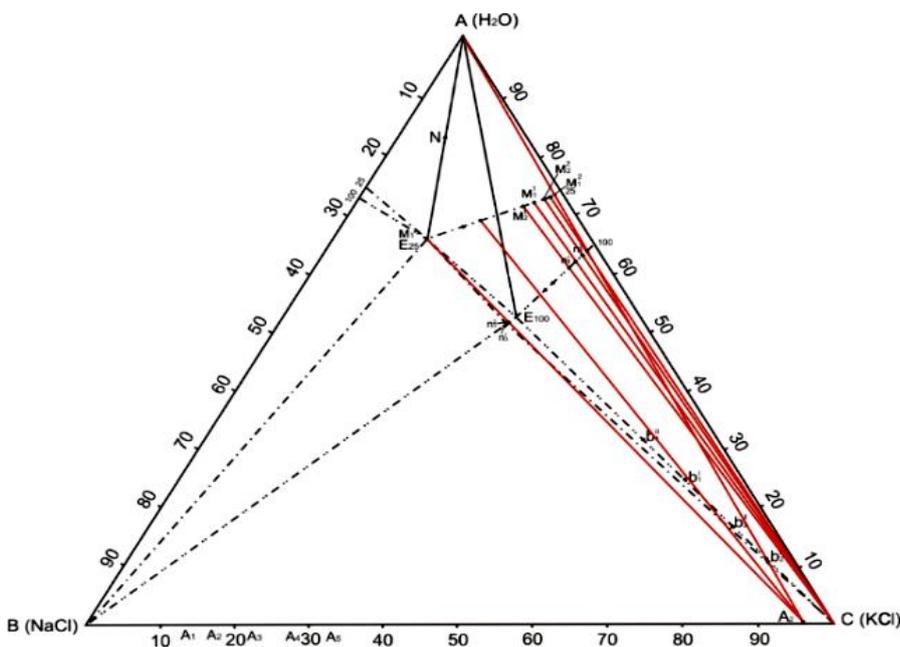


### 3-расм. Рентгенограмма буйича флотацион калий хлориднинг чанг фракциясининг минералогик ва элементар таркиби

Чанг фракциясининг энергия дисперс спектри ва рентген тасвирлари 2 ва 3-расмларда кўрсатилган. Расмдан кўришиб турибдики, Na, Mg, Si ва Ca нинг масса таркиби мос равишда 4,12; 0,22; 0,23 ва 0,44% ни ташкил қилади.

KCl-NaCl-H<sub>2</sub>O тизимидаги 25°C ва 100°C да эрувчанлик изотермаси 4-расмда кўрсатилган, бу ерда маҳсулотлар асосан сільвин (91,6%) ва галит (8,4%) минералларидан иборат эканлигини кўриш мумкин.

(E<sub>100</sub>) тизимнинг фигуратив нуқтаси 100°C ҳароратдаги эвтоник эритмани совутиш пайтида KCl кристалланиш майдонига мос келади. Бинобарин, NaCl ва KCl билан тўйинган эритмани совутганда, KCl чўкмага тушади ва эритманинг таркиби bE<sub>25</sub> калий хлорид билан тўйинганлик эгри чизиғи бўйлаб b дан E<sub>100</sub> гача ўзгаради.



4-расм.  
KCl-NaCl-H<sub>2</sub>O  
tizimidaagi  
politermik  
eruvchanlik  
diagrammasi

$A_2$  нуктада дастлабки чанг фракциясининг конденсацияланмаган оралик махсулот (КОМ) нуктаси жойлашган. КОМ эриш чизиғининг  $AA_n$  калий хлориднинг тўйинганлик эгри чизиғи  $aE_{100}$  билан кесишиши билан фигуратив нукта  $n_n^2$  аниқланади.

Уч турдаги эритувчилар билан эритишнинг учта вариантыни кўриб чиқамиз: сув; N нуктада жойлашган эвтоник эритма билан сув аралашмаси  $E_{25}$  1:1 нисбатда ва эвтоник эритма  $E_{25}$ . Эритиш жараёни дастлаб тоза сув ёрдамида амалга оширилади.  $m_{суб}$  сувининг миқдори  $m_{суб}/m_{НПП}$  нисбати билан белгиланади, бу КОМ кесишмалари ( $A_n n_n^n$ ) ва сув  $An_n^n$  ( $A_n n_n^n / An_n^n$ ) нисбатига тенг.

Агар КСl чўкмаси ажратилгандан сўнг, « $m_n^n$ » эритмаси яна  $100^\circ\text{C}$  га қадар қиздирилса, у жуда тўйинмаган КСl ва фақат озгина тўйинмаган NaCl бўлиб чиқади. Агар бу иссиқ эритма ( $m_n^n$  нуктаси) билан конденсацияланмаган оралик махсулотга (КОМ) чанг фракцияси ( $A_2$  нуктаси) билан ишлов берилса, асосан КСl эрийди. Аралашманинг нуктаси  $aE_{100}$  чизиғида жойлашган. Бундай аралашмани совутганда ( $25^\circ\text{C}$  гача) эритма  $m_n^n$  ва қаттиқ КСl бўлиш керак. Бу ҳолат  $AA_n$  чизиқлари ва  $aE_{100}$  тўйинганлик эгри чизиғининг кесишмасида ётган  $n_n^n$  таркибининг аралашмасига тўғри келади. КОМ ни тўлиқ эритиш учун шундай миқдордаги (эритувчи; A, N ва  $E_{25}$ ) эритмаси, айланма эритма (АЭ) ва КОМ (АЭ: КОМ) нисбати  $A_2 n_n^2 : n_n^2 A$  нисбатга тенг бўлиши керак.

Ҳосил бўлган тозаланган эритма 30 дақиқа давомида цилиндрик кристаллизаторда  $30^\circ\text{C}$  ҳароратда совутилди, натижада кристалл калий хлорид билан бир қаторда калий ва натрий хлорид эритмасининг аралаш ҳолда суспензияси пайдо бўлди; калий хлорид кристаллари 5% ли айланма эритма билан центрифуга ёрдамида сув билан ювиб ажратиб олинди. 4% намлик билан олинган калий хлорид кристаллари лаборатория қуригичида  $90-105^\circ\text{C}$  ҳароратда қуритилди. Натижада тайёр махсулот қуйидаги таркиб билан олинди, %: КСl–98,5; NaCl–0,5; э.қ–0,01; хом ашёдан КСl олиш даражаси билан – 80%, фракциялар ўлчами - 0,2 мм, (2-8 тажрибаларида чангли фракция ҳам ишлатилган).

Ушбу технологияга кўра, циклон чангини қуритиш ва совутишдан кейин майда дисперс калий хлорид сифатида ишлатиш мумкин, шунингдек 0,2 мм флотацион концентратларни ҳам майда кристалли махсулот сифатида ишлатиш мумкин.

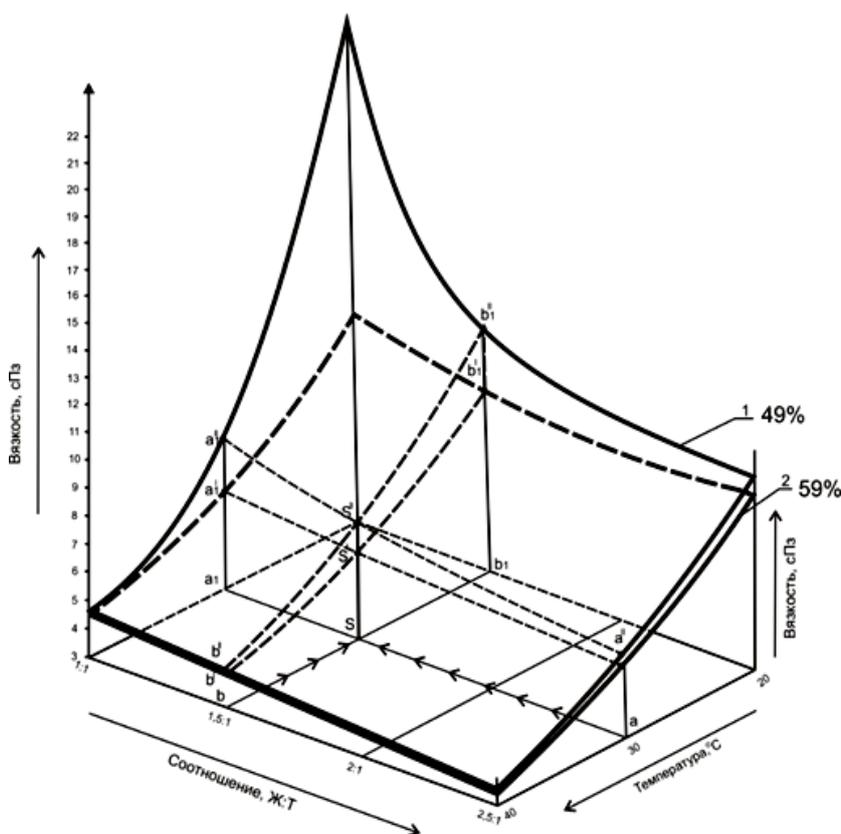
Ишлаб чиқиладиган технологияга кўра, эримайдиган қисмни ажратиш ва совутилган суспензиядан калий хлорид кристалларини центрифугалашдан кейин олинган суюқлик фазани майда дисперс махсулотнинг янги қисмини эритиш учун айланма иссиқ суюқлик сифатида жараённинг бошига юборилади.

Тавсия этилган усулга мувофиқ, майда дисперсли махсулотни иссиқ ( $80-105^\circ\text{C}$ ) суюқликда эритиш натижасида олинган суспензия эримайдиган қисмни ажратиш учун филтрланади.

Фильтрда калий хлорид кристалларини ажратишда нам концентратдаги суюқ фаза миқдори 10-15% дан ортади, бундай нам маҳсулотни қуритганда тайёр маҳсулотдаги натрий хлорид миқдори 1,5% дан ва маҳсулотнинг намлиги 4% дан ошмаслиги учун центрифугадан фойдаланиш тавсия этилади, маҳсулот таркибида натрий хлорид миқдорини 1% дан оширмаслик керак.

Ускуналар, аралаштириш мосламалари ва насосларни танлаш бўйича технологик жараёнларни амалга ошириш учун флотация пайтида суспензиялар ва қалин кўпикли концентратларнинг реологик хусусиятларини ўрганиш зарур ҳисобланади.

Шу мақсадда суспензияларнинг қовушқоқлиги ва зичлиги маълум ҳарорат ва концентрация оралиқларида концентрат ва тўйинган эритманинг турли нисбатларида ўрганилди (5-расм).



**5-расм. Қ:С нинг турли нисбатларида қовушқоқлик ва ҳароратнинг ўзгариши.  $C_{K2O}=49\%$ ,  $C_{K2O}=59\%$ . Қ:С: 1:1; 1:1,5; 1:2; 1:2,5**

Қ:С нисбати 1:2,5 дан 1:1,5 гача 20°C ҳароратдан ортиши билан қовушқоқлик 10,04 дан 12,14 м<sup>2</sup>/с гача ортади. Кейинги натижалар ушбу кўрсаткичнинг кескин ўсишини кўрсатди. Анологик боғлиқлик 30°C ва 40°C ҳароратда кузатилади.

Қ:С = 1:1,5 ва ҳарорат 20°C дан 40°C гача ўзгарганда, қовушқоқлик 2,83 марта камаяди.

Қ:С = 1:2 ва 1:2,5 бўлганида эса бу кўрсаткич мос равишда 2,75 ва 2,95 марта камаяди. Ушбу боғлиқликлар қуйилма концентрациясининг ортиши билан сақланиб қолади.

Ўтказилган тадқиқот натижаси шуни кўрсатадики, Қ:С = 1:1,5; 1:2 ва 20-30°C ҳароратда қуйқаларни технологик нуктаи назардан ҳаракатчан мавжуд қурилмаларда узатиш мумкин.

Заводнинг марказий лабораториясида олинган натижаларга кўра, бир тонна сильвинит учун 250г крахмал ёрдамида 74,13% КСl бўлган 87,71г дастлабки КЕК концентрати олинган.

Бир тонна сильвинит учун 80 ва 60г 75/400 NaКМЦ дан фойдаланганда 81,22 ва 79,3г таркибида 91,06 ва 90,27% КСl бўлган дастлабки КЕК концентратлари олинади, мос равишда 92г КСl бўлган 400г хом ашёда 23,05% КСl ҳосил бўлади.

Олинган натижалар заводнинг марказий лабораториясида қайта таҳлил қилинди. Юқоридаги натижалар ва хулосаларга асосланиб, ишлаб чиқариш шароитида бир тонна сильвинит учун 0,8% NaКМЦ 75/400 навидан фойдаланиш мақсадга мувофиқлиги аниқланди.

Диссертациянинг тўртинчи боби “**Дехқонобод калий заводи**” АЖ марказий лабораторияси модел қурилмасида **NaКМЦ депрессор реагенти**ни синовдан ўтказиш ва оқ кристалли калий хлорид ишлаб чиқариш технологияси” деб номланиб, унда “Дехқонобод калий заводи” АЖ да таклиф этилаётган NaКМЦ депрессор реактиви ва крахмални саноат миқёсида синовдан ўтказиш натижалари, флотацион воситани тайёрлаш бўйича тавсиялар, флотацион маҳсулотнинг чанг фракциясидан галургик усулда кристалли калий хлорид олишнинг технологик принципиал схемаси, флотацион-галургик бойитиш усули технологик схемаси ва ушбу технологияни амалга ошириш рентабеллигининг техник-иқтисодий асослари келтирилган.

6-расмда паст навли сильвинитларни флотацион-галургик усулда бойитишнинг принципиал технологик схемаси кўрсатилган.

Таклиф этилаётган схемани қуйидаги босқичларга бўлиш мумкин:

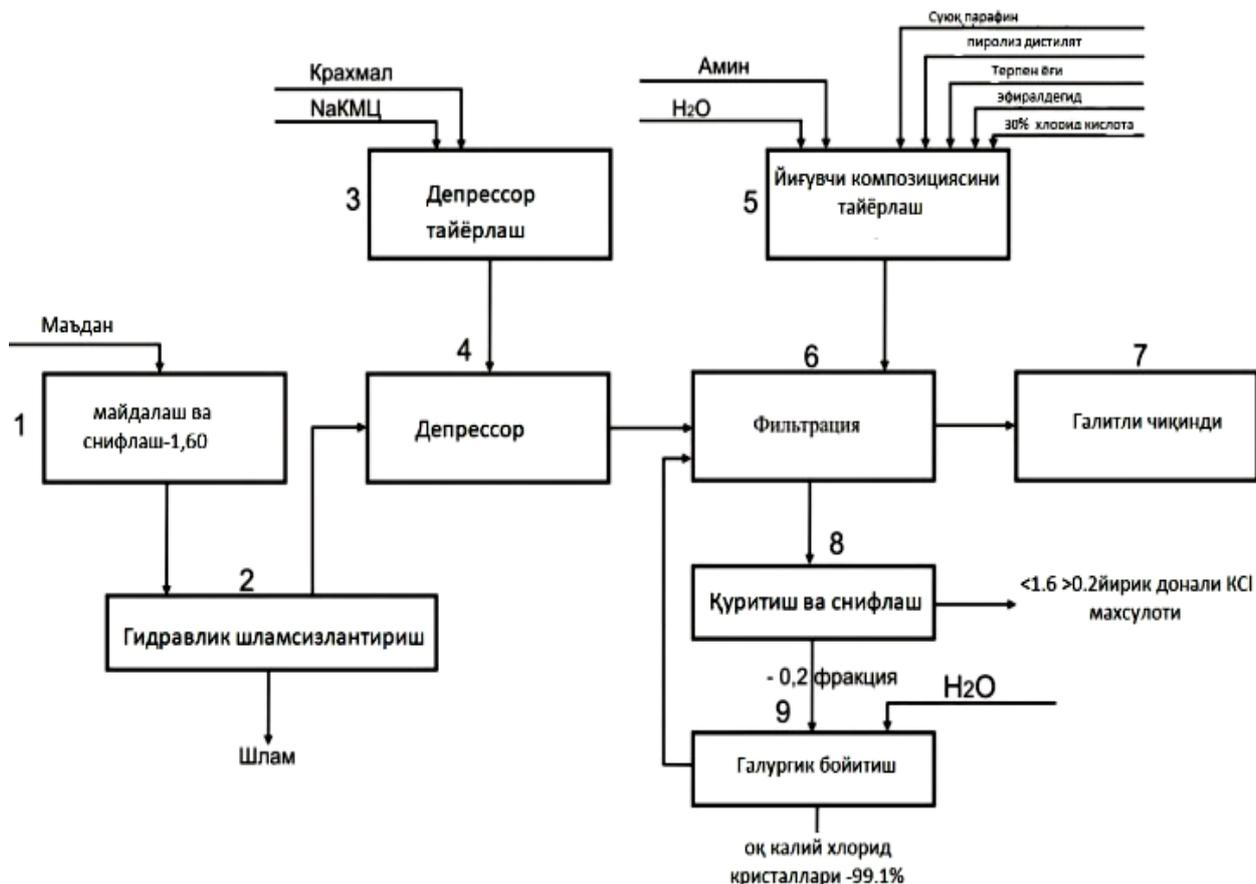
1. Хом ашёни <1,60 >0,1 гача майдалаш ва гидравлик шламсизлантириш (1, 2 позиция);

2. NaКМЦ ва крахмалдан депрессор шламини тайёрлаш, қолдиқ шламни изоляция қилиш (3, 4 позиция);

3. Маҳаллий хом ашёдан флотацион реагентларнинг композицияларини, калий хлорид ва галит чиқиндиларининг <1,60 фракциясини флотацияга ажратиб олишга тайёрлаш (5, 6 ва 7-позициялар);

4. Флотацион концентратни 2 фракцияда қуриштириш ва таснифлаш: <1,60 ва <0,75; ўлчамлари <1,60 бўлган катта кристалли флотацион калий хлорид >0,75 (8-позиция); галургия босқичига юборилган <0,75 кичик қисми.

5. Оқ кристалли калий хлорид ишлаб чиқаришда <0,75 майда фракцияни галургик қайта ишлашда ишлатилган эритма дастлабки концентратни ювиш босқичига юборилади (9-позиция).



**6-расм. Паст навли сильвинитларни флотацион-галургик усул билан бойитишнинг асосий технологик схемаси**

“Дехқонобод калий заводи” АЖ марказий лабораториясининг модел ускунасида маҳаллий депрессорлардан фойдаланиш ва флотацион калий хлориднинг чанг фракциясидан оқ кристалли калий хлорид ишлаб чиқаришнинг мақбул технологик омиллари аниқланди. Паст навли сильвинитларни бойитиш учун флотацион-галургик усулнинг технологик схемаси тавсия этилди.

NaKMЦ -75/400 ни крахмални ўрнига фойдаланилса 1т маҳсулотга нисбатан 30 357 сўм иқтисод қилинади. Йиллик иқтисодий самарадорлик: 10 564 236 000 сўм.

Шундай қилиб, крахмални NaKMЦ -75/400 билан алмаштириш қуйидаги афзалликларга эга: буғ сарфи 1т маҳсулотга нисбатан 2.5 кг га, сув сарфи эса 0,01128 м<sup>3</sup> га камаяди; депрессор реагентини тайёрлаш жараён давомийлиги 5-6 баробар қисқаради; технология жорий қилинса йиллик иқтисодий самарадорлик 10 564 236 000 сўмни ташкил этади.

## ХУЛОСА

Мазкур диссертация доирасида бажарилган тадқиқот натижалари асосида қуйидаги умумлаштирилган хулосаларни шакллантириш мумкин:

1. Калийли ўғитларнинг ахамияти, калийли хом ашёни бойитиш усуллари ва флотореагентларнинг флотацияга таъсири бўйича шарҳ амалга оширилди. Сильвинитни йирик донали бойитиш жараёни ўрганилди ва Тюбегатан конининг паст навли рудаларини флотацион-галургик қайта ишлаш бўйича тадқиқотлар ўтказилди, бу янги реагентларни таклиф қилиш ва оқ кристалли калий хлорид олишнинг комбинацияланган технологиясини ишлаб чиқиш имконини берди.

2. Маҳаллий депрессор реагентлар - майдаланган гуруч, маккажўхори крахмали ва КМЦнинг турли намуналари (шу жумладан NaКМЦ, CELL HV, PAC HV 85%, PAC LV ва бошқалар) нинг оптимал дозалари уларнинг реологик хусусиятлари ва калий хлоридни ажратиб олишга таъсирини ҳисобга олган ҳолда аниқланди. Қовушқоқлиги  $89 \text{ мм}^2/\text{с}$  дан кам бўлган модификаторлар (масалан, CELL HV ва PAC HV 85%) энг паст самарадорликни кўрсатди (77,5-78,4%). Қолган намуналар калий хлорид унумини 81,3-86,3% оралиғида бўлишини таъминлади.

3. Маҳаллий хом ашёлардан флотореагентлар танланди ва уларнинг кўпик ҳосил қилиш қобилияти, таклиф этилаётган флотореагентларнинг реологик хусусиятлари ўрганилди ва флотация жараёнида кўпикнинг барқарорлигини оширувчи реагент сифатида нефт ва нефт шламидан фойдаланиш мумкинлиги аниқланди.

4. Кристалл калий хлорид олишнинг физик-кимёвий параметрларини асослаш  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+ // \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$  системасидаги фазавий мувозанатни ўрганишга асосланган бўлиб, бу чанг фракциясини чиқиндисиз флотацион-галургик қайта ишлаш учун илмий асос бўлиб хизмат қилди. Аниқландики, қаттиқ ярим маҳсулот айланма эритмага 1: (3-14) нисбатда ва 5 дақиқа давомида  $100^\circ\text{C}$  гача ҳароратда, кейин 15 дақиқа давомида  $25^\circ\text{C}$  гача совутилганда, намлиги  $\leq 4\%$  бўлган калий хлорид олинади.

5. Ўтказилган синовлар шуни кўрсатдики, NaКМЦ 75/400 65-80 г/т миқдорда энг яхши натижаларни беради. Таклиф этилган усул калий хлорид унумини 1,7-2 мартага оширади, сув ва реагентлар сарфини камайтиради, маҳсулот сифатини яхшилади ва 1 тоннага қўшимча 100-200кг тоза кристалл KCl олинади.

6. “Деҳқонобод калий заводи” АЖ марказий лабораториясидаги модел қурилмада маҳаллий депрессорларни қўллашнинг мақбул технологик параметрлари аниқланди.

7. Крахмални NaКМЦ-75/400 га алмаштириш қуйидаги афзалликларга эга эканлиги исботланди: 1т маҳсулот учун буғ сарфи 2.5кг га, сув сарфи  $0,01128\text{ м}^3$  га камаяди; депрессор реагентини тайёрлаш жараёни 5-6 марта тезлашади; технология жорий этилганда йиллик иқтисодий самарадорлик 10 564 236 000 сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И  
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**БАЙРАЕВА ДИЛДОРА АШУРБАЕВНА**

**РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ФЛОТАЦИОННО - ГАЛУРГИЧЕСКОГО ОБОГАЩЕНИЯ  
НИЗКОСОРТНЫХ СИЛЬВИНИТОВ ТЮБЕГАТАНСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

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

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

**Ташкент – 2025**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером В2023.2.PhD/Т1053**

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного семинара ([www.iopx.uz](http://www.iopx.uz)) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Научный руководитель:** **Эркаев Ақтам Улашевич**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Кучаров Бахром Хайриевич**  
доктор технических наук, старший научный сотрудник

**Реймов Ахмед Мамбеткаримович**  
доктор технических наук, профессор, академик

**Ведущая организация:** **Наманганский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится на заседании Ученого совета DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 при Институте общей и неорганической химии «05» август 2025 г. в 14-<sup>00</sup> часов. Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: [iopx@academy.uz](mailto:iopx@academy.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (80-регистрационный номер) (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60). факс: (+99871) 262-79-90)

Автореферат диссертации разослан «14» июль 2025 года.  
(протокол № 80 от «14» июль 2025 года).



**Н.Х. Усанбаев**

Председатель научного совета по присуждению  
учёной степени, д.т.н., проф.

**Ж.С. Шукуров**

Учредитель секретарь научного совета по присуждению  
учёной степени, д.т.н., проф.

**Ш.С. Намазов**

Заместитель председателя научного семинара  
при научном совете по присуждению  
учёной степени, д.т.н., проф., академик

## ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора (PhD))

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** На сегодняшний день в мире особую актуальность приобретают вопросы модернизации химической промышленности и локализации сырьевой базы производственных предприятий. С этой точки зрения рациональное использование местных источников сырья и внедрение в производственные процессы высокоэффективных передовых технологий являются одними из важнейших задач. Особенно важно, чтобы номенклатура производимой продукции полностью соответствовала мировым стандартам, так как это служит важным фактором обеспечения конкурентоспособности национальной экономики. В связи с этим применение экологически чистых технологий, не загрязняющих окружающую среду, в процессах добычи природных ресурсов, обогащения и переработки отходов приобретает особое значение.

В мире проводится ряд научных работ, направленных на создание экономически эффективных технологий в калийной промышленности, обеспечивающих получение высококачественной продукции из низкокачественных природных ресурсов. В этой связи особое внимание уделяется определению оптимальных условий процесса флотации низкосортных сильвинитов с использованием местных шламовых депрессоров, изучению влияния комбинации шламовых депрессоров на технологический процесс и разработке технологий переработки пылевидной фракции флотационного хлорида калия для получения качественной продукции.

В нашей Республике осуществляется широкий комплекс мер по глубокой переработке полезных ископаемых, повышению их эффективности и разработке ресурсосберегающих технологий в технологических процессах, эффективному использованию местного сырья и его современной и инновационной переработке, достигнуты определенные научно-практические результаты. В третьем направлении Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены важные задачи, такие как “Продолжение промышленной политики, направленной на обеспечение устойчивости национальной экономики, увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте и увеличение объема промышленного производства в 1,4 раза”. В связи с этим важное значение приобретает разработка технологий производства флотационного и галургического хлорида калия из низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения с эффективным использованием местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы"<sup>1</sup>, Постановлении от 13 февраля 2021 года №

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28-января 2022 года «О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

ПП-4992 “О мерах по дальнейшему реформированию и финансовому оздоровлению предприятий химической промышленности, развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью”, а также в нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики: VII - «Химические технологии и нанотехнологии».

**Степень изученности проблемы.** В литературе широко проанализированы научные исследования по обогащению сильвинитов, получению флотационного и галургических продуктов, освещены важнейшие научные достижения и тенденции развития в данной области. В литературных источниках подробно освещены научные работы, посвящённые получению хлорида калия из сильвинитов путём флотационного и галургического обогащения. В мире проведены научно-исследовательские работы по разработке технологий флотационного обогащения калийных руд такими учёными как: Волкова А.В., Миролюбов В.Р., Высоцкий Е.А., Баяндина Е.О., Исаева Г.А., Шаститко Т.С., Тетерина Н.Н., Давыдов А.В., Раймонд Вальтер, Цафпыгин Ю.К., Дормешкин О.Б., Воробьёв Н.И., Гаврилюк А.Н., Копенгафер В.К., Томас Х. Нойман, Раулиндо Р. Луна, Робин Ринни и рядом других учёных.

Комплексные исследования по обогащению сильвинитовых руд Тюбегатанского месторождения в Узбекистане проводили отечественные учёные: Набиев М.Н., Осичкина Р.Г., Тухтаев С., Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Эркаев А.У., Мирзакулов Х.Ч., Самадий М.А., Тоджиев С.М., Усманов И.И., Реймов А.М., Сейтназаров А.Р. и другие. В качестве объекта исследования ими выбирались сильвинитовые руды с высоким содержанием основного компонента, однако отсутствуют сведения использования местных глинистых депрессоров.

Таким образом, в научных трудах учёных Республики Узбекистан до настоящего времени рассматривались процессы флотационной или галургической переработки, однако флотационно-галургическое обогащение низкосортных калийных руд Тюбегатанского месторождения с получением хлорида калия до сих пор полностью не исследовано.

**Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование было осуществлено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института и реализована в рамках следующих проектов: ИЗ-20170929673 – «Ускорение и совершенствование технологии производства хлорида калия из низкосортных сильвинитов Тюбегатанского рудника флотационным методом» (2018–2019 гг.); ИЗ-2020002234 – инновационный проект по направлению «Сельское хозяйство»: «Создание технологии непрерывного производства бесхлорных калийных удобрений

для сельскохозяйственных культур» (2020–2022 гг.) Настоящая диссертационная работа направлена на решение задач, поставленных в указанных научных проектах, и ориентирована на достижение практических результатов.

**Целью диссертационной работы является** разработка физико-химических и технологических основ флотационно-галургического обогащения низкосортных сильвинитовых руд Тюбегатанского месторождения в присутствии местных флотационных реагентов.

**Задачи исследования:**

анализ научной литературы, посвящённой флотационным и/или галургическим методам обогащения калийных минералов;

определение оптимального соотношения при совместном использовании депрессоров разных марок при очистке шлама;

изучение влияния состава флотореагентов на основные технологические показатели флотационного процесса;

разработка теоретических и технологических основ переработки пылевой фракции флотационного хлорида калия галургическим методом;

определение характера влияния технологических параметров на аналитические показатели процесса получения флотационного хлорида калия с использованием различных растворителей шламовых депрессоров на модельных установках;

теоретический анализ пылевой фракции флотационного хлорида калия на основе диаграммы  $KCl-NaCl-H_2O$  и выбор диапазона изменений технологических факторов;

изучение влияния технологических параметров на оптимальные показатели получения кристаллического хлорида калия из пылевой фракции флотационного продукта;

разработка технологических схем, материального баланса и проведение технико-экономических расчётов предлагаемой технологии.

**Объектами исследования** являются низкосортная сильвинитовая руда Тюбегатанского месторождения, флотационный хлорид калия, хлорид натрия, получаемый на АО «Дехканабадский калийный завод», его пылевая фракция, а также шламы, образующиеся в процессе флотационного обогащения, крахмалы (кукурузный и сечка), соапсток и различные марки  $NaKMЦ$ .

**Предметом исследования** является разработка технологии флотационно-галургического обогащения низкосортных сильвинитовых руд Тюбегатанского месторождения с использованием местных депрессоров и композиций флотореагентов.

**Методы исследования.** При выполнении диссертационной работы использовались аналитический, графоаналитический, рентгенографический методы, ИК-спектроскопия, электронная микроскопия, дифференциально-термический анализ, вискозиметр ВПЖ, рН-метрия и визуально-политермический анализ.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

впервые определены комплексный анализ влияния различных марок шламовых депрессоров на эффективность флотационного обогащения низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения;

определены оптимальные условия применения флотореагентов систем и их влияние на технологические показатели процесса;

разработаны теоретические основы переработки пылевой фракции флотационного хлорида калия галургическим методом, обеспечивающим высокую степень извлечения кристаллизованный белый КС1;

установлены закономерности изменения технологических параметров в зависимости от состава и концентрации реагентов, применяемых на различных стадиях процесса;

впервые предложен и обоснован технологических параметров для получения высокочистого кристаллического хлорида калия из пылевой фракции, с использованием диаграммы состояния системы  $KCl-NaCl-H_2O$ ;

разработана усовершенствованная технологическая схема с учётом переработки пылевых фракций, включая материальный баланс и технико-экономическое обоснование процесса.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана технология флотационного обогащения низкосортных сильвинитов с использованием крахмала и натрий-карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ) вместо традиционных органических реагентов;юж;

определены условия выделения кристаллического хлорида калия из пылевой фракции флотационного продукта;

для оценки эффективности предложенных технологических решений на базе АО «Дехканабадский калийный завод» проведены опытные испытания. В ходе экспериментов были составлены материальные балансы производства, выполнены технические и экономические расчёты, научно обоснована эффективность технологии.

**Достоверность результатов исследования** подтверждена данными, полученными с использованием химических и физико-химических методов анализа (рентгенографического, дифференциально-термического, электронно-микроскопического, ИК-спектроскопического и визуально-политермического), а также лабораторными испытаниями.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость проведённого исследования заключается в научном обосновании механизма и последовательности взаимодействия компонентов в реакционной системе, управлении параметрами технологического процесса, а также в выявлении и систематизации основных научных закономерностей процесса флотационного извлечения хлорида калия с применением различных марок NaКМЦ. Кроме того, в рамках исследования были определены возможности получения белого кристаллического КС1 из пылевой фракции флотационного хлорида калия, что представляет собой

важное направление с практической точки зрения.

Практическая значимость результатов исследования состоит в создании технологии для получения крупнокристаллического высококачественного хлорида калия из пылевой фракции хлорида калия, полученного методом флотации из низкосортных сильвинитов, с применением местных флотореагентов. Это позволит не только заменить импортные флотореагенты, но и одновременно производить качественный хлорид калия, ориентированный на экспорт, что будет способствовать удовлетворению потребностей экономики страны.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по разработке низкосортного сильвинита Тюбегатанского месторождения, флотореагентов и энергосберегающей флотационно-галлургической технологии:

Технология получения кристаллического хлорида калия внедрено в СП АО “Электрохимзавод” (справка СП АО “Электрохимзавод” №57 от 29 мая 2024 г.). В результате можно получить сырье для производства бесхлорных солей калия;

получен патент на изобретение Министерства юстиции Республики Узбекистан на способ флотационного обогащения калийной руды (IAP № 06164. 11.02.2020). В результате стало возможным использовать NaKMЦ в качестве местного депрессора при получении флотационного хлорида калия.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения, полученные в ходе исследования, были представлены в виде докладов и прошли апробацию на 2 международных и 6 республиканских научно-технических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 14 научных трудов, включая 5 научных статей: 3 из них опубликованы в международных научных журналах, а 2-в национальных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных результатов диссертационного исследования и получен 1 патент РУз.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырёх основных глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 120 страниц.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** отражены актуальность и востребованность темы диссертации, соответствие проведенных исследований приоритетным направлениям развития науки и технологии в Республике, а также приведён обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации, определена степень изученности проблемы. Сформулированы цель, задачи и методы исследования, указаны практические результаты, научная и прикладная значимость, апробация и публикация результатов исследования, структура и объём диссертации.

**В первой главе** рассмотрены вопросы совершенствования технологии обогащения низкосортных сильвинитов, расширения сырьевой базы и анализа применения калия в различных отраслях экономики, а также различные аспекты проблем, связанных с использованием флотационных реагентов при обогащении сильвинитов. Анализ литературных источников указывает на необходимость разработки ресурсоэффективной технологии флотационно-галургического обогащения сильвинитов Тюбегатанского месторождения.

**Во второй главе диссертации «Объекты и методы исследования»** приведены данные о составе и свойствах объектов исследования, методах проведения экспериментов, а также о методах химического анализа и физико-химических исследований синтезированных продуктов, исследованы физико-химические свойства сырья и полученных продуктов.

**В третьей главе диссертации “Исследование влияния местных модификаторов шламов на флотацию калийных солей”** представлены результаты исследования физико-химических и реологических свойств карбоксиметилцеллюлозы различных марок, а также влияние депрессоров и их смесей на извлечение хлорида калия в процессе флотации. Рассмотрено пенообразование, устойчивость пены и влияние композиций флотореагентов, приготовленных путём замены экспортируемых продуктов (терпентинного масла, жидкого парафина) на эфир-альдегидную фракцию пиролизного дистиллята, на процесс обогащения крим-зонального низкосортного сильвинита с размером частиц  $>1,6 <1$  мм; также проведён анализ процесса получения белого кристаллического хлорида калия из пылевой фракции флотационного продукта по диаграмме  $\text{NaCl-KCl-H}_2\text{O}$  и влияние технологических факторов на процесс производства галургического хлорида калия; приведены реологические свойства промежуточных суспензий.

Для производства калийных удобрений требуется большое количество сырья. В Республике Узбекистан таким сырьём являются сильвиниты Тюбегатанского месторождения. Наибольшее извлечение  $\text{KCl}$  в концентрат с использованием модификатора достигается при снижении степени сорбции амина в шламах. Сравнение результатов исследования сорбционного процесса и флотационных экспериментов показывает, что при обогащении сильвинита с содержанием 25–30%  $\text{KCl}$  и 4% экв. влаги, расход собирателя составляет 100 г/т, модификатора карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) 500–800 г/т, то есть по отношению к глинисто-карбонатным шламам 2,5 мг/г амин и 15–20 мг/г модификатор. Данное количество амина при повторной переработке поверхности модификатора сорбируется на 20–30% и практически полностью в шламах.

На Дехканабадском заводе калийных удобрений, в соответствии с действующей технологией, флотационный процесс осуществляется с фракциями, размер частиц которых составляет менее 1 мм. Поэтому на стадии охлаждения флотационного хлорида калия применяется пылеподавляющее средство — промышленное масло И-40 или

гидравлическое масло Rando HD-46 в количестве 2,5 кг/т на готовую продукцию, а также антислеживательный реагент амин C<sub>16</sub>–C<sub>18</sub> в количестве 0,25 кг/т на готовую продукцию для предотвращения пылеобразования и слеживаемости.

Для получения высококачественного очищенного хлорида калия методом флотационного обогащения крупнозернистой фракции, а также с целью снижения себестоимости продукции, применён метод снижения расхода пылеподавателя и антислеживателя.

Использованы следующие марки модификаторов глины (табл.1).

**Таблица 1**

**Реологические свойства испытанных модификаторов шламов при температуре 25°C**

Номера и марки пробы												
Вязкость, мм <sup>2</sup> /сек	Виды КМЦ										Крахмал (Сечка)	Крахмал (курузный)
	№1	№2	№3	CELL HV	PAC HV 85%	PAC LV № 21	PAC LV	CMC HV	CMC LV	Na КМЦ		
3.450	3.362	4.802	89.60	1022.0	14.72	14.99	78.43	32.77	5.368	1.308	2.627	
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1.002	1.006	1.003	1.003	1.049	1.002	1.003	1.005	1.005	1.000	1.000	1.025

В лабораторных условиях были проведены ряд опытов по обогащению сильвинитовой руды с использованием депрессорного реагента на основе различных марок NaКМЦ. Применение в качестве депрессора раствора карбоксиметилцеллюлозы — натриевой соли NaКМЦ в концентрации 0,5–1,0% с уровнем полимеризации 600–1200 в количестве 60–80г на 1 тонну обогащаемого исходного сильвинита даёт следующие преимущества:

- низкий расход депрессорного реагента - 60-160 г/т руды;
- повышение стабильности раствора при длительном хранении;
- более эффективное воздействие по сравнению с крахмалом при увеличении содержания хлоридов железа и магния в руде;
- утилизация отходов текстильной промышленности;
- затраты по сравнению с определённым методом снижаются в 1,8 раза.

На основе вышеизученных депрессоров положительное влияние на флотационный процесс оказывают, согласно таблице 1, крахмал (№12) и NaКМЦ (№10).

Соотношение 2,5% раствора крахмала к 1% раствору NaКМЦ поддерживалось в пределах от 3,6:1 до 1:4,8, при этом остальные условия флотационного процесса не изменялись: руда — дессиликонезированная (фракция >1 мм), масса 400г, массовая доля: 29% - KCl, 1,66 - экв. влажности; 1200г насыщенного раствора сильвинита с плотностью 1,235 г/см<sup>3</sup>; собиратель - 1,8г. Дальнейшее увеличение компонентов приводит к

снижению выхода хлорида калия.

Таким образом, на основе полученных данных можно определить диапазон активности выбранных смесей депрессоров:

– при соотношении 1 мл (крахмал): 1 мл (NaКМЦ) (62,5г: 25г):

$$10 \geq 1 \geq 2 \geq 6 \geq 3 \geq 4 \geq 5$$

– при соотношении 2 мл (крахмал): 1 мл (NaКМЦ) (125г: 25г):

$$10 \geq 1 \geq 2 \geq 3 \geq 5 \geq 6 \geq 4$$

– при соотношении 2,8 мл (крахмал): 1 мл (NaКМЦ) (175г: 25г):

$$2 \geq 10 \geq 3 \geq 4 \geq 6 \geq 5$$

Из полученных сравнительных данных следует, что образцы NaКМЦ под номерами 10, 1 и 2 показали наилучшие результаты.

Используемая в опытах сильвинитовая руда приведена в таблице 2.

**Таблица 2**

**Гранулометрический состав сильвинитовой руды в массовых долях**

Размер частиц, мм	<1,60 ÷ >1,25	<1,25 ÷ >1,00	<1,00 ÷ >0,50	<0,50 ÷ >0,10	<0,10
Содержание частиц, масс. дол., %	22,5	22,08	21,4	22,92	11,1

Для определения взаимосвязи между нерастворимыми остатками (н.о.) в слоях и хлоридом калия было изучено влияние фракционного состава руды на её химический состав. С этой целью частицы измельчённой руды средней концентрации были разделены на следующие фракции по диаметру, мм: 1,60>1,25; 1,25>1,00; 1,00>0,50; 0,50>0,10; <0,10.

Фракционный состав, соотношение Т:Ж (твердые:жидкие) и продолжительность отстаивания положительно влияют на степень обезшламливания.

Повышение соотношения Т:Ж от 1:2 до 1:4 увеличивает степень обезшламливания на 2 %, при дальнейшем увеличении соотношения степень практически не меняется остаётся ниже 1,5%. Эта зависимость сохраняется и для других фракций, при этом она также зависит от продолжительности осаждения. При увеличении времени отстаивания от 0,5 до 1,0 минуты степень обезшламливания возрастает, но дальнейшее увеличение ещё на 0,5 минуты приводит к резкому снижению этого показателя с 11,7 % (в тех же условиях, Т:Ж = 1:4, фракция <1,25 >1,0).

Увеличенный средний размер фракции от <1,25 >1,0 до <1,0 >1,25 также приводит к снижению степени обезшламливания почти 11,4% при одинаковых условиях обезшламливания (Т:Ж = 1:4,  $\tau_{\text{прод}}$  -1 мин).

Таким образом, оптимальными технологическими условиями обезшламливания является: Т:Ж = 1:4,  $\tau$  – 1,0 мин, при применении фракции <1,25 >1,0.

АО «Дехканабадский калийный завод» приобретает флотационные реагенты, используемые при производстве калийных удобрений, за иностранную валюту, что приводит к росту себестоимости продукции.

Производство флотационных реагентов на основе местного сырья

вместо импортируемых флотореагентов может снизить себестоимость калийных удобрений и увеличить прибыльность.

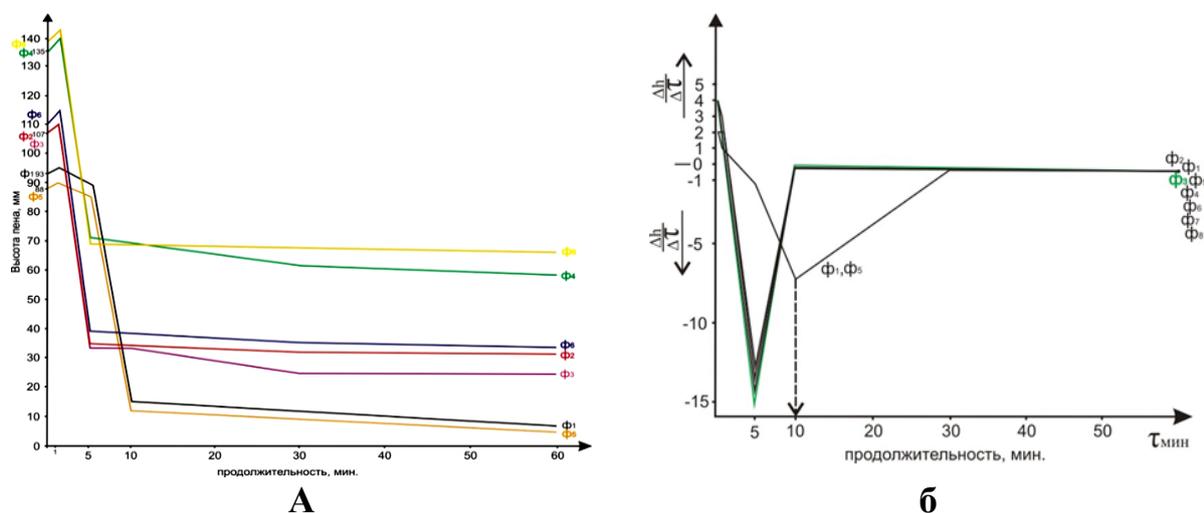
В ходе извлечения хлорида калия из низкосортного сильвинита проводились исследования по замене флотореагентов (терпеновое масло и жидкий парафин), используемых в лабораторных условиях и изготовленных на основе местного сырья, на эфиральдегидную фракцию и пиролизный дистиллят, с целью изучения их воздействия.

С этой целью были приготовлены композиции флотационных реагентов Ф-1 – Ф-8, полученных из местного сырья, и изучены их вспенивающая способность, флотационные свойства (табл. 3), а также кинетика сдувания пены (рис. 1).

**Таблица 3**

**Состав композиций флотационных реагентов с добавлением местных компонентов**

Наименование компонентов		Марки композиций, отн. %							
		Ф-1	Ф-2	Ф-3	Ф-4	Ф-5	Ф-6	Ф-7	Ф-8
Пенообразователь	Терпеновое масло	100	50	-	-	100	50	-	-
	Эфирноальдегидная фракция	-	50	100	100+50	-	50	100	100
Усилитель пены	Жидкий парафин	100	100	100	100	50	50	-	-
	Пиролизный дистиллят	-	-	-	-	50	50	100	100+50



**Рис. 1. Кинетика гашения пены композициями местных флотореагентов**

Из результатов опытов видно, что флотационные реагенты Ф-4, Ф-6 и Ф-8 показали наивысшую скорость вспенивания. У этих образцов устойчивость пены составила 0,8–10 мм/мин. Как показано на дифференциальной кривой (рис.1,а), минимум сдувания пены

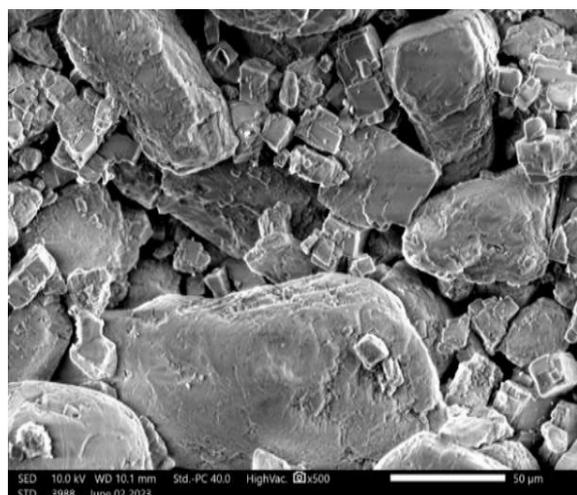
последовательно наблюдается у образцов Ф-4, Ф-8 и Ф-6 через 5 и 10 минут (рис.1, б).

Первая и вторая стадии обезшламливания до флотации объединяются и подаются под флотомашину для перемешивания, затем самотёком направляются во флотацию. В смесительный отсек флотационной машины добавляется депрессор шлама, а в основной флотационный обогатительный отсек собиратель сильвина. Время перемешивания составляет 3 минуты. Полученная суспензия фильтруется, и концентрат отделяется от жидкой части. Концентрат высушивается, и определяется выход. Микроскопический анализ важен для оценки качества, определяемого микроструктурой гранул.

Твёрдые вещества обычно состоят из отдельных мелких кристаллов, которые объединяются в процессе кристаллизации во время охлаждения и сушки, а в некоторых случаях они склеиваются тонкими слоями мелкокристаллических веществ. Такие отклонения в правильной структуре твёрдого тела, как микротрещины, могут впоследствии привести к разрушению.

Таким образом, из вышесказанного следует, что импортируемые флотационные реагенты жидкий парафин и терпеновое масло могут быть заменены флотационными реагентами из местных материалов минимум на 50%, и возможно выбрать режим флотационного реагента для производства продукта с размером частиц  $>1 <1,25$  мм.

Основной продукцией калийной промышленности является хлорид калия, около 95% которого используется в качестве удобрения, а оставшиеся 5% перерабатываются в другие калийные соединения — KOH, KClO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, KCN и другие, применяемые в различных отраслях: стекольной, парфюмерной, красочной, консервной, кожевенной, фармацевтической и т.д. Изучен процесс получения кристаллического хлорида калия галургическим методом из фракции пыли, образующейся после сушки на АО “Дехканабадский калийный завод”.



Element	Line	Mass%	Atom%
O	K	2.41±0.01	5.27±0.02
Na	K	4.12±0.01	6.27±0.01
Mg	K	0.22±0.00	0.31±0.01
Si	K	0.23±0.00	0.28±0.01
Cl	K	49.81±0.04	49.18±0.04
K	K	42.78±0.05	38.30±0.05
Ca	K	0.44±0.01	0.38±0.01
<b>Total</b>	K	100.00	100.00

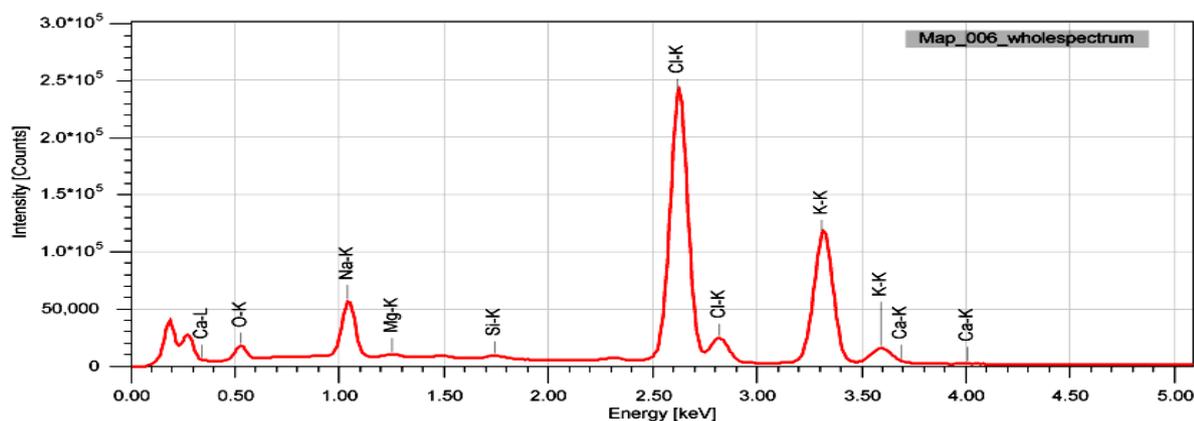


Рис. 2. Энергодисперсный спектр и элементный состав пылевой фракции флотационного хлорида калия (при X50  $\mu\text{m}$ )

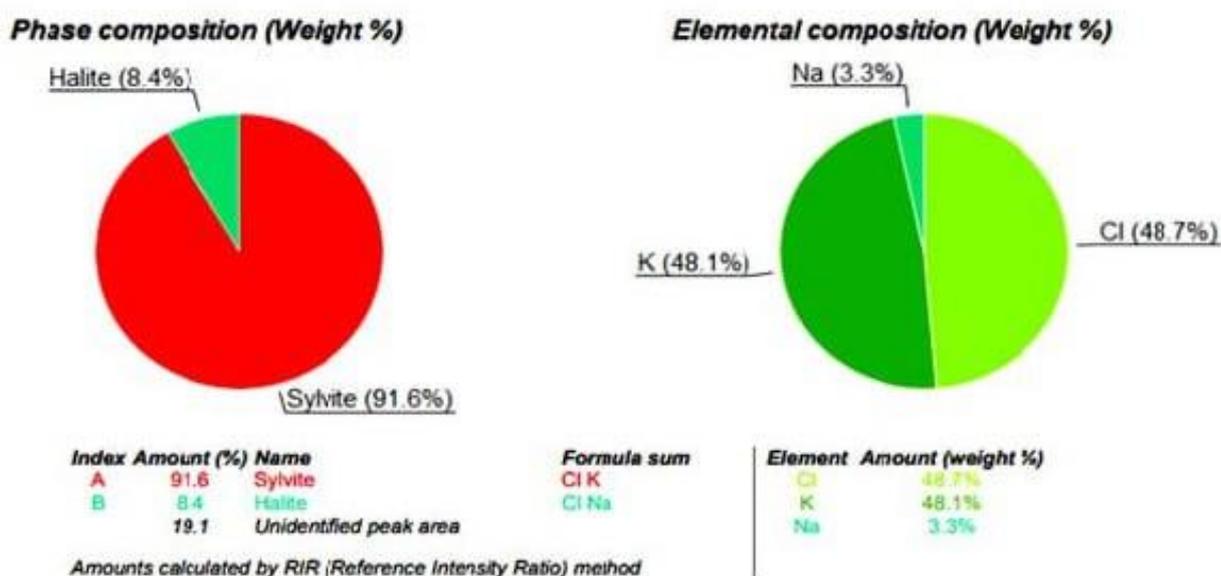
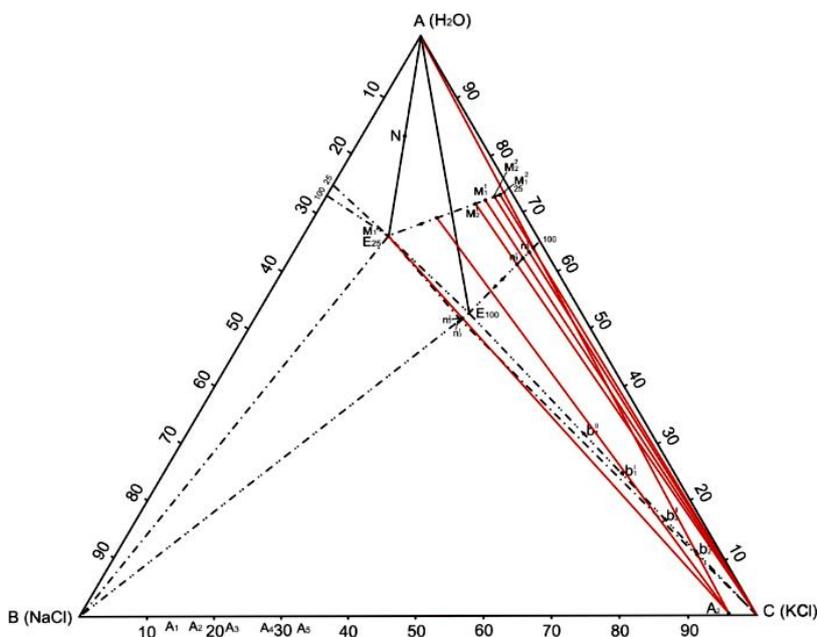


Рис. 3. Минералогический и элементный состав пылевой фракции флотационного хлорида калия по рентгенограмме

На рис. 2 и 3 показан энергетически-дисперсионный спектр и рентгеновские изображения пылевой фракции. Из рисунка видно, что массовое содержание Na, Mg, Si и Ca составляет соответственно 4,12; 0,22; 0,23 и 0,44 %.

На рис. 4 показана изотерма растворимости при 25°C и 100°C в системе KCl-NaCl-N<sub>2</sub>O, где видно, что продукты в основном состоят из минералов сильвина (91,6%) и галита (8,4%).

Фигуративная точка системы ( $E_{100}$ ) соответствует площади кристаллизации KCl при охлаждении эвтонического раствора при температуре 100°C. Следовательно, при охлаждении раствора, насыщенного NaCl и KCl, KCl выпадает в осадок, и состав раствора изменяется от  $bE_{25}$  до  $E_{100}$  вдоль кривой насыщения хлоридом калия.



**Рис. 4.**  
**Полиэтермическая**  
**диаграмма**  
**растворимости в**  
**системе**  
**KCl–NaCl–H<sub>2</sub>O**

В точке  $A_2$  расположена точка неконденсированного промежуточного продукта (НПП) начальной пылевой фракции. Фигуральная точка  $n_n^2$  определяется пересечением линии плавления НПП  $AA_n$  с кривой насыщения хлорида калия  $aE_{100}$ .

Рассмотрим три варианта растворения с тремя типами растворителей: вода; смесь эвтектического раствора, расположенного в точке  $N$ , с водой в соотношении 1:1 ( $E_{25}$ ), и эвтектический раствор  $E_{25}$ . Сначала процесс растворения осуществляется с помощью чистой воды. Количество воды обозначается соотношением  $m_{\text{вода}}/m_{\text{НПП}}$ , что эквивалентно соотношению НПП-сечений ( $A_n n_n^n$ ) и воды  $An_n^n$  ( $A_n n_n^n / An_n^n$ ).

Если после осаждения осадка KCl раствор « $m_n^n$ » снова нагреть до  $100^\circ\text{C}$ , он станет сильно ненасыщенным по KCl и лишь слабо ненасыщенным по NaCl. Если таким горячим раствором (точка  $m_n^n$ ) обработать неконденсированный промежуточный продукт (НПП) пылевой фракции (точка  $A_2$ ), то в основном растворится KCl. Точка смеси будет располагаться на линии  $aE_{100}$ . При охлаждении такой смеси (до  $25^\circ\text{C}$ ) должно получиться разделение на раствор  $m_n^n$  и твёрдый KCl. Это соответствует смеси состава  $n_n^n$ , лежащей в пересечении линий  $AA_n$  и кривой насыщения  $aE_{100}$ . Для полного растворения НПП необходим такой объём (растворителя: A, N и  $E_{25}$ ), чтобы соотношение раствора (AЭ) и НПП (AЭ:НПП) было эквивалентно  $A_2 n_n^2 : n_n^2 A$ .

Полученный очищенный раствор охлаждали в течение 30 минут в цилиндрическом кристаллизаторе при температуре  $30^\circ\text{C}$ , в результате чего наряду с кристаллами хлорида калия образовалась суспензия в виде смеси растворов хлоридов калия и натрия. Кристаллы хлорида калия были отделены при помощи центрифуги и промыты 5% циркулирующим раствором. Кристаллы хлорида калия с влажностью 4% были высушены в лабораторной сушилке при температуре  $90\text{--}105^\circ\text{C}$ . В результате был получен готовый продукт со следующим составом, %: KCl – 98,5; NaCl – 0,5;

нерастворимый остаток – 0,01; степень извлечения КС1 из сырья – 80%; размер фракций – 0,2мм (в опытах 2–8 также использовалась пылевая фракция).

По данной технологии в качестве мелкодисперсного хлорида калия можно использовать циклонную пыль после сушки и охлаждения, а также мелкокристаллический продукт, полученный сухой классификацией по классу 0,2 мм флотоконцентрата.

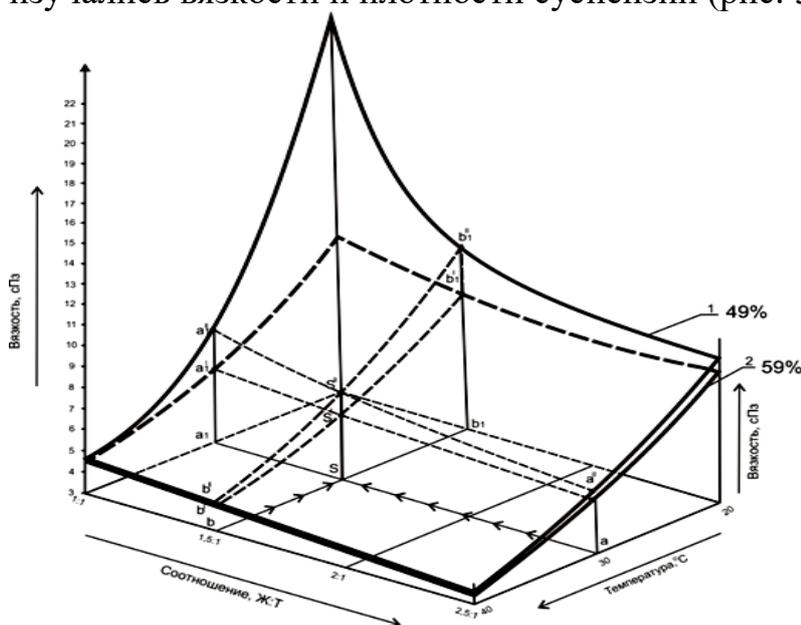
По разрабатываемой технологии жидкая фаза, полученная после отделения нерастворимой части и далее центрифугирования кристаллов хлорида калия из охлажденной суспензии, направляется в начало процесса в качестве обратного горячего щелока для растворения новой порции мелкодисперсного продукта.

В соответствии с предлагаемым способом суспензию, полученную растворением мелкодисперсного продукта в горячем (80-105°C) щелоке, подвергают фильтрации для отделения нерастворимой части.

При отделении кристаллов хлорида калия на фильтре содержание жидкой фазы во влажном концентрате превышает 10-15%, при сушке таких влажных осадков содержание хлорида натрия в готовом продукте увеличивается свыше 1,5% и поэтому для отделения кристаллов хлорида калия желательно применять центрифугу с показателем влажность осадка не более 4% для поддержания содержания хлорида натрия в продукте не более 1%.

При осуществлении технологических процессов для выбора оборудования, перемешивающих устройств и насосов необходимо изучить реологические свойства суспензий и густого пенного концентрата в процессе флотации.

С этой целью при разных соотношениях концентрата и насыщенного раствора в определенных температурных и концентрационных интервалах изучались вязкости и плотности суспензий (рис. 5).



**Рис. 5. Изменение вязкости при различных соотношениях Т:Ж и температурах при  $C_{K_2O}=49\%$ ,  $C_{K_2O}=59\%$  Т:Ж : 1:1; 1:1,5; 1:2; 1:2,5**

С увеличением соотношения Т:Ж от 1:2,5 до 1:1,5 при температуре 20°С вязкость возрастает от 10,04 до 12,14. Последующие результаты показали резкое возрастание этого показателя. Аналогичная зависимость наблюдается при температурах 30 и 40°С.

При Т:Ж=1:1,5 и изменении температуры от 20 до 40°С вязкость уменьшается в 2,83 раза. При Т:Ж=1:2 и 1:2,5 данный показатель уменьшается в 2,75 и 2,95 раза соответственно. Эти зависимости сохраняются с увеличением концентрации концентрата. Результат проведенных исследований позволяют прийти к выводу, что Т:Ж =1:1,5; 1:2 и температура 20-30°С могут считаться оптимальными показателями, потому что с технологической точки зрения суспензия является транспортабельней и ее можно перекачивать существующими устройствами.

При использовании 80 и 60г 75/400 NaКМЦ для 1 тонны сильвинита были получены начальные концентраты КЕК с содержанием 91,06% и 90,27% KCl, массой 81,22г и 79,3г соответственно. Таким образом, при 92г KCl в 400г сырья получается 23,05% KCl.

Результаты, полученные в лабораторных условиях, были повторно проанализированы в центральной лаборатории завода при участии сотрудников лаборатории.

На основании вышеизложенных результатов и выводов целесообразно в производственных условиях использовать NaКМЦ марки 75/400 с содержанием сильвинита 0,8% на тонну сильвинита.

В четвертой главе диссертации **«Отработка испытаний реагента-депрессора Na-КМЦ и технология получения белого кристаллического хлорида калия на модельной установке АО «Дехканабадского калийного завода»** приведены результаты апробации предложенного реагента-депрессора Na-КМЦ и крахмала в промышленных масштабах на АО «Дехканабадский калийных завод», рекомендации по приготовлению флотореагента, технологическая схема получения кристаллического хлорида калия из пылевой фракции флотационного продукта галургическим способом, описание принципиально-технологической схемы флотационно-галургического способа обогащения и технико-экономические обоснования рентабельности внедрения данной технологии в промышленном масштабе.

На рис. 6 показано принципиальная технологическая схема обогащения низкосортных сильвинитов флотационно-галургическим способом. Предложенную схему можно разделить на следующие стадии:

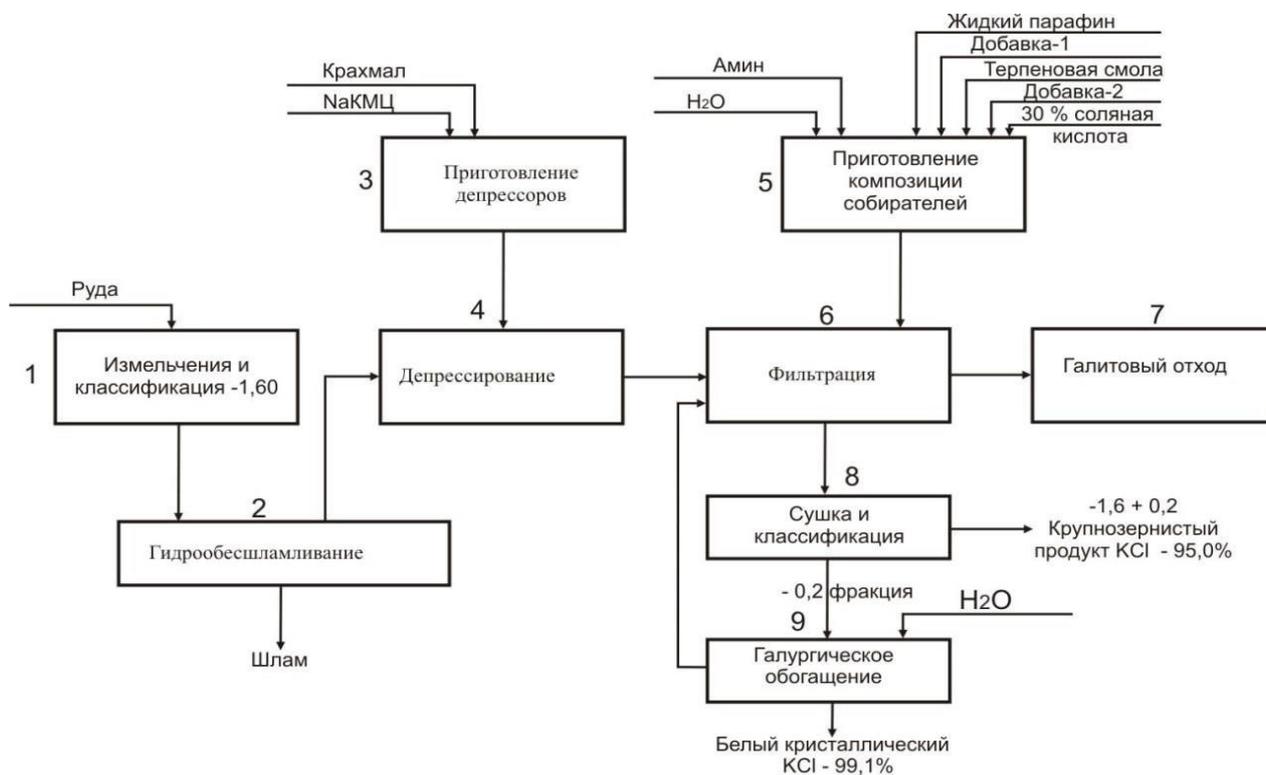
1. Измельчение классификации <1,60 >0,1 и гидрообесшламливание (1, 2 - позиции);

2. Приготовление депрессора - шлама из NaКМЦ и крахмала, изоляция остаточного шлама (3, 4 - позиции);

3. Приготовленные композиции флотореагентов из местного сырья и флотация фракции <1,60 с определением флотационного концентрата хлорида калия и галитового отхода (5, 6 и 7 - позиции);

4. Сушка и классификация флотационного концентрата в 2 фракциях:  $<1,60 \div >0,75$  и  $<0,75$ . Крупнокристаллический флотационный хлорид калия с размерами  $<1,60 \div >0,75$  (8-позиция); мелкая фракция  $<0,75$  которая отправляется на стадию галургию.

5. Галургическая переработка мелкой фракции  $<0,75$  в получении белого кристаллического хлорида калия, возвращается на маточный раствор стадию промывки черного концентрата (9 - позиция).



**Рис. 6. Принципиальная технологическая схема обогащения низкосортных сильвинитов флотационно-галургическим способом**

На модельном установке в центральной лаборатории АО «Дехканабадский калийный завод» определены оптимальные технологические факторы производства белого кристаллического хлорида калия из пылевой фракции флотационного хлорида калия с использованием местных депрессоров. Для обогащения низкосортных сильвинитов рекомендована технологическая схема флотационно-галургического метода.

Если NaKMЦ -75/400 используется вместо крахмала, экономия составит 30 357 сум на 1т продукции. Годовая экономия составит 10 564 236 000 сум.

Таким образом, замена крахмала на NaKMЦ -75/400 имеет следующие преимущества: расход пара на 1т продукции сокращается на 2.5кг, расход воды на 0,01128м<sup>3</sup>; продолжительность процесса приготовления депрессора сокращается в 5-6 раз; при внедрении технологии годовая эффективность составит 10 564 236 000 сум.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов исследований, выполненных в рамках данной диссертации, можно сформулировать следующие обобщённые выводы:

1. Выполнен обзор значимости калийных удобрений, методов обогащения калийного сырья и влияния флотореагентов на флотацию. Изучен процесс обогащения крупнозернистого сильвинита, а также проведены исследования по флотационно-галургической переработке низкосортных руд Тюбегатанского месторождения, что позволило предложить новые реагенты и разработать комбинированную технологию получения белого кристаллического хлорида калия.

2. Определены оптимальные дозировки местных депрессорных реагентов измельчённого риса, кукурузного крахмала и различных образцов КМЦ (в том числе NaКМЦ, CELL HV, PAC HV 85%, PAC LV и др.) с учётом их реологических свойств и влияния на извлечение хлорида калия. Установлено, что модификаторы с вязкостью менее  $89 \text{ мм}^2/\text{с}$  (например, CELL HV и PAC HV 85%) показали наименьшую эффективность (77,5–78,4%). Остальные образцы обеспечили извлечение хлорида калия 81,3–6,3%.

3. Подобраны флотореагенты, изучена их способность к пенообразованию, исследованы реологические свойства предлагаемых флотореагентов, а также показана возможность использования нефти и нефтяного шлама в качестве реагента, повышающего устойчивость пены в процессе флотации. Даны рекомендации для отдела приготовления флотореагентов.

4. Обоснованы физико-химические параметры получения кристаллического хлорида калия на основе изучения фазового равновесия в системе  $\text{K}^+, \text{Na}^+ // \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ , что послужило научной основой для безотходной флотационно-галургической переработки пылевой фракции. Установлено, что при соотношении твёрдого полупродукта и оборотного раствора 1:(3-14), нагревании до  $100^\circ\text{C}$  в течение 5 минут и последующем охлаждении до  $25^\circ\text{C}$  в течение 15 минут получают KCl с влажностью  $\leq 4\%$ .

5. Доказано, что образец Na-КМЦ 75/400 в дозировке 65–80 г/т даёт наилучшие результаты. Предлагаемый метод увеличивает извлечение хлорида калия в 1,7–2 раза, снижает расход воды и реагентов, улучшает качество продукта и обеспечивает дополнительно 100–200 кг чистого кристаллического KCl на 1 тонну.

6. Установлены оптимальные технологические параметры применения местных депрессоров на модельной установке в центральной лаборатории АО «Дехканабадский калийный завод».

7. Доказано, что замена крахмала на NaКМЦ-75/400 даёт следующие преимущества: паровой расход на 1 тонну продукции снижается на 2,5 кг, водный расход на  $0,01128 \text{ м}^3$ ; процесс приготовления депрессорного реагента ускоряется в 5–6 раз; при внедрении технологии годовой экономический эффект составляет 10 564 236 000 сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 ON AWARDING  
ACADEMIC DEGREES AT THE INSTITUTE OF GENERAL AND  
INORGANIC CHEMISTRY**

---

**TASHKENT CHEMICAL TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

**BAYRAEVA DILDORA ASHURBAEVNA**

**DEVELOPMENT OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY FOR  
FLOTATION-HALURGICAL ENRICHMENT OF LOW-GRADE  
SILVINITES OF THE TYUBEGATAN DEPOSIT**

**02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials based on them**

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

**Tashkent – 2025**

**The dissertation topic of the Doctor of Philosophy (PhD) is registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2023.2.PhD/T1053**

The dissertation was completed at the Tashkent Institute of Chemical Technology.

Abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) posted on the web page of the Scientific Seminar ([www.ionx.uz](http://www.ionx.uz)) and the Information and educational portal "Ziyonet" ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific supervisor:** **Erkaev Aktam Ulashevich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:** **Kucharov Bakhrom Xayrievich**  
doctor of technical sciences, senior researcher

**Reymov Akhmed Mambetkarimovich**  
doctor of technical sciences, professor, academic

**The leading organization:** **Namangan state technical university**

The defense will take place « 5 » August 2025 at 2-00 p.m at a meeting of the scientific Council No.DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 at General and Inorganic Chemistry Institute (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Phone: (+99871) 262-56-60; fax: (+99871) 262-79-90; e-mail: [ionx@academy.uz](mailto:ionx@academy.uz)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under № 80). Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Ph.: (+99871) 262-56-60; fax: (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on «14» July 2025 y.  
(mailing report No. 80 from «14» July 2025 y.)



**N.H. Usanbayev**  
Chairman of the scientific council for the award  
of an academic degree, doctor of technical sciences, professor

**J.S. Shukurov**  
Scientific secretary of the scientific council for the award  
of an academic degree, doctor of technical sciences, professor

**Sh. S. Namazov**  
Chairman of the scientific seminar  
at the scientific council for the award  
of an academic degree, doctor of technical sciences, professor, academician

## INTRODUCTION (Abstract of PhD dissertation)

**The aim of research work** is to develop the physico-chemical and technological foundations of flotation-halurgical enrichment of low-grade silvinitic ores from the Tyubegatan deposit in the presence of local flotation reagents.

**The objects of the research work** are low-grade silvinitic ore from the Tyubegatan deposit, flotation potassium chloride, sodium chloride produced at JSC Dehkanabad Potash Plant, its dust fraction, as well as slurries formed during flotation enrichment, starches (corn and potato), soapstock and various grades of sodium carboxymethylcellulose (NaCMC).

**Scientific novelty of the dissertation research** is as follows:

for the first time, a comprehensive analysis of the influence of various grades of slurry depressors on the effectiveness of flotation enrichment of low-grade silvinites from the Tyubegatan deposit has been carried out;

optimal conditions for the use of composite flotation reagent systems and their impact on the technological parameters of the process have been determined.;

the theoretical foundations of the processing of the dust fraction of flotation potassium chloride by the halurgy method have been developed, ensuring a high degree of extraction of the target component;

patterns of changes in technological parameters have been established depending on the composition and concentration of reagents used at various stages of the process;

for the first time, a range of technological parameters for the production of high-purity crystalline potassium chloride from a dust fraction was proposed and justified using a diagram of the state of the KCl–NaCl–H<sub>2</sub>O system;

an improved technological scheme has been developed, taking into account the processing of dust fractions, including a material balance and a feasibility study of the process.

**Implementation of the research results.**

Based on the obtained scientific results on the development of low-grade Tyubegatan silvinitic, flotation reagents, and energy-saving flotation-halurgical technology:

the technology for producing crystalline potassium chloride has been included in the implementation list of the Joint-Stock Company “Electrochemical Plant” (reference of the JSC “Electrochemical Plant” №. 57 dated May 29, 2024). As a result, it is possible to obtain raw materials for the production of chlorine-free potassium salts;

received a patent of the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan for an invention for a flotation enrichment method for potash ore (IAP №. 06164. As a result, it was possible to use NaCMC as a local depressant in the production of flotation potassium chloride.

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, 4 chapters, conclusion, titles of the list of references and appendices. The volume of the dissertation is 120 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Эркаев А.У., Якубов Р.Я., Байраева Д.А., Тоиров З.К., Адилова М.Ш., Рахматов Х.Б., Бойназаров Б.Т., Алимов А.М., Муродов М.М., Хашимов А.С., Куйлиева Д.У., Боймуродов Ж.З. Калий рудасини флотация усулида бойитиш // Патент №IAP 7776. Заявка № IAP 20140385. Оpubл. 11.02.2020.
2. Адилова М.Ш., Байраева Д.А., Эркаев А.У., Бухаров Ш.Б. Мавлянов М.Б., “Интенсификация технологии флотационного обогащения сильвинитов тюбегатанского месторождения” // Universum технические науки: электрон. научный журнал. 2019. № 10(67). Часть 2. С. 30-35. (02.00.00, №1)
3. Байраева Д.А., Эркаев А.У., Тоиров З.К., Адилова М.Ш. Investigation of the Influence of the Carboxymethylcellulose Brand on the Process of Sludge Depression During Potassium Chloride Flotation // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 9, Issue 4, April 2022. P. 19287-19293. (05.00.00, №8)
4. Эркаев А.У., Адилова М.Ш., Кодиров К.Й., Мавлянов М.Б., Байраева Д.А., Азларова Ф.У. Получение галургическим способом кристаллического хлорида калия из пылевой фракции флотационного продукта // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. №2(95). С. 31-37 (02.00.00 №1)
5. Байраева Д.А., Эркаев А.У., Адилова М.Ш., Холмуратов Ш.М. Получение хлористого калия из флотационного продукта, полученного галургическим способом // Узбекский Научно-технический и производственный журнал Композиционные материалы, №1/2024 С. 138-141. (05.00.00 №13)
6. Байраева Д.А., Эркаев А.У. Разработка комбинированной технологии получения белого кристаллического хлорида калия из промежуточного влажного кека – концентрата // Узбекский Научно-технический и производственный журнал Композиционные материалы, №1/2024 С. 142-144. (05.00.00 №13)

**II бўлим (II часть; part II)**

1. Байраева Д.А., Эркаев А.У., Адилова М.Ш., Шарипова Х.Т. “Влияние флотореагентов из местного сырья на процесс флотации сильвинита тюбегатанского месторождения” // Химическая технология и техника научно-техническая конференция. Минск 2014г. С. 84-86.
2. Номозова С.Б., Махамаджонов М.Ж. Байраева Д.А., Адилова М.Ш., Эркаев А.У., “Испытания реагента-депрессора Na-КМЦ и крахмала на

- лабораторной модельной установке УП “Дехканабадский завод калийных удобрений” // Международная научно-техническая конференция “Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической, нефте-газовой и пищевой промышленности” 1-том Тошкент 2016г. С. 353-354.
3. Байраева Д.А., Адилова М.Ш., Тоиров З.К., Эркаев А.У., Олимов Т. “Подбор эффективного реагента-депрессора для флотационного обогащения калийных руд Тюбегатанского месторождения” // “Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса. IX международная научно-техническая конференция.” 14-16 июня 2017 г. г.Навоий. С. 444-445.
  4. Мияссаров И.М., Адилова М.Ш. Байраева Д.А., “Исследование процесса обогащения низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения” // “XXI аср – интеллектуал ёшлар асри” мавзусидаги республика илмий ва илмий-техник анжуман 30 март 2018 йил. С. 438-444.
  5. Адилова М.Ш., Байраева Д.А., Саидова Д.Ш., Бухоров Ш.Б. Эркаев А.У., “Пенообразующая способность местных флотореагентов при флотации хлорида калия” // Сборник материалов I Международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях” 2 – том. г. Фергана. 24-25 мая 2019 г. С.-234-237.
  6. Байраева Д.А., Тоиров З.К., Реймов К.Д. Эркаев А.У., “Влияние на процессе флотации сильвинита тюбегатанского месторождения флотореагентов на основе местного сырья” // “Mahalliy xomashyolar va ikkilamchi resurslar asosidagi innovatsion texnologiyalar” Respublika ilmiy-texnik anjuman materiallar to'plami 2-jild. Urganch 19-20 aprel. 2021 yil. С. 354-355
  7. Байраева Д.А., Эркаев А.У., Адилова М.Ш., Эркинова С.Х. “Реологические исследования суспензии хлорида калия полученного из сильвинита тюбегатанского месторождения” // “Pedagogical sciences and Teaching methods.” part 22 Collection of scientific works 2023. Berlin P. 87-89
  8. Байраева Д.А., Эркаев А.У., Адилова М.Ш., Тоиров З.К., Холмуратов Ш.М. “Исследование влияния местных модификаторов шламов на флотацию калийных солей” // Сборник статей республиканской научно-практической конференции “Перспективы развития инновационных технологий производства неорганических веществ и материалов в условиях глобализации” 9-10 ноября, 2023 г. С. 5-8.

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

**Босмахона лицензияси:**



**9338**

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.

Рақамли босма усулда босилди.

Шартли босма табағи: 2,75. Адади 100 дона. Буюртма № 19/25.

Гувоҳнома № 851684.

«Тірографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.

Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.