

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
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ЯНГИЕР ФИЛИАЛИ

МАВЛЯНОВ МУХИДДИН БАХРИДДИН ЎГЛИ

ПАСТ НАВЛИ СИЛЬВИНИТ МАЪДАНЛАРИНИ КОМПЛЕКС ҚАЙТА
ИШЛАШ 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 dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)

Мавлянов Мухиддин Бахриддин ўғли

Паст навли сильвинит маъданларини комплекс қайта ишлаш
технологиясини ишлаб чиқиш..... 3

Мавлянов Мухиддин Бахриддин угли

Разработка технологии комплексной переработки низкосортных
сильвинитовых руд..... 21

Mavlyanov Muhiddin Baxriddin o'g'li

Development of comprehensive processing low grade silvinit ore
technology..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 43

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
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ЯНГИЕР ФИЛИАЛИ

МАВЛЯНОВ МУХИДДИН БАХРИДДИН ЎГЛИ

**ИАСТ НАВЛИ СИЛЬВИНИТ МАЪДАНЛАРИНИ КОМПЛЕКС ҚАЙТА
ИШЛАШ 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 мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2023.1.PhD/Г1716 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё - технология институти ва Тошкент кимё- технология институти Янгиер филиалида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Адилова Мохира Шавкатовна
техника фанлари номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Кучаров Баҳром Хайриевич
техника фанлари доктори, катта илмий ходим
Султонов Боходир Ўлбекович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот

Навобий давлат кичлик ва технологиялар университети

Диссертация химояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02/05.05.2023 К/Т.35.02 рақамли Илмий кенгашнинг «06» март 2024 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-90; e-mail: iohx@academy.uz.

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (12 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо-Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60.

Диссертация автореферати 2024 йил «21» февраль куни тарқатилди.

(2024 йил «21» февралдаги № 12 - рақамли реестр баённомаси).



Усанбоев Н.Х.

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., катта илмий ходим

Шукуров Ж.С.

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
котиби, т.ф.д., катта илмий ходим

Намазов Ш.С.

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунё аҳолисининг барқарор ўсиши туфайли озиқ-овқат маҳсулотларига бўлган талаб ортиб бормоқда. Инсониятни етарли миқдорда озиқ-овқат билан таъминлаш бугунги куннинг долзарб муаммоларидан бири ҳисобланади. Озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашда асосий омиллардан бири қишлоқ хўжалик экинларига NPK-ўғитларини қўллаш асосида юқори ва сифатли ҳосил олиш ҳисобланади. Бу борада, биринчи навбатда, паст навли калий маъданларини бойитишнинг ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш ҳисобига калий тутувчи мураккаб ўғитларни олиш муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эга.

Жаҳонда калийли маъданларнинг бой захиралари тобора камайиб бораётганлиги сабабли таркибида кам миқдорда калий тутган маъданларни бойитишнинг самарадор технологияларини ва олинган концентрат асосида NPK-ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш борасида илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, Тюбегатан кони паст навли калийли маъданларининг минералогик таркибини ўрганиш; бойитишнинг галургия усулини назарий таҳлил қилиш ҳамда лаборатория шароитида тадқиқотлар олиб бориш; турли хил технологик параметрларнинг маҳсулот чиқишига таъсирини тадқиқ қилиш ва мақбул шароитни топиш; жараёнда ҳосил бўладиган эритма ва куйкаларнинг реологик хоссаларини ўрганиш; паст навли сильвинит маъданларини галургия усулида бойитишнинг технологик схемасини ишлаб чиқиш; бойитиш жараёнида ҳосил бўладиган маҳсулот ва чиқиндилардан NPK- ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва техник-иқтисодий баҳолашга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамызда “Дехқонобод калий заводи” АЖ ишга туширилиши билан қишлоқ хўжалигининг калийли ўғитларга бўлган эҳтиёжи таъминланмоқда. Натижада, калийли ўғит импорти тўхтатилди ва маҳаллий хом ашёлар асосида янги NPK ўғитларини яратиш имкониятларига эришилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясининг учинчи йўналишида «... миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлашга қаратилган саноат сиёсатини амалга оширишни давом эттириш, ялпи ички маҳсулотда саноатнинг улушини ошириш ва саноат ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 баробарга ошириш...»¹ каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданларини галургия усулида бойитиш ва улардан калий хлорид ва натрий хлорид олиш технологиясини ишлаб чиқиш, таннарҳи нисбатан арзон азотфосфоркалийли мураккаб ўғитлар олиш бўйича илмий тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28-январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони ва 2019 йил 3-апрелдаги ПҚ-4265-сон

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

«Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2021 йил 13-февралдаги ПҚ-4992-сон «Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори кўшимча қийматга эга бўлган кимё маҳсулотлари ишлаб чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, ҳамда 2020 йил 28-декабрдаги ПҚ-4937-сон «Ўзбекистон Республикасининг 2021-2023 йилларга мўлжалланган инвестиция дастурини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, шунингдек мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Адабиёт манбааларини ҳар томонлама таҳлил қилиш, калийли маъданларни бойитиш ва комплекс ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича маълум бир ҳажмдаги илмий-техник адабиётлар, маълумотлар мавжудлигини кўрсатди.

Калийли маъданларни бойитиш, комплекс ўғитлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш масалалари билан Волкова А.В., Миролубов В.Р., Высоцкий Э.А., Баяндина Э.О., Исаева Г.А., Шаститко Т.С., Тетерина Н.Н., Давыдов А.В., Рэймонд Валтер, Сафрыгин Ю.С., Дормешкин О.Б., Воробьев Н.И., Гаврилюк А.Н., Copenhagen W.C., Thomas H. Neuman, Raulindo R. Luna, Robin Rhinney, Набиев М.Н., Осичкина Р.Г., Тухтаев С., Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Эркаев А.У., Мирзақулов Х.Ч., Тожиев С.М., Усманов И.И., Реймов А.М., Сейтназаров А.Р., Самадий М.А., Шаймарданова М.А. ва бошқалар шугулланганлар. Ушбу олимлар илмий ишларида асосан калийга бой маъданлар билан тадқиқотлар олиб боришган, таркибида кам миқдордаги калий тутган маъданларни бойитиш ва шламли чиқиндиларни комплекс ўғитлар олишда ишлатиш уларнинг диққат марказида бўлмаган.

Шуни ҳам таъкидлаш керакки, юқорида тилга олинган олимларнинг ҳозиргача қилган ишларида Тюбегатан кони паст навли калийли маъданларини галургия усулида бойитиш билан бирга мураккаб ўғитлар олишни ўз ичига олган комплекс қайта ишлаш жараёни тўлиқ ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ ИЗ - 20170929673 - рақамли «Тюбегатан кони паст навли сильвинитларидан флотация усулида калий хлорид ишлаб чиқариш технологиясини жадаллаштириш ва такомиллаштириш» (2018-2019 йй.) ва ИЗ-2020002234 рақамли «Қишлоқ хўжалиги экинлари учун таркибида хлорсиз калийли ўғитларни узлуксиз ишлаб чиқариш технологиясини

яратиш» (2020-2022 йй.) мавзусидаги инновацион лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданларини галургия усулида комплекс қайта ишлаш технологиясини физик-кимёвий ва технологик асосларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

калийли маъданларни бойитиш ва таркибида калий бўлган комплекс ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича адабиётлар таҳлили;

паст навли Тюбегатан кони калийли маъданларининг минералогик таркибини замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари ёрдамида ўрганиш;

KCl-NaCl-H₂O уч компонентли тизим изотермалари асосида 3 та вариантда тўлиқ ва қисман эритиш усулларида Тюбегатан кони калийли маъданларини галургик бойитишни назарий таҳлили ва паст навли сильвинитларни бойитишда турли эритувчилар, эритиш харорати, эритувчи миқдори каби технологик омилларни ўзгартириш оралигини танлаш;

Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданларини сувда ва тўйинган қайтарма эритмада эритиш жараёнига турли омиллар таъсирини ўрганиб, жараённинг мақбул шароитларини аниқлаш;

оралиқ босқичларда ҳосил бўладиган суспензия ва эритмаларнинг реологик хоссаларини ўрганиш;

Тюбегатан кони калийли маъданларини бойитиш жараёни маҳсулоти, стандарт азот-, фосфорли ўғитлар ва Тюбегатан конининг сильвинитларини флотацион ва галургик бойитиш чиқиндилари асосида NPK- ўғитлар олиш жараёнини ўрганиш, олинган маҳсулотларнинг товар хоссаларини аниқлаш;

Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданларини галургия усулида бойитишнинг такомиллашган технологиясини ишлаб чиқиш, таклиф этилаётган технологик схемани синовдан ўтказиш;

Тюбегатан кони сильвинит маъданларини бойитиш жараёни маҳсулоти ва чиқиндиларидан NPK ўғитлар олиш технологик схемасини ишлаб чиқиш, моддий балансини тузиш, тавсия этилган технология бўйича олинган NPK-ўғитларни техник-иқтисодий асослаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданлари, калий хлорид, натрий хлорид, аммоний хлорид, аммофос, суперфосфат, преципитат, нитрокальцийфосфатли ўғит (НКФЎ), галургик бойитиш шлами ва “Дехқонобод калий заводи” АЖ шлами олинган.

Тадқиқотнинг предмети Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданларини галургия усулида бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш ва сильвинитни бойитиш жараёни маҳсулоти ва чиқиндиларидан NPK- ўғитлар олиш технологик схемасини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида кимёвий ва физик-кимёвий (рентгенографик, рентген флуоресцент спектроскопияси, сканерловчи электрон микроскоп) таҳлил усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

илк маротаба бойитиш жараёнини кетма-кетлигини танлашга имкон берувчи Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданлари таркибидаги

минераллар миқдорини маъдан таркибидаги KCl , $NaCl$ нисбатлари ва зарралар ўлчамига боғлиқлик номограммалари яратилган;

Тюбегатан кони калийли маъданларининг минералогик таркиби, KCl , эримайдиган қолдиқ миқдори ва зарралар ўлчамининг ўзаро боғлиқлигига кўра гравитацион, флотация, галургия усуллари комбинацияланган 3 хил бойитиш технологиялари таққосланган бўлиб, галургия усулини турли таркибли сильвинитларда тўғридан - тўғри қўллаш мумкинлиги илмий асосланган;

25 ва $100^{\circ}C$ ҳароратлардаги $KCl-NaCl-H_2O$ уч компонентли тизим изотермалари асосида 3 та вариантда тўлиқ ва қисман эритиш усулларида Тюбегатан кони калийли маъданларини галургик бойитишни назарий таҳлили қилинган ва паст навли сильвинитларни таркибидаги KCl миқдори 18% дан кам бўлганда сувда (паст ҳароратда), ҳамда 18% дан кўп бўлганда қайтарма эритмада (юқори ҳароратда) комплекс қайта ишлаш принципиал схемаси таклиф этилиб, технологик омилларни ўзгартириш оралиги аниқланган;

Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданларини сув ва тўйинган қайтарма эритмада (M^{25} таркибли) эрувчанлиги зарралар ўлчами, ҳарорат, $K:C$ нисбати, вақт ва таркибидаги (9,2, 13,2, 18,3, 26,1%) калий хлоридга боғлиқ ҳолда, ҳосил бўладиган эритмаларни буглатиш даражаси ва совутиш тезлигини KCl ва $NaCl$ чиқишига таъсири диаграммалари яратилган;

стандарт азот-, фосфорли ўғитлар, калий хлорид ва Тюбегатан конининг сильвинитларини флотацион ва галургик бойитиш чиқиндилари асосида $НРК$ -ўғитлар олиш имкониятлари асосланган, олинган $НРК$ - ўғитларнинг товар хоссалари аниқланган;

Тюбегатан кони паст навли сильвинитларини тўлиқ ва қисман эритиш усулларида 2 босқичли галургик бойитиб озуқа ош тузи ва юқори сифатли техник оқ калий хлориди олиш имконини берувчи мослашувчан технологик схемаси, ҳамда ўзгарувчан таркибли Тюбегатан кони паст навли сильвинитларини комплекс қайта ишлашдан олинган маҳсулотларнинг моддий баланси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданларини тўлиқ ва қисман эритиш усулларида 2 босқичли галургик бойитиб озуқа ош тузи ва юқори сифатли техник оқ калий хлориди олиш технологияси ишлаб чиқилган;

аммоний ва калий хлоридлари, таркибида фосфор сақлаган ўғитлар (аммофос, суперфосфат, преципитат, НКФЎ), ҳамда Тюбегатан конининг сильвинитларини флотацион ва галургик бойитиш чиқиндилари асосида комплекс ўғитлар олиш технологияси ишлаб чиқилган;

«Электрокимёзавад» АЖ-ҚК тажриба қурилмасида калий хлориднинг тажриба партияси ишлаб чиқарилган, ҳамда қўшимча қийматли озуқа ош тузи - натрий хлорид маҳсулоти олиш имконияти аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил натижалари «Электрокимёзавад» ҚК-АЖ модель

қурилмасида синовдан ўтказилган, тадқиқот натижалари республика ва халқаро илмий анжуманлардаги муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шу билан белгиланадики, олинган натижалар хом ашё таркиби ва қўйилган талабга қараб бойитиш жараёни кетма-кетлигини танлашга имкон беради, ҳамда $KCl-NaCl-H_2O$ уч компонентли тизим изотермалари асосида 3 та вариантда тўлиқ ва қисман эритиш усулларида Тюбегатан кони калийли маъданларини галургик бойитишни назарий асослари тахлили билан паст навли сильвинитларни комплекс қайта ишлаш принципиал схемаси таклиф этилган, паст навли сильвинит маъданларини сувда ва тўйинган қайтарма эритма билан эритиш жараёнига ҳарорат, $K:C$ нисбати, эритиш вақтининг таъсири ўрганилган, технологик омилларни ўзгартириш оралиги танланиб, маҳсулот чиқиш унуми оширилгани билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Тюбегатан кони паст навли сильвинитларини галургик бойитиб озуқа ош тузи ва юқори сифатли техник оқ калий хлориди олиш имконини берувчи мослашувчан технологияси ишлаб чиқилиб, стандарт азот-, фосфорли ўғитлар, калий хлорид ва Тюбегатан конининг сильвинитларини флотацион ва галургик бойитиш чиқиндилари асосида қишлоқ хўжалигини самарали ва арзон NPK ўғитлари билан таъминланишига хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Паст навли Тюбегатан конининг сильвинит маъданларини комплекс қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Тюбегатан кони паст навли сильвинитларини галургия усулида комплекс қайта ишлаб, тоза калий хлорид олиш технологияси «Электрокимё завод» АЖ қўшма корхонасининг 2023-2024 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Электрокимё завод» АЖ-ҚКсининг 2022 йил 7 сентябрдаги 198-сон маълумотномаси). Натижада, паст навли сильвинит маъданларини комплекс қайта ишлаш, тоза калий хлорид олиш даражасини ошириш имконини беради;

паст навли Тюбегатан кони сильвинитидан тоза натрий хлорид олиш технологияси «Электрокимё завод» АЖ қўшма корхонасида амалиётга тадбиқ этилган («Электрокимё завод» АЖ-ҚКсининг 2022 йил 7 сентябрдаги 198-сон маълумотномаси). Натижада, паст навли сильвинитдан озуқа учун ишлатишга яроқли бўлган тоза натрий хлорид олиш имконини беради;

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 6 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий иш чоп этилган. Шундан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 6 та илмий мақола, жумладан 2 таси республика ва 4 таси хорижий

журналларда нашр этилган.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация иши мавзусига бағишланган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, объект ва предметлари тавсифланган, илмий ишнинг республика фан ва технологиялар тараққиёти устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти ёритиб берилган, илмий натижаларнинг амалиётга татбиқ қилиниши, диссертациянинг тузилиши ва чоп этилган илмий ишлар буйича маълумотлар келтирилган.

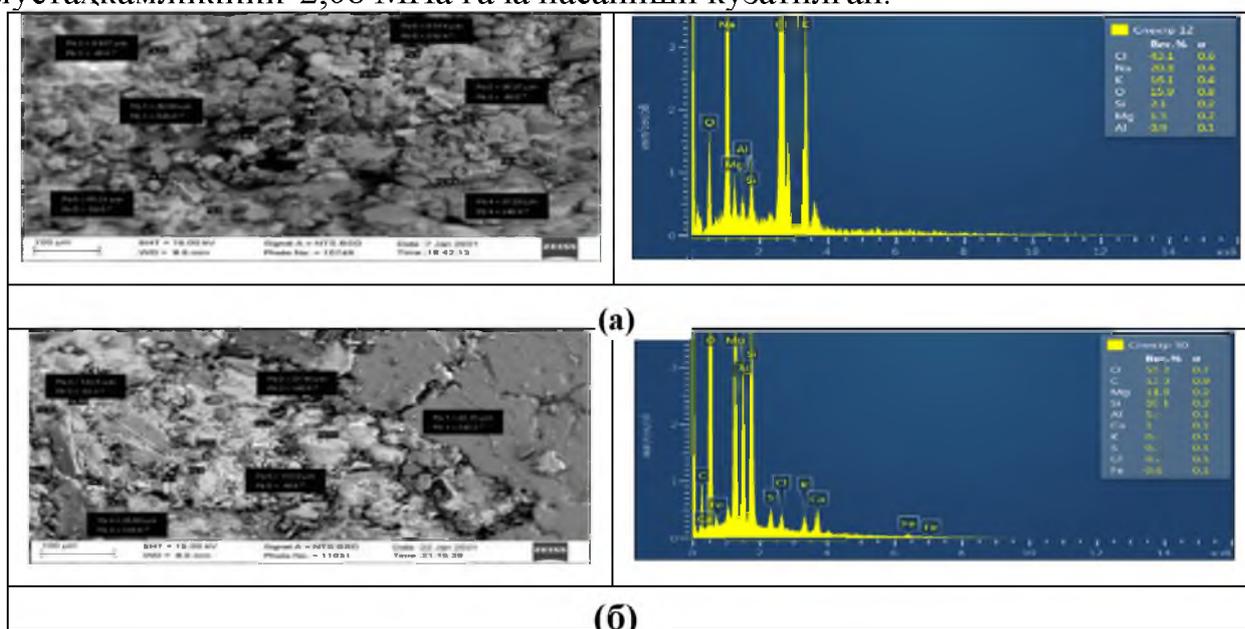
Биринчи боб «**Калий маъданларини бойитиш ва калий тутган мураккаб ўғитлар олиш технологияларининг ҳозирги ҳолати**»да калийли ўғитларни ишлаб чиқарувчи давлатларнинг жаҳон бозоридаги мавқеи, калийли маъданлар хом ашё базасининг захираси, ҳолати, уларни бойитиш усулларининг олдинги, ҳозирги ва келажакдаги ҳолати, шунингдек бойитишга, ҳамда комплекс ўғитлар олиш технологиясига бағишланган патент ва илмий-техник адабиёт маълумотлари чуқур таҳлил қилинган ва критик баҳо берилган. Адабий материални таҳлил қилиш асосида тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг «**Тадқиқот объектлари тўғрисида умумий маълумотлар ва тадқиқот усулларининг тавсифи**» деб номланган иккинчи бобида мазкур тадқиқот ишида фойдаланиладиган асосий хом ашё ва ёрдамчи материалларнинг кимёвий таркиби, хоссалари, ҳамда уларнинг сифат кўрсаткичлари тавсифи берилган. Тадқиқотни олиб боришда қўлланиладиган услублар ва олинган маҳсулотларни кимёвий таҳлилини аниқлаш, ҳамда физик-кимёвий тадқиқот усулларидан фойдаланилганлиги баён қилинган.

Диссертациянинг учинчи боби «**Тюбегатан кони калийли маъданларини галургия усулида бойитиб тоза калий хлорид ва натрий хлорид олиш жараёни тадқиқоти**»да Тюбегатан кони калийли маъданларининг мустаҳкамлигига KCl таркиби, заррачалар ўлчами, сувда эримайдиган қолдиқ (э.қ.), элемент ва минералогик таркибнинг таъсири ўрганилган. Сильвинитнинг фракцион таркиби ўзгаришининг шламсизланиш даражаси ва KCl миқдорининг ўзгаришига таъсири, KCl-NaCl-H₂O диаграммаси асосида Тюбегатан кони калийли маъданларини галургик бойитишни назарий таҳлили қилинган, паст навли сильвинитларни сувда ва тўйинган қайтарма эритмада эритиш жараёни кинетикасига, шунингдек KCl чиқиш унумига турли омилларнинг таъсири тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Тадқиқот сифатида Тюбегатан кони калийли маъданларидан 5 та намуна ўрганилди: 1-сильвинит (9,2 % KCl), 2-сильвинит (13,2% KCl), 3-сильвинит (18,3% KCl), 4-сильвинит (26,1% KCl), 5-сильвинит (31,1% KCl). Майдаланган намуналар 0,5мм; 1мм; 3мм; 5мм; 7мм ва 10 мм ли элаклар тўпламидан ўтказилди ва зарралари ўлчами -10+7мм; -7+5мм; -5+3мм; -3+1мм; -1+0,5мм; -0,5+0мм бўлган фракцияларга ажратилди.

Калийли хом ашё намуналарининг мустаҳкамлиги зарралар ўлчами катталашиси ва намуналардаги KCl миқдори камайган сари ўсиб боришини кўрсатди. Масалан, 1-намунада зарралар ўлчами -0,5+0мм бўлганда мустаҳкамлик 3,67 МПа бўлса, -10+7 мм ли фракциянинг мустаҳкамлиги эса 4,30 МПа ни ташкил этган. Бошқа намуналарга нисбатан 1-намунада мустаҳкамлик ўзининг энг катта кўрсаткичига (4,30 МПа) эришган, бошқа намуналарда калий хлорид миқдори 13,2 дан 31,1% гача ошган сари мустаҳкамликнинг 2,08 МПа гача пасайиши кузатилган.



1-расм. Намуна – 1.4 (таркибида 9,2% KCl бўлган сильвинит намунаси, -3+1 мм ли фракция) (а) ва унинг э.к.нинг (б) электрон тасвири ва энерго-дисперсион спектрлари

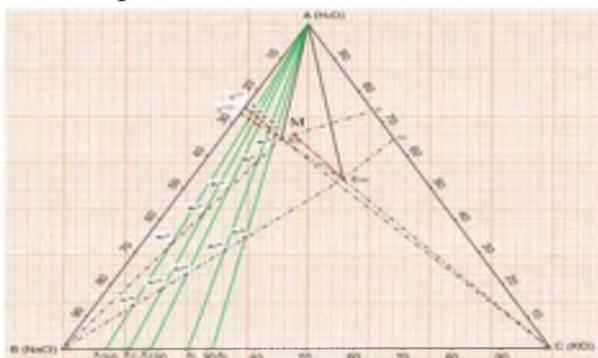
Намуналар ва уларнинг сувда э.к. элементар таркибининг энерго-дисперсион таҳлил натижалари калийнинг миқдори ортиши билан бирга улардаги O, Na, Mg, Al, Si, S, Cl, K, Ca, Fe, C ларнинг миқдори камайишини кўрсатди. Натижалар 1-намуна мисолида 1- расмда кўрсатилган.

Намуналарнинг рентген фазали таҳлиллари натижалари намуналарда галитнинг улуши 52,2 дан 70,5% гача, сильвин эса 7,2 дан 32,9% гача ораликда ўзгаришини кўрсатди. Натижаларга кўра намуналардаги KCl миқдорининг камайиб бориши билан кичик ўлчамли зарралардаги э.к., карбонат, натрий хлорид тузларининг миқдорини KCl га нисбати кескин ортади. Калийли маъданларни таркибидаги NaCl, KCl миқдори, эримайдиган қолдиқ ва зарралар ўлчамининг ўзаро боғлиқлигига кўра гравитацион, флотация, галургия усуллари комбинацияланган 3 хил бойитиш варианты ва шламсизлантириш технологияси таклиф этилди.

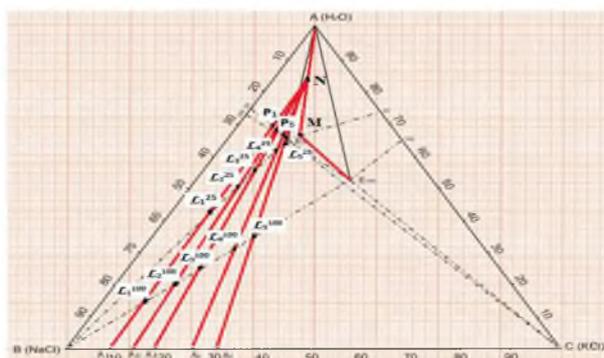
Уч компонентли тизимда график таҳлил олиб бориш учун э.к.ни ҳисобга олмаган ҳолда KCl ва $NaCl$ йигиндисини 100 % деб ҳисоблаб, дастлабки хом ашё таркибини $A_n (A_1, A_2 \dots A_5)$ $KCl-NaCl-H_2O$ диаграммасининг бинар қаттик тузлар координатасига $KCl-NaCl$ фигуратив нукталари киритилди (2-расм).

Биринчи вариант 2-расм (а) график ҳисоблари 1- ва 2-жадвалларда берилган. 1-жадвалдан кўринадик, биринчи вариантни тўлиқ эритиш усулида ($25^\circ C$ да) сильвинит таркибидаги KCl нинг 9,2 % дан 31,1 % гача ошиши билан тўйинган эритма олиш учун ҳар бир тонна сильвинитга сарфланадиган сув миқдори 2,66 т дан 1,94 т гача камаяди, $100^\circ C$ ҳароратда эса намуналар учун сув сарфи 2,37 дан 1,91 т гача камаяди.

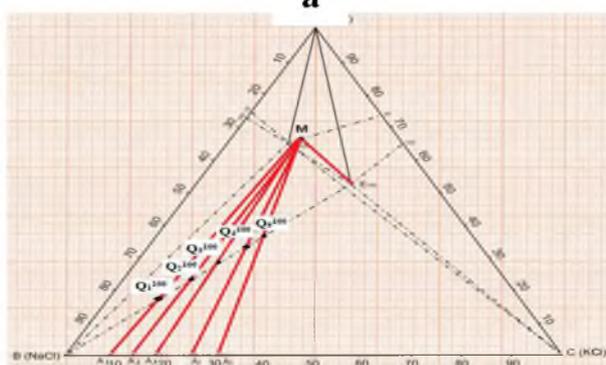
Эритиш $100^\circ C$ да олиб борилганда намуналарни тўлиқ эритиш учун сув сарфи намуналарни $25^\circ C$ ҳароратда эритиш учун зарур бўладиган миқдордан 0,03 - 0,29 т гача кам талаб этилади. Олинган эритмалар мос ҳолда 25 ва $100^\circ C$ да эримайдиган қисмлардан тозаланади ва изотермик буглатилади. Тиниқ эритмаларни бугланиш нурлари BE_{25} ва BE_{100} кесимларни кесишгунча давом этирилади. Буглатиш натижасида иккала изотермаларда ҳам дастлаб $NaCl$ кристалланади.



а



б



в

2-расм. Биринчи (а), иккинчи (б) ва учинчи (в) вариант бўйича $KCl-NaCl-H_2O$ системаси асосида график ҳисоблар диаграммаси

Энергия тежамкорлик нуктаи назаридан 18,3% дан кам KCl бириктирган маъданларни $25^\circ C$ да тўлиқ эритиб, 40-60% сувни буглатиб, умумий сильвинит массасидан 41,1-58,3 % ни $NaCl$ холида ажратиб, $100^\circ C$ ли филтрат 18,3% дан юқори концентрацияли (KCl бўйича) сильвинитни қисман эритиш жараёнига юборилади. Шлам ва $NaCl$ кристаллари ажратилиб қолган филтрат $25^\circ C$ гача совутилиб сильвинит таркибидаги KCl 94-96 % ажратиб олинади.

Аммо эритмани тўйинтириш учун буглатиш керак бўлган сув миқдори эса юқоридагиларга мос равишда 2,19; 0,95 ва 0,34 дан 3,7; 2,25 ва 0,41 гача,

яъни 1,03, 2,37 ва 1,20 марта кўпаяди (25°С да). 100°С да эса 2,21; 1,87 ва 1,37 дан 3,36; 2,61 ва 1,9 гача, яъни 1,52; 1,39 ва 1,38 марта марта ошади.

Юқоридагиларга мос холда 25°С да буглатиш давомида кристалланадиган натрий хлорид миқдори эса камаяди: 0,75; 0,57 ва 0,19 дан 0,70; 0,42 ва 0,08 гача, яъни мос холда 1,42; 1,43 ва 1,6 марта камаяди.

Шунингдек таъкидлаш керакки, 100 °Сда олинган эритма 25 °С гача совутилса мос холда 0,059; 0,115; 0,203 ва 0,117; 0,205 ва 0,310 т калий хлорид ажралиб чиқади. Кўриниб турибдики, 2 вариантнинг тўлиқ эритиш усулида (100°С да) буглатилган эритмадан чиқадиган NaCl миқдори биринчи вариантга караганда юқори бўлади: 0,80; 0,73 ва 0,53 дан 1,49; 1,10 ва 0,75 т гача, яъни 1,86; 1,92 ва 1,41 марта ошади. Эритиш усулида тоза ош тузи (натрий хлорид) ва калий хлориднинг чиқиши 1-вариантга нисбатан ошади.

1-жадвал

1-вариант буйича KCl-NaCl-H₂O диаграммаси асосида сильвинит маъданларини тўлиқ эритиш усулида зарур бўладиган эритувчи (сув) ва ажратиладиган NaCl ва KCl миқдорини ҳисоблаш натижалари

Намуналар тартиб рақами	Сильвинит намуналари таркибдаги KCl миқдори, %	Сильвинит намуналарини эритиш учун сувнинг миқдори, т	Бўғланган сув миқдори, т	NaCl миқдори, т	KCl миқдори, т
		Хисоблаш тенгламалари			
		$m_{\text{сув}}/m_{\text{туз}} = A_{\text{нн}}/A_{\text{H}_2\text{Oн}}$	1) $m_{\text{буг}}/m_{\text{эритма}} = A_{\text{н}}m_{\text{н}}/A_{\text{H}_2\text{Oн}}m_{\text{н}}$ 2) $m_{\text{буг}}/(m_{\text{дастлабки эритма}} - m_{\text{буг}})$	1) $m_{\text{NaCl}}/m_{\text{Et}} = E_{\text{т}}m_{\text{н}}/Bm_{\text{н}}$ 2) $m_{\text{(қолган эритма2)}} = m_{\text{(қолган эритма1)}} - m_{\text{NaCl}}$	$m_{\text{KCl}}/Mm = E_{100}M/CE_{100}$
Тўлиқ эритиш усули, 25°С					
1	9,2	2,66	2,19	0,73	-
2	13,2	2,52	1,79	0,60	-
3	18,3	2,32	0,95	0,57	-
4	26,1	2,1	0,76	0,25	-
5	31,1	1,94	0,34	0,12	-
Тўлиқ эритиш усули, 100°С					
1	9,2	2,37	2,21	0,86	0,059
2	13,2	2,25	2,05	0,78	0,089
3	18,3	2,17	1,87	0,73	0,115
4	26,1	2,0	1,56	0,66	0,181
5	31,1	1,91	1,37	0,53	0,203

3-жадвалда эритма (M²⁵ таркибли) билан фақат 100°С даги эриш жараёни таҳлил қилинган.

Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданларини эриш жараёни кинетикасига зарралар ўлчамининг таъсирини ўрганиш учун зарралари ўлчами -10+7мм; -7+5мм; -5+3мм; -3+1мм; -1+0,5мм бўлган сильвинит

намуналари (1-намуна (9,2% KCl) ва 2-намуна (18,3% KCl)) танлаб олинди. Олинган маълумотлар шуни кўрсатадики, 25°C хароратда 1- намунада эритиш вақти 2 минутни ташкил этиб, зарралар ўлчами -1 мм дан -10 мм гача ортиши билан эрувчанлик 54,4% дан 17,5% гача, деярли 3,1 баробар камаяди. Эритиш давомийлигини 2 дан 30 минутгача оширилиши ва зарралар ўлчами -1 мм дан -10 мм гача катталашганда, сильвинитнинг эрувчанлиги мос равишда 54,4 дан 70,1% гача ёки 17,5 дан 59,1% гача ошади.

Сильвинитнинг 2-намунасини эритишда ҳам шундай қонуният кузатилади.

2-жадвал

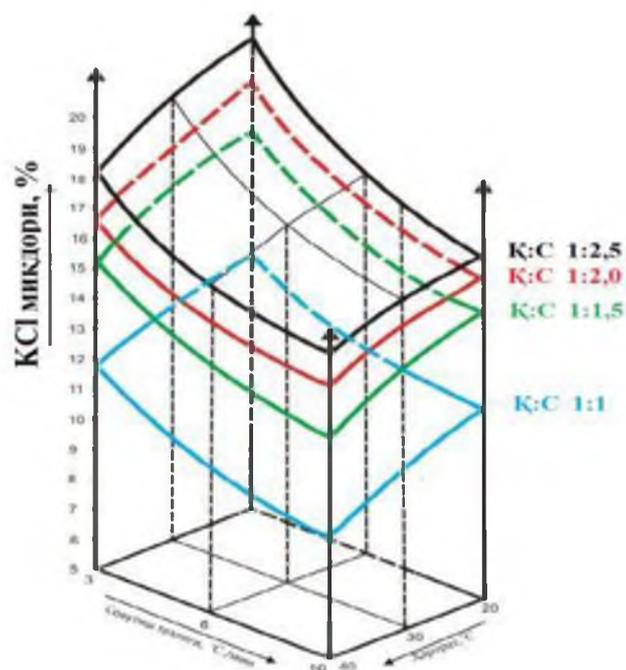
2- вариант буйича KCl-NaCl-H₂O диаграммаси асосида сильвинит маъданларини тўлиқ эритиш усулида зарур бўладиган эритувчи (сув ва эритма), ажратиладиган NaCl ва KCl миқдорини ҳисоблаш натижалари

Намуналар тартиб рақами	Сильвинит намуналари таркибидаги KCl миқдори, %	Сильвинит намуналарини эритиш учун сув ва эритманинг миқдори, т	Буғланган сув миқдори, т	NaCl миқдори, т	KCl миқдори, т
		Ҳисоблаш тенгламалари			
		$m_{(M)}/m_{\text{туз}} = A_n P_n / N P_n$	$m_{\text{буғ}} / m_{\text{суспензия}} = P_n \mathcal{L}_n / A_{\text{H}_2\text{O}} \mathcal{L}_n$	1) $m_{\text{NaCl}}/m_{E_t} = E_t m_n / B m_n$ 2) $m_{\text{(қолган эритма2)}} = m_{\text{(қолган эритма1)}} - m_{\text{NaCl}}$	1) $m_{\text{KCl}}/M m = E_{100} M / C E_{100}$
Тўлиқ эритиш усули, 25°C					
1	9,2	4,73	3,7	0,70	-
2	13,2	4,33	2,85	0,56	-
3	18,3	4,14	2,25	0,42	-
4	26,1	3,76	1,17	0,20	-
5	31,1	3,5	0,41	0,08	-
Тўлиқ эритиш усули, 100°C					
1	9,2	4,44	3,36	1,49	0,117
2	13,2	3,86	2,85	1,23	0,157
3	18,3	3,73	2,61	1,10	0,205
4	26,1	3,42	2,18	0,91	0,267
5	31,1	3,19	1,9	0,75	0,310

Паст навли сильвинит намуналарини (1-намуна (9,2% KCl) ва 2-намуна (18,3% KCl)) сувда эритиш жараёнига K:C нисбати, эритиш вақти, ҳароратнинг таъсирини ўрганиш бўйича амалга оширилган тажрибалар K:C нисбати 1:2 дан 1:6 гача, ҳарорат 60 дан 100°C гача, эритиш вақти 15 дан 60 минутгача ўзгариши билан эрувчанлик даражасининг ортишини кўрсатди.

Совутиш тезлигини (3-10°C/мин) калий хлориднинг кристалланиш жараёнига таъсирини ўрганиш натижасида, паст навли сильвинитни 100°C ҳароратда сув билан сильвинит:H₂O=1:2,5, 1:2, 1:1,5 ва 1:1 оғирлик

нисбатларида эритиш натижасида олинган эритмани совутганда суспензиядаги К:С нисбати мос ҳолда 1:51,61-1:71,12, 1:46,33-1:63,55, 1:39,82-1:58,41 ва 1:38,88-1:57,52 оралигида ўзгариши аниқланди (3-расм).



3-расм. Паст навли сильвинит эритмаларидан калий хлорид чиқишига совутиш тезлигининг таъсири

Кристалларнинг энг катта миқдори совутиш ҳарорати 20°C, сильвинит: H₂O нинг 1:2,5 оғирлик нисбатида тушади.

Кристалларни филтрлаш тезлиги 2028,52-2908,56 кг/м²соат оралигида ўзгариши аниқланди.

Шундай қилиб, К:С нисбати 1:2,5 ва совутиш тезлиги 3-6°C/мин мақбул шароит сифатида қабул қилинди.

3-жадвал

3- вариант буйича KCl-NaCl-H₂O диаграммаси асосида сильвинит маъданларини қисман эритиш усулида зарур бўладиган эритувчи (эритма), ажратиладиган NaCl ва KCl миқдорини ҳисоблаш натижалари

Намуналар тартиб рақами	Сильвинит намуналари таркибидаги KCl миқдори, %	Сильвинит намуналарини эритиш учун эритманинг миқдори, т	Буғланган сув миқдори, т	NaCl ва шлам миқдори, т	KCl миқдори, т
		Ҳисоблаш тенгламалари			
		$m_{\text{сув}}/m_{\text{гуз}} = A_n Q_n / M Q_n$		1) $m_{\text{NaCl}}/m_{E_t} = E_t m_n / V m_n$ 2) $m_{\text{(қолган эритма2)}} = m_{\text{(қолган эритма1)}} - m_{\text{NaCl}}$	$m_{\text{KCl}}/M m = E_{100} M / C E_{100}$
Қисман эритиш усули, 100°C					
1	9,2	0,35	-	0,90	0,09
2	13,2	0,42	-	0,83	0,13
3	18,3	0,76	-	0,80	0,19
4	26,1	1,00	-	0,72	0,26
5	31,1	1,20	-	0,65	0,31

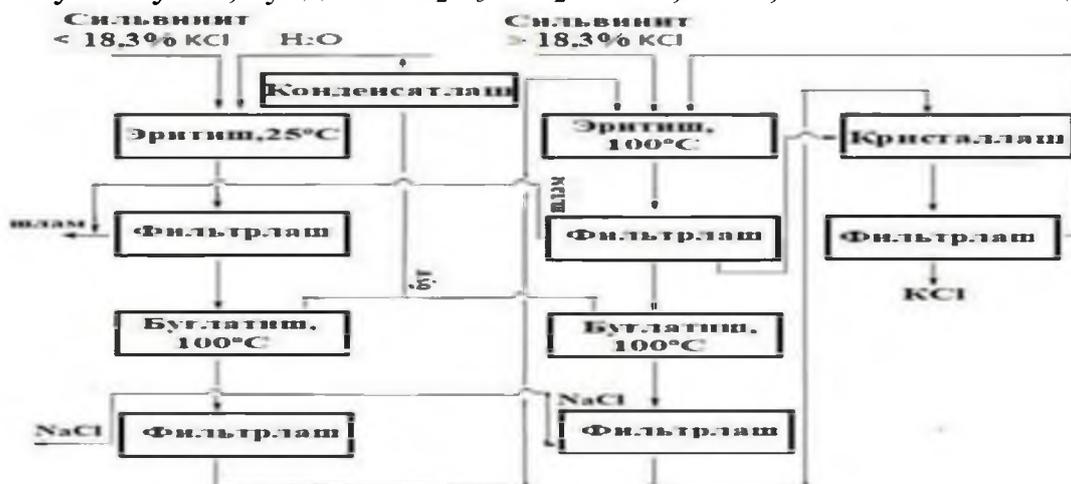
Паст навли сильвинитларни тўйинган қайтарма эритмада эритиш ва олинган эритмаларни совутиш жараёнига ҳарорат, К:С нисбати, эритиш

вактининг таъсири ўрганилди. Эритиш жараёни 3-вариант таҳлили натижаларига асосан олиб борилди (2-в расм).

Шуни таъкидлаш керакки, M^{25} таркибли тўйинган қайтарма эритмани эритувчи сифатида 1:5 ва 1:3 масса нисбатида ишлатганда, калий хлориднинг унуми мос равишда максимал 92,0 ва 90,7% ни ташкил этади, ваҳоланки эритувчи сифатида сувдан фойдаланганда бу шароитда кристаллар ҳосил бўлмаган эди. Тўйинган қайтарма эритмадан фойдаланганда калий хлориднинг максимал унумига (92%) сильвинит:қ.э. нисбати 1:5 бўлганда, сувдан фойдаланганда эса (21,2%) силвинит: H_2O нисбати 1:2,5 га тенг бўлганида эришилди.

Назарий таҳлил ва тадқиқот натижалари асосида Тюбегатан кони паст навли сильвинитларини галургия усулида комплекс қайта ишлаш принципиал схемаси (4-расм) ва бойитиш жараёнининг мослашувчан технологик схемаси таклиф килинди.

«Тюбетаган кони калийли маъданларини бойитиш жараёни маҳсулоти ва чиқиндиларидан NPK ўғитлар олиш жараёни тадқиқоти» деб номланган тўртинчи бобда калий хлорид, аммоний хлорид, аммофос, суперфосфат, преципитат, нитрокальцийфосфатли ўғит (НКФЎ), галургик ва флотацион бойитиш шламлари асосида $N : K_2O = 1 : 1, 1:0,75, 1:0,5$ ва $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 0,75 : 0,5$ ва $1 : 1 : 1$ га тенг бўлган ўғитларнинг хосса таркиблари ўрганилган. Барча турдаги ўғитларни олиш учун ишлатилган хом ашёлар тури ва уларнинг ўзаро огирлик нисбатлари 4-жадвалда келтирилган. Олинган ўғит намуналари таркибидаги N, P_2O_5 , K_2O , CaO миқдори таҳлил этилди. 5-жадвалда келтирилган маълумотларга кўра, олинган ўғит намуналари таркибидаги озукавий моддалар миқдори кўрсатилган турларга мос келади. Ўғитлар намуналаридаги озука моддаларининг йигиндиси хом ашё турлари ва $N : P_2O_5 : K_2O$ нисбатларига кўра 32,06-36,30%; 40,48-44,88%; 22,52-23,85%; 33,26-36,18%; 30,11-32,46% чегараларида бўлиб, улар орасида энг концентрлангани бу аммоний хлорид, калий хлорид ва аммофос асосида олинган ўғит бўлиб, бунда $N + P_2O_5 + K_2O = 40,48-44,88\%$ ни ташкил этди.



4-расм. Тюбегатан кони паст навли сильвинитларини галургия усулида комплекс қайта ишлаш принципиал схемаси

Ўғитлар намуналарига (4-жадвал) Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданларини галургия усулида бойитишда чиққан шлам ёки ДКЗда калийли маъданларни флотацион бойитишда чиққан шламни турли огирлик нисбатларида қўшиб аралаштирилди ва 25, 50, 90⁰С хароратда прессланди.

Олинган ўғитларнинг хоссаларини ўзгаришига ўғитларнинг таркибидаги озука моддаларининг миқдори ва қўшилаётган шлам қўшимчаларининг миқдорини таъсирини ўрганиш мақсадида ўғитларнинг мустахкамлиги, гигроскопик нуқтаси ва намлиги аниқланди.

Натижаларга кўра, шлам қўшимчалари миқдори ва пресслаш харорати ортиши билан ўғитларнинг мустахкамлиги ортади. Аммоний хлорид ва калий хлорид асосидаги ўғитнинг озука моддалари нисбати $N : K_2O = 1:1$ ва пресслаш харорати 25⁰С бўлганда гранулалар мустахкамлиги 1,76 МПа бўлса, галургия шламини 20% гача қўшиш билан бу кўрсаткични 2,30 МПа гача ортишини кўриш мумкин. Пресслаш хароратининг 25 дан 50 ва 90⁰С гача ортиши билан мустахкамлик (20% қўшимча қўшилганда) мос холда 2,30 дан 2,34 ва 2,42 МПа гача ортади. Аммоний хлорид ва калий хлорид асосидаги ўғитнинг озука моддалари нисбати $N : K_2O = 1:0,75$ ва $1:0,5$ гача ва қўшимча миқдори ортиши билан ҳам мустахкамлик ортганини кўриш мумкин. $N : K_2O = 1:0,75$ бўлганда максимал мустахкамлик 2,62 МПа бўлса, нисбат $1:0,5$ гача ортиши билан мустахкамлик ҳам 2,69 МПа гача ортади.

4-жадвал

Комплекс ўғитлар таркиби

№	Ўғитлар- даги $N:P_2O_5:K_2O$ нисбати	NH_4Cl , (26% N), %	Калий хлорид, (60% K_2O), %	Аммофос, (12%N, 46% P_2O_5), %	Суперфосфат, (14,14% P_2O_5), %	Преципитат, (36 % P_2O_5), %	НКФЎ, (15,5% P_2O_5 , 11% N), %	$N+P_2O_5+K_2O$, %	Ўғит турлари
1	1:0:1	18,15	18,15	-	-	-	-	36,30	НК
2	1:0:0,75	9,62	14,7	-	-	-	-	34,32	
3	1:0:0,5	21,37	10,69	-	-	-	-	32,06	
4	1:1:1	14,96	14,96	14,96	-	-	-	44,88	NPK
5	1:0,75:0,5	17,99	8,99	13,50	-	-	-	40,48	
6	1:1:1	7,95	7,95	-	7,95	-	-	23,85	NPK
7	1:0,75:0,5	10,01	5,00	-	7,51	-	-	22,52	
8	1:1:1	12,06	12,06	-	-	12,06	-	36,18	NPK
9	1:0,75:0,5	14,78	7,39	-	-	11,09	-	33,26	
10	1:1:1	10,82	10,82	-	-	-	10,82	32,46	NPK
11	1:0,75:0,5	13,38	10,04	-	-	-	6,69	30,11	

Шлам қўшимчасининг миқдори ортиши билан намуналарнинг мустахкамлиги ортиб боради, аммо шламнинг мақбул миқдори сифатида 10% ни танланди, сабаби қўшимча миқдори ортиши билан намуналар таркибида NaCl миқдори ҳам ортиб боради. Тадқиқот натижаларига кўра олинган комплекс ўғитларнинг гигроскопик нуқталари 49,2 дан 81,0 % гача чегарада ўзгаради. Галургияк шламни 10% қўшиб олинган ўғитларнинг физик-кимёвий ва механик хоссалари ўрганилган. Намуналарнинг тўкилувчанлик зичлиги 1,18-1,24 г/см³ оралигида ўзгаради. Барча намуналар сочилувчан, табиий оғиш бурчаги деярли фарқ қилмайди ва 28-29° ташкил қилади.

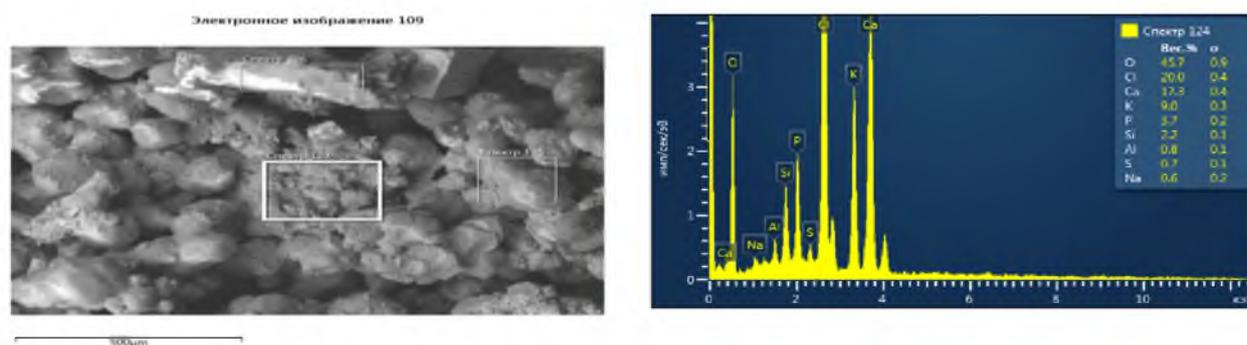
Олинган натижаларга кўра таркиби аммофос, аммоний хлорид, калий хлорид ва галургия шламидан иборат NPK ўғит намунасининг рентгенограммасида K₂HPO₄ бирикмасининг чўққилари, таркиби НКФЎ, аммоний хлорид, калий хлорид ва галургия шламидан иборат NPK ўғит намунасининг рентгенограммасида эса KNO₃ бирикмасининг чўққилари топилган.

5-жадвал

Комплекс ўғитлар намуналарини кимёвий таркибини таҳлил қилиш натижалари

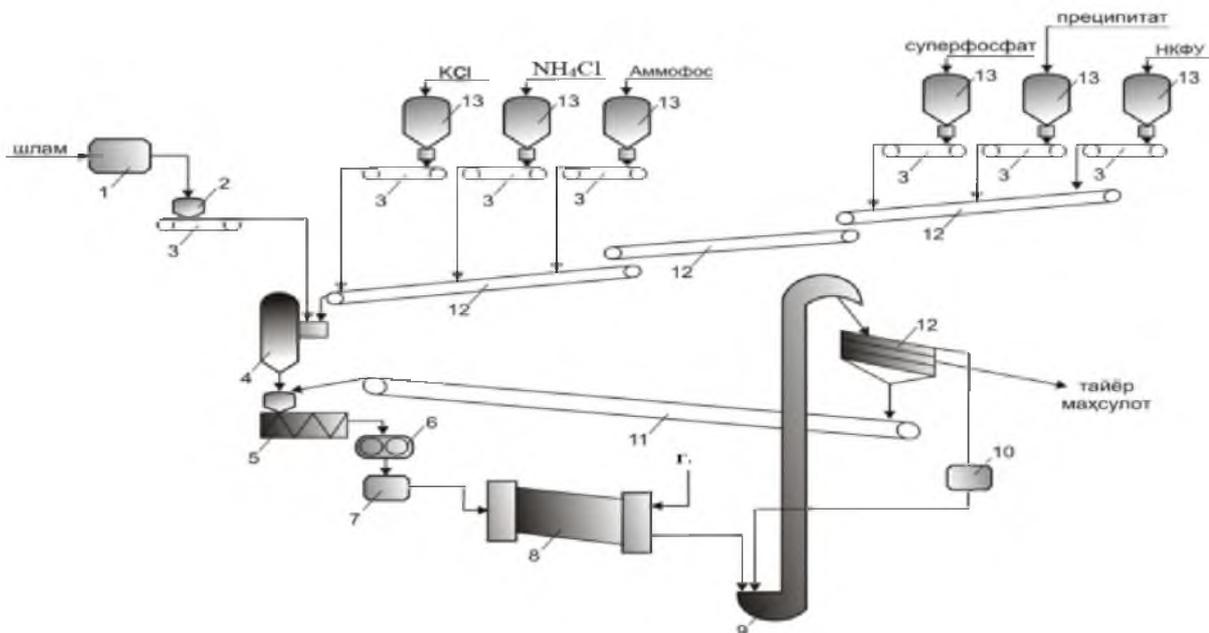
4-жадвал намуналари	P ₂ O ₅ ум.	P ₂ O ₅ ўзл.	P ₂ O ₅ сувли	CaO ум.	CaO ўзл.	CaO сувли	P ₂ O ₅ ўзл. / P ₂ O ₅ ум.	P ₂ O ₅ сувли / P ₂ O ₅ ум.	CaO ўзл. / CaO ум.	CaO сувли / CaO ум.	N	K ₂ O	pH
4	14,96	12,72	11,22	0,05	0,04	0,03	85,00	75,00	80,00	73,64	14,96	14,96	5,91
6	7,95	6,8	6,1	1,56	1,21	0,83	85,57	75,57	77,38	53,77	7,95	7,95	4,65
8	12,06	10,48	9,1	7,73	6,22	5,87	87,21	75,63	80,22	76,86	12,06	12,06	5,15
10	10,82	8,32	7,46	15,65	12,36	11,58	76,94	69,02	79,09	74,29	10,82	10,82	4,99

НКФЎ, аммоний хлорид, калий хлорид (N:P₂O₅:K₂O=1:1:1) ва галургия шламидан (10%) иборат NPK ўғит намунаси электрон тасвири ва энерго-дисперсион спектрлари 5-расмда келтирилган.



5-расм. Таркиби НКФЎ, аммоний хлорид, калий хлорид (N:P₂O₅:K₂O=1:1:1) ва галургия шламидан (10%) иборат NPK ўғит намунаси электрон тасвири ва энерго-дисперсион спектрлари

Тадқиқот натижаларига асосланиб аммоний хлорид, калий хлорид, аммофос, суперфосфат, преципитат, НКФЎ, калийли маъданларни галургик ва флотацион бойитиш шламлари асосидаги комплекс ўғитларни олишнинг умумлаштирилган технологик схемаси таклиф этилди (6-расм), моддий оқимлар таркиби тузилди ва техник-иқтисодий кўрсаткичлари ҳисобланди.



6-расм. Комплекс НК ва NPK ўғитларни олишнинг умумлаштирилган технологик схемаси:

1,13 – бункер, 2 - шнекли дозатор, 3-лентали транспортер, 4 - дезинтегратор, 5 - шнекли аралаштиргич, 6 – валкали пресслагич, 7,10 - майдалагич, 8 – барабанли қуритгич, 9 - элеватор, 11 – лентали конвейер, 12 - синфлагич.

ХУЛОСА

Диссертация иши бажарилишида олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1.Тюбегатан кони калийли маъданларини мустаҳкамлигини уларнинг кимёвий таркиби ва зарраларнинг фракцион таркиби ўзгаришига боғлиқлиги аниқланди. Натижалар зарралар ўлчами катталашиб, намуналардаги калий хлорид миқдори камайган сари намуналарнинг мустаҳкамлиги ўсиб боришини кўрсатди. Мустаҳкамликнинг энг юқори кўрсаткичи (4,30 МПа) KCl миқдори 9,2 % ва зарралар ўлчами -10+7мм бўлган паст навли сильвинит намунасида кузатилди. Калийли маъданларни таркибидаги KCl миқдори, эримайдиган қолдиқ ва зарралар ўлчамининг ўзаро боғлиқлигига кўра гравитацион, флотация, галургия усуллар комбинациясидан иборат 3 хил бойитиш варианты ва шламсизлантириш технологияси таклиф этилди ва галургия усулини турли таркибли сильвинитларда тўғридан - тўғри қўллаш мумкинлиги кўрсатилди.

2. 25 ва 100⁰С ҳароратлардаги KCl-NaCl-H₂O уч компонентли тизим изотермалари асосида 3 та вариантда тўлиқ ва қисман эритиш усулларида Тюбегатан кони калийли маъданларини галургик бойитишни назарий

тахлиллари қилинди ва таркибида КСl миқдори 18% дан кам ва ундан юқори бўлган паст навли сильвинитларни комплекс қайта ишлаш принципиал схемаси таклиф этилиб, технологик омилларни ўзгартириш оралиги танланди.

3. Тюбегатан кони паст навли сильвинит маъданларини сувда, тўйинган қайтарма эритмада (M^{25} таркибли), сув билан M^{25} таркибли эритмани 1:1 нисбатли аралашмаларида (N^{25} таркибли эритма) эритиш жараёнига ҳарорат, К:С нисбати, эритиш вақтининг таъсири ўрганилди, ҳосил бўладиган эритмаларни буглатиш даражаси ва совутиш тезлигини КСl ва NaCl чиқишига таъсири аниқланди.

4. Ўтказилган назарий таҳлил ва лаборатория тадқиқотлари асосида паст навли сильвинитларни тўлиқ ва қисман эритиш усулларида 2 босқичли галургик бойитиб озуқа ош тузи ва юқори сифатли техник оқ калий хлориди олиш имконини берувчи мослашувчан технологик схемаси ишлаб чиқилди, ўзгарувчан таркибли Тюбегатан кони паст навли сильвинитларини комплекс қайта ишлашдан олинган маҳсулотларнинг моддий баланси тузилди. Таркибида ўртача 9,2, 13,2, 18,3 ва 26,1% КСl бўлган паст навли сильвинит намуналари учун 1 т КСl таннархи тегишлича 1 652 025; 1 157 943; 828 598 ва 578 814 сўмни ташкил этади.

5. Калий хлорид, аммоний хлорид, аммофос, суперфосфат, преципитат, НКФЎ ва калийли маъданларни галургик, флотацион бойитиш шламлари иштирокида азот - фосфор - калийли ўғитлар олиш жараёнлари ўрганилди. Тадқиқотда озуқа моддалари огирлик нисбати $N : K_2O = 1:1, 1:0,75, 1:0,5;$ $N : P_2O_5 : K_2O = 1:0,75:0,5$ ва 1:1:1 га тенг бўлган ўғитлар олинди.

6. Галургик ва флотацион шлам қўшимчасининг миқдори ортиши билан намуналарнинг мустаҳкамлиги ортиб боради. Шунингдек қўшимча миқдори ортиши билан намуналар таркибида NaCl миқдори ҳам ортиб боргани сабабли мақбул миқдор сифатида 10% ни танланди. Тадқиқот натижаларига кўра олинган комплекс ўғитларнинг гигроскопик нуқталари 49,2 дан 81,0% гача чегарада ўзгаради. Олинган рентгенографик таҳлиллар NH_4Cl , КСl, аммофос ва NH_4Cl , КСl, НКФЎ асосида олинган ўғитларда $50^{\circ}C$ дан юқори ҳароратда қаттиқ фазали гетероген реакция натижасида тегишлича K_2HPO_4 ҳамда KNO_3 бирикмаларининг чўққилари ҳосил бўлганини кўрсатди.

7. Галургик ёки флотацион шлам ва таркибида N, P, K тутган моддалар асосида комплекс ўғитлар олиш технологик схемаси таклиф этилди. Калийли маъданларни галургик ва флотацион бойитиш шламларини аммоний хлорид, калий хлорид ва таркибида фосфор сақлаган ўғитлар - аммофос, суперфосфат, преципитат, НКФЎга қўшиб тайёрланган 1т $N:P_2O_5:K_2O=1:1:1$ навли комплекс ўғитларнинг таннархи тегишлича 2 263 248, 1 833 000, 1 367 750, 1 638 000 сўмни ташкил этди.

**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
ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ЯНГИЕРСКИЙ ФИЛИАЛ**

МАВЛЯНОВ МУХИДДИН БАХРИДДИН УГЛИ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
НИЗКОСОРТНЫХ СИЛЬВИНИТОВЫХ РУД**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2023.1.PhD/T1716

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте и Янгиерском филиале Ташкентского химико-технологического института.

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

Научный руководитель: Адилова Мохира Шавкатовна
кандидат технических наук, доцент

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

Султонов Боходир Элбекович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: Павлодарский государственный горно-технологический университет

Защита состоится «06» марта 2024г. в «14⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc 02/05.05.2023.К/Т.35.02 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: ionx@academy.uz

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № 12, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан «21» февраля 2024 года.
(протокол рассылки № 12 от «21» февраля 2024 г).



Усаибоев Н.Х.

Председатель научного совета по присуждению
ученой степени, д.т.н., старший научный сотрудник

Шукуров Ж.С.

Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученой степени, д.т.н., старший научный сотрудник

Намазов Ш.С.

Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
ученой степени, д.т.н., проф., академик

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD)доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В связи с неуклонным ростом населения земного шара увеличивается спрос на продукты питания. Обеспечение человечества продовольствием в достаточном количестве является одной из глобальных проблем сегодняшнего дня. Одним из основных факторов, обеспечивающих продовольственную безопасность, является высокий и высококачественный урожай сельскохозяйственных культур на основе применения сбалансированных NPK-удобрений по научно обоснованным рекомендациям. В связи с этим получение калийсодержащих сложных удобрений, в первую очередь, связано с разработкой ресурсосберегающих технологий обогащения низкосортных калийных руд и является важной научно-практической задачей.

В мире, в связи с истощением богатых запасов калийных руд, проводятся научные исследования по разработке эффективных технологий обогащения калийсодержащих полезных минералов и технологий получения NPK-удобрений на основе обогащенного концентрата. В данном случае особое внимание уделяется изучению минералогического состава низкосортных калийных руд Тюбегатанского месторождения, теоретическому анализу галургического метода обогащения и проведению исследований влияния различных технологических параметров на выход продукта, поиску оптимальных технологических параметров процессов; разработке технологических схем обогащения низкосортных сильвинитовых руд; проведению исследований по влиянию стандартных удобрений и шламов обогащения на состав и свойство азотнофосфорных и азотнофосфорнокалийных удобрений; разработке и технико-экономической оценке технологий получения NPK-удобрений из продукта обогащения и отходов, образующихся в процессе обогащения.

В республике потребность сельского хозяйства в калийных удобрениях удовлетворяется АО "Дехканабадский калийный завод". В результате освоения производства импорт калийных удобрений был приостановлен и изыскиваются возможности для создания NPK-удобрений на основе хлорида калия местного производства. В третьем направлении новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы в качестве важных задач определены "...продолжение реализации промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики, увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте и увеличение объема промышленного производства в 1,4 раза..."¹. Важными в этом отношении являются научные исследования, направленные на обогащение низкосортных сильвинитовых залежей месторождения Тюбегатан по галургическому методу и разработке технологии получения из них хлоридов калия, натрия и комплексных азотнофосфорнокалийных

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года УП-60 "О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы"

удобрений с низкой себестоимостью. Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению указанных задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «Новая стратегия развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы» и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», ПП-4992 от 13 февраля 2021 года «О дальнейшем реформировании и финансовом укрупнении предприятий химической промышленности, мерах по развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью» и ПП-4937 от 28 декабря 2020 года «О мерах по дальнейшему реформированию инвестиционной программы Республики Узбекистан на 2021-2023 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в республике. Настоящее исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике: VII - «Химическая технология и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Всесторонний анализ литературных источников показал, что существует определенный объем научно-технической литературы и информации по обогащению калийных минералов и производству комплексных удобрений.

Вопросами обогащения калийных минералов и получения комплексных удобрений занимались Волкова А.В., Миролюбов В.Р., Высоцкий Э.А., Баяндина Э.О., Исаева Г.А., Шаститко Т.С., Тетерина Н.Н., Давыдов А.В., Рэймонд Валтер, Сафрыгин Ю.С., Дормешкин О.Б., Воробьев Н.И., Гаврилюк А.Н., Copenhafer W.C., Thomas H. Neuman, Raulindo R. Luna, Robin Rhinney, Набиев М.Н., Осичкина Р.Г., Тухтаев С., Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Эркаев А.У., Мирзакулов Х.Ч., Тожиев С.М., Усманов И.И., Реймов А.М., Сейтназаров А.Р., Самадий М.А., Шаймарданова М.А. и другие. В своей научной работе эти ученые в основном проводили исследования с богатыми калием рудами, обогащение низкосортных калийных руд и использование шламовых отходов для получения сложных удобрений не находились в центре их внимания.

Следует также отметить, что в работах вышеупомянутых ученых не был полностью рассмотрен процесс комплексной переработки, включающий получение сложных удобрений наряду с обогащением низкосортных калийных руд Тюбегатанского месторождения галургическим методом.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Работа выполнена в рамках календарного плана научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института, инновационных проектов ИЗ-20170929673 «Усовершенствование и интенсификация технологии производства флотационного хлористого калия из низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения» (2018-2019

гг.) и ИЗ-202002234 «Разработка технологии непрерывного производства бесхлорных калийных удобрений для сельскохозяйственных культур» (2020-2022 гг.).

Целью исследования является разработка физико-химических и технологических основ технологии комплексной переработки низкосортных сильвинитовых руд Тюбегатанского месторождения галургическим методом.

Задачи исследования:

анализ литературы по обогащению калийных минералов и производству комплексных калийсодержащих удобрений;

исследование минералогического состава низкосортных калийных руд Тюбегатанского месторождения современными физико-химическими методами анализа;

проведение теоретического анализа галургического способа обогащения калийных руд Тюбегатанского месторождения на основе изотерм трехкомпонентной системы $KCl-NaCl-H_2O$ в 3-х вариантах методами полной и частичной растворимости и выбор диапазона изменения технологических факторов, таких как температура растворения, тип растворителя, количество растворителя на обогащение низкосортных сильвинитов;

определение оптимальных условий проведения процесса растворения низкосортных сильвинитовых руд месторождения Тюбегатан в воде и в насыщенном обратном растворе путем изучения влияния различных факторов;

исследование реологических свойств суспензий и растворов, образующихся на промежуточных стадиях;

изучение процесса получения NPK-удобрений на основе продукта обогащения калийных руд Тюбегатанского месторождения, стандартных азотных, фосфорных удобрений и отходов, образующихся при обогащении сильвинитов Тюбегатанского месторождения флотационным и галургическим способами, определение товарных свойств полученных продуктов;

разработка усовершенствованной технологии обогащения низкосортных сильвинитовых руд Тюбегатанского месторождения галургическим способом, апробация предложенной технологической схемы;

разработка технологической схемы получения NPK-удобрений из продукта и отходов процесса обогащения сильвинитовых руд месторождения Тюбегатан, составление материального баланса, технико-экономического обоснования получения NPK-удобрений по рекомендуемой технологии.

Объектами исследования являются низкосортная сильвинитовая руда месторождения Тюбегатан, хлориды калия, натрия, аммония, аммофос, суперфосфат, преципитат, нитрокальцийфосфатное удобрение (НКФУ), шламовые отходы галургического обогащения сильвинитов и шламы АО «Дехканабадский калийный завод».

Предметом исследования являются разработка технологии галургического способа обогащения низкосортных сильвинитовых руд

Тюбегатанского месторождения и получения NPK - удобрений из продукта и отходов процесса обогащения сильвинитов.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использованы химические и физико-химические (рентгенографический, рентгенофлуоресцентная спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия) методы анализа.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

впервые созданы номограммы зависимости количества минералов в низкосортных сильвинитовых рудах Тюбегатанского месторождения от соотношения KCl, NaCl в руде и от размера частиц, что позволило определить выбор последовательности процесса обогащения;

по минералогическому составу калийных руд Тюбегатанского месторождения, количеству KCl, нерастворимого остатка и размеру частиц, проведено сравнение 3-х типов технологий обогащения в сочетании с гравитационным, флотационным и галургическим методами, научно обоснована возможность применения галургического метода непосредственно к сильвинитам различного состава;

на основе изотерм трехкомпонентной системы KCl-NaCl-H₂O при температурах 25 и 100 °С выполнен теоретический анализ галургического обогащения калийных руд Тюбегатанского месторождения в 3-х вариантах полной и частичной растворимости и предложена принципиальная схема комплексной переработки для низкосортных сильвинитов с содержанием KCl менее 18% в воде (при низкой температуре), и при более 18% в обратном растворе (при высокой температуре), определены пределы изменения технологических параметров;

изучена растворимость низкосортных сильвинитовых руд месторождения Тюбегатан в воде и насыщенном обратном растворе (состава M²⁵) в зависимости от размера частиц, температуры, соотношения Т:Ж, времени и содержания хлорида калия (9,2, 13,2, 18,3, 26,1%), составлены диаграммы влияния скорости охлаждения и степени испарения образующихся растворов на выход KCl и NaCl;

обоснованы возможности получения NPK-удобрений на основе стандартных азотных, фосфорных удобрений, хлорида калия и отходов образующихся при обогащении сильвинитов Тюбегатанского месторождения флотационным и галургическим методами, определены товарные свойства полученных NPK-удобрений;

разработана гибкая технологическая схема, позволяющая осуществить производство пищевой поваренной соли и высококачественного технического белого хлорида калия методами полной и частичной растворимости низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения в 2 стадии, а также составлен материальный баланс получения продуктов комплексной переработки низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения переменного состава.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технология позволяющая осуществить производство пищевой поваренной соли и высококачественного технического белого хлорида калия 2-ступенчатым галургическим обогащением методами полного и частичного растворения низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения;

разработана технология получения комплексных удобрений на основе хлоридов аммония и калия, фосфор содержащих удобрений (аммофос, суперфосфат, преципитат, НКФУ), а также отходов галургического и флотационного обогащения сильвинитов Тюбегатанского месторождения;

на опытной установке СП-АО «Электрохимзавод» выпущена опытная партия хлорида калия и найдена возможность получения пищевой поваренной соли-хлорида натрия с добавленной стоимостью.

Достоверность результатов исследования. Результаты химических и физико-химических анализов апробированы на модельной установке СП-АО «Электрохимзавод», а полученные результаты исследований подтверждены в виде тезисов и докладов в обсуждениях на республиканских и международных научных конференциях.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

научная значимость результатов исследований определяется тем, что полученные результаты позволяют выбрать последовательность процесса обогащения в зависимости от состава сырья и заданной потребности, а также на основе изотерм растворимости трехкомпонентной системы $KCl-NaCl-H_2O$ выполнены теоретические анализы галургического обогащения калийных руд Тюбегатанского месторождения в 3-х вариантах полной и частичной растворимости и предложена принципиальная схема комплексной переработки низкосортных сильвинитов, определены оптимальные условия проведения процесса растворения низкосортных сильвинитовых руд в воде и в насыщенном обратном растворе путем изучения влияния температуры, соотношения Т:Ж, времени растворения, подобран комплекс технологических факторов и увеличен выход продукта.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что разработана гибкая технология, позволяющая производить поваренную соль и высококачественный технический белый хлорид калия путем галургического обогащения низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения, вместе с этим сельское хозяйство обеспечивается эффективными и дешевыми НРК-удобрениями, полученными на основе стандартных азот-, фосфорсодержащих удобрений с добавлением хлорида калия, а также отходов галургического и флотационного обогащения сильвинитовых руд месторождения Тюбегатан.

Внедрение результатов исследований. На основе научных результатов разработки технологии обогащения низкосортных сильвинитовых руд Тюбегатанского месторождения и комплексной переработки продуктов обогащения:

технология комплексной переработки низкосортных сильвинитов руд Тюбегатанского месторождения галургическим способом с получением чистого хлорида калия включена в перечень перспективных разработок для внедрения в 2023-2024 годах на СП-АО «Электрохимзавод» (справка СП-АО «Электрохимзавод» № 198 от 07 сентября 2022 года). В результате комплексная переработка низкосортных сильвинитовых руд позволит повысить степень получения чистого хлорида калия;

технология получения чистого хлорида натрия из низкосортного сильвинита Тюбегатанского месторождения внедрена в производство на совместном предприятии СП-АО «Электрохимзавод» (справка СП-АО «Электрохимзавод» № 198 от 07 сентября 2022 года). В результате из низкосортного сильвинита можно получить чистый хлорид натрия, пригодный для использования в качестве пищевой поваренной соли.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 2 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ. В частности, основными научными результатами диссертации (PhD) являются 6 научных статей, из которых 2 опубликованы в республиканских и 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан.

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость темы диссертации, формулируются цель и задачи исследования, описываются объект и тема исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследований, внедрение результатов исследований в практику, опубликованы сведения о структуре диссертации и опубликованных научных работах.

В первой главе диссертации «**Состояние технологий обогащения калиевых руд и калийсодержащих сложных удобрений**» приведены данные патентной и научно-технической литературы о положении стран-производителей калийных удобрений на мировом рынке, запасах, состоянии сырьевой базы калийных руд, предыдущем, текущем и перспективном состоянии методов их обогащения, а также технологии обогащения и получения комплексных удобрений. На основе критического анализа литературного материала были сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации под названием «**Общее сведение об объектах исследования и описание методов исследования**» изложены

данные о химическом составе, свойствах основного сырья и вспомогательных материалов, используемых в работе, показателей их качества. Приведены использованные методы химических анализов, а также методы физико-химических исследований.

В третьей главе диссертации «Исследование процесса получения чистого хлорида калия и хлорида натрия путем галургического обогащения калийных руд Тюбегатанского месторождения» изучено влияние содержания KCl, размера частиц, содержания нерастворимого в воде остатка (н.о.), элементного и минералогического состава на прочность низкосортных калийных руд Тюбегатанского месторождения, влияние изменения фракционного состава сильвинитов на изменение степени обесшламливания и количества KCl, проведен теоретический анализ галургического способа обогащения калийных руд Тюбегатанского месторождения на основе диаграммы KCl-NaCl-H₂O, приведены данные влияния различных факторов на процесс кинетики растворимости сильвинитов в воде и в насыщенном обратном растворе, а также на производительность выхода KCl.

В качестве исследования взяты 5 образцов калийных руд Тюбегатанского месторождения: 1-сильвинит (9,2% KCl), 2-сильвинит (13,2% KCl), 3-сильвинит (18,3% KCl), 4-сильвинит (26,1% KCl), 5-сильвинит (31,1% KCl). Измельченные образцы просеивались через набор сит: 0,5 мм; 1 мм; 3 мм; 5 мм; 7 мм и 10 мм и частицы разделяли на фракции размером: -10+7 мм; -7+5 мм; -5+3 мм; -3+1 мм; -1+0,5 мм; -0,5+0мм.

Исследования показали, что с увеличением размера частиц и по мере уменьшения количества KCl в образцах прочность образцов калийного сырья повышается. Например, в образце 1 прочность составила 3,67 МПа при размере частиц -0,5+0 мм, в то время как прочность фракции с размерами частиц -10+7 мм составила 4,30 МПа. По сравнению с другими образцами прочность достигла своего наибольшего показателя (4,30 МПа) в образце 1, в то время как другие образцы показали снижение прочности до 2,08 МПа по мере увеличения содержания хлорида калия с 13,2 до 31,1%.

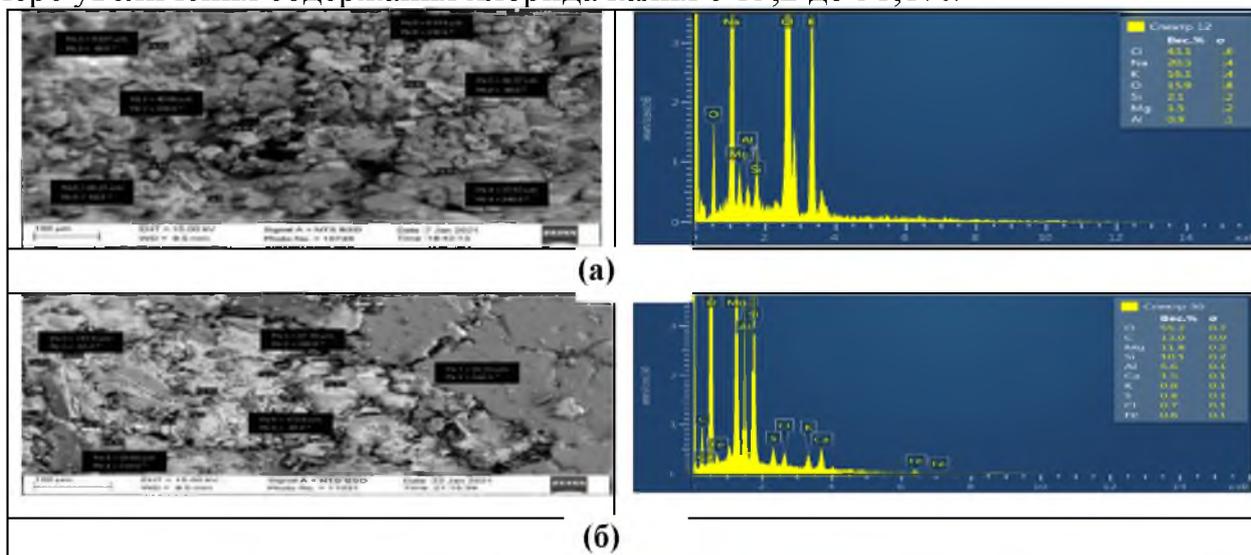


Рисунок 1. Образец - 1,4 (образец сильвинита, содержащий 9,2% KCl, фракция -3+1 мм) (а) и электронное изображение и энергодисперсионные спектры его уравнения (б)

Для проведения графического анализа в тройной системе без учета н.о.

Результаты энергодисперсионного анализа элементного состава образцов и их нерастворимого остатка в воде (н.о.) показали уменьшение в них количества O, Na, Mg, Al, Si, S, Cl, K, Ca, Fe, C наряду с увеличением количества калия. Результаты показаны в примере образца 1 на рисунке 1.

Результаты рентгенофазового анализа образцов показали, что доля галита в образцах колеблется от 52,2 до 70,5%, в то время как содержание сильвина колеблется от 7,2 до 32,9%. Согласно результатам, по мере уменьшения количества KCl в образцах отношение количества н.о., карбонатных, хлоридно-натриевых солей в мелких частицах к KCl резко возрастает.

Исходные составы сырья $A_n (A_1, A_2 \dots A_5)$ были введены в фигуративные точки KCl-NaCl координат бинарных твердых солей диаграммы KCl-NaCl-H₂O (рис. 2).

Графические расчеты первого варианта рис. 2 (а) приведены в таблицах 1 и 2. Из таблицы 1 видно, что при растворении первого варианта по способу полного растворения (25 °С) с увеличением содержания KCl от 9,2 до 31,1% в сильвините снижается расход потребляемой воды с 2,66 до 1,94 т на тонну сильвинита для получения насыщенного раствора, в то время как при 100 °С расход воды снижается с 2,37 до 1,91 т.

Когда процесс растворения проводится при температуре 100 °С, расход воды меньше на 0,03-0,29 т, чем было бы необходимо для растворения образцов при температуре 25 °С. Полученные растворы очищают от нерастворимых компонентов и изотермически выпариваются при 25 и 100 °С, соответственно. Испарение прозрачных растворов продолжается до тех пор, пока лучи не пересекут поперечные сечения BE_{25} на BE_{100} . В результате выпаривания первоначально в обеих изотермах кристаллизуется NaCl.

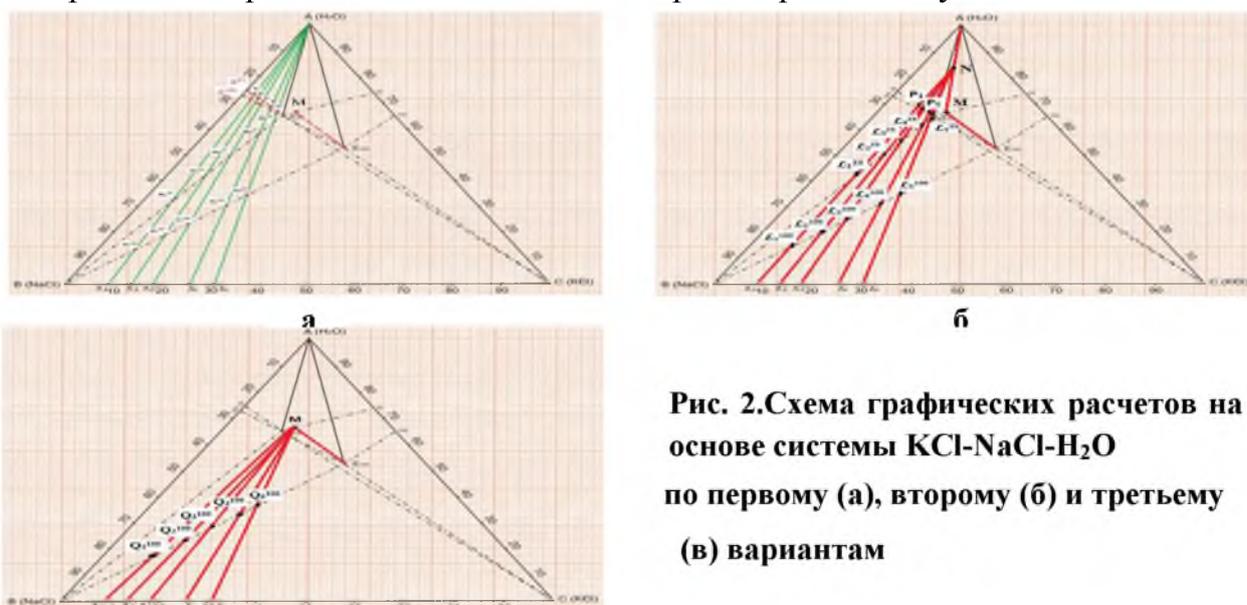


Рис. 2.Схема графических расчетов на основе системы KCl-NaCl-H₂O по первому (а), второму (б) и третьему (в) вариантам

С точки зрения энергосбережения, руда с содержанием менее 18,3% KCl полностью растворяется при 25 °С, испаряя 40-60% воды, 41,1-58,3% NaCl отделяется от общей массы сильвинита, а фильтрат с температурой 100 °С

направляется на частичное растворение более концентрированного (18,3%) по KCl сильвинита. Шлам и фильтрат, из которого отделяются кристаллы NaCl, охлаждают до 25 °С и отделяют 94-96% KCl из сильвинита.

Однако, количество воды, которое необходимо выпарить для насыщения раствора, увеличивается с 2,19; 0,95 и 0,34 до 3,7; 2,25 и 0,41, т.е. в 1,03, 2,37 и 1,20 раза (при 25°С), соответственно. А при 100 °С он увеличивается с 2,21; 1,87 и 1,37 до 3,36; 2,61 и 1,9, то есть в 1,52; 1,39 и 1,38 раза.

В соответствии с вышеизложенным количество хлорида натрия, которое кристаллизуется во время испарения, при 25 °С уменьшается с 0,75; 0,57 и 0,19 до 0,70; 0,42 и 0,08, т.е. снижается в 1,42; 1,43 и 1,6 раза, соответственно.

Также необходимо отметить, что если раствор, полученный при 100 °С, охладить до 25 °С, то в раствор, соответственно, выделяется 0,059; 0,115; 0,203 и 0,117; 0,205 и 0,310 т хлорида калия. Как видно из таблицы 2, при способе полного растворения по варианту 2 выход NaCl из выпаренного раствора (при 100 °С) выше, чем в первом варианте: с 0,80; 0,73 и 0,53 повышается до 1,49; 1,10 и 0,75, т.е. в 1,86; 1,92 и 1,41 раза больше. При способе растворения выход чистой поваренной соли (хлорида натрия) и хлорида калия увеличиваются по сравнению с вариантом 1.

Таблица 1

Результаты расчета растворителя (воды) и количества отделяемых NaCl и KCl, которые необходимы по методу полного растворения сильвинитовых руд, полученные на основе диаграммы растворимости KCl-NaCl-H₂O по варианту 1

Порядок нумерации образцов	Содержание KCl в образцах сильвинита, %	Количество воды для растворения сильвинитовых образцов, т	Количество испаряемой воды, т	Количество NaCl, т	Количество KCl, т
		Уравнения для расчета			
		$\frac{m_{\text{вода}}}{A_n n_n} = \frac{m_{\text{соль}}}{A_{\text{H}_2\text{O}} n_n}$	1) $\frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{раствор}}} = \frac{A_n m_n}{A_{\text{H}_2\text{O}} m_n}$ 2) $\frac{m_{\text{пар}}}{(m_{\text{исходный раствор}} - m_{\text{пар}})}$	1) $\frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{E_t}} = \frac{E_t m_n}{V m_n}$ 2) $\frac{m_{(\text{остат.раствор}2)}}{m_{(\text{остат.раствор}1)} - m_{\text{NaCl}}}$	$\frac{m_{\text{KCl}}}{M m} = \frac{E_{100} M}{C E_{100}}$
Способ полного растворения, 25°С					
1	9,2	2,66	2,19	0,73	-
2	13,2	2,52	1,79	0,60	-
3	18,3	2,32	0,95	0,57	-
4	26,1	2,1	0,76	0,25	-
5	31,1	1,94	0,34	0,12	-
Способ полного растворения, 100°С					
1	9,2	2,37	2,21	0,86	0,059
2	13,2	2,25	2,05	0,78	0,089
3	18,3	2,17	1,87	0,73	0,115
4	26,1	2,0	1,56	0,66	0,181
5	31,1	1,91	1,37	0,53	0,203

В таблице 3 проанализирован процесс растворения с использованием раствора (состава M^{25}) при температуре 100 °С.

Для изучения влияния размера частиц на процесс растворения образцов низкосортной руды сильвинита Тюбегатанского месторождения были отобраны частицы с размером: -10+7 мм; -7+5 мм; -5+3 мм; -3+1 мм; -1+0,5 мм (образец 1 (9,2% KCl) и образец 2 (18,3% KCl)). Полученные данные показывают, что в образце 1 при 25 °С и времени растворения 2 минуты, с увеличением размера частиц с -1 мм до -10 мм растворимость снижается с 54,4% до 17,5%, почти в 3,1 раза. При увеличении продолжительности растворения от 2 до 30 минут и увеличении размера частиц с -1 мм до -10 мм растворимость сильвинита увеличивается с 54,4 до 70,1%, или с 17,5 до 59,1%, соответственно.

Аналогичная закономерность наблюдается при растворении сильвинита образца 2.

Таблица 2

Результаты расчета растворителя (воды и раствора), количества отделяемых NaCl и KCl, которые необходимы по методу полного растворения сильвинитовых руд, полученные на основе диаграммы растворимости системы KCl-NaCl-H₂O по варианту 2

Порядок нумерации образцов	Содержание KCl в образцах сильвинита, %	Количество воды и раствора для растворения сильвинитовых образцов, г	Количество испаряемой воды, г	Количество NaCl, г	Количество KCl, г
		Уравнения для расчета			
		$m_{(M)}/m_{\text{соль}} = A_n P_n / N P_n$	$m_{\text{пар}}/m_{\text{суспензия}} = P_n L_n / A_{H_2O} L_n$	1) $m_{NaCl}/m_{E_t} = E_t m_n / B m_n$ 2) $m_{(\text{остат.раствор}2)} = m_{(\text{остат.раствор}1)} - m_{NaCl}$	1) $m_{KCl}/M m = E_{100} M / C E_{100}$
Способ полного растворения, 25°С					
1	9,2	4,73	3,7	0,70	-
2	13,2	4,33	2,85	0,56	-
3	18,3	4,14	2,25	0,42	-
4	26,1	3,76	1,17	0,20	-
5	31,1	3,5	0,41	0,08	-
Способ полного растворения, 100°С					
1	9,2	4,44	3,36	1,49	0,117
2	13,2	3,86	2,85	1,23	0,157
3	18,3	3,73	2,61	1,10	0,205
4	26,1	3,42	2,18	0,91	0,267
5	31,1	3,19	1,9	0,75	0,310

Эксперименты по изучению влияния соотношения Т:Ж, времени растворения, температуры на процесс растворимости низкосортных образцов сильвинита (образец 1 (9,2% KCl) и образца 2 (18,3% KCl)) в воде показали увеличение степени растворимости с изменением соотношения Т:Ж от 1:2 до 1:6, повышением температуры с 60 до 100 °С, временем растворения с 15 до 60 минут. В результате изучения влияния скорости охлаждения (3-10°С/мин) на процесс кристаллизации хлорида калия показано, что при охлаждении раствора, полученного при растворении низкосортного сильвинита водой при температуре 100°С, массовом соотношении сильвинит:H₂O = 1:2,5, 1:2, 1:1,5

и 1:1, было определено соотношение Т:Ж 1:51,61-1:71,12, 1:46,33-1:63,55, 1:39,82-1:58,41 и, 1: 38,88-1: 57,52 (рис. 3).

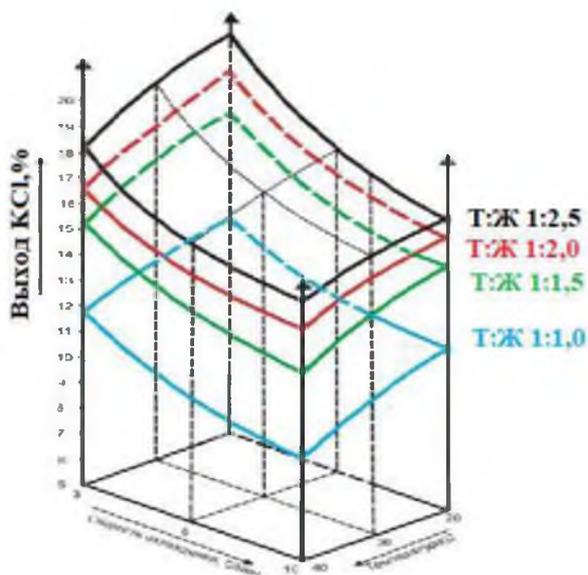


Рис.3. Влияние скорости охлаждения на выход хлорида калия из растворов низкосортного сильвинита.

Самое большое количество кристаллов выпадает при 20°C, массовом соотношении сильвинит: H₂O, равном 1:2,5.

Установлено изменение скорости фильтрации кристаллов в пределах 2028,52-2908,56 кг/м² час. Таким образом, в качестве оптимальных параметров были приняты Т:Ж = 1:2,5 и скорость охлаждения 3-6°C.

Таблица 3

Результаты расчета растворителя (раствора), количества отделяемых NaCl и KCl, которые необходимы по методу частичного растворения сильвинитовых руд, полученные на основе диаграммы растворимости системы KCl-NaCl-H₂O по варианту 3

Порядок нумерации образцов	Содержание KCl в образцах сильвинита, %	Количество раствора для растворения сильвинитовых образцов, т	Количество испаряемой воды, т	Количество NaCl и шлама, т	Количество KCl, т
		Уравнения для расчета			
		$\frac{m_{\text{вода}}}{m_{\text{соль}}} = \frac{A_n Q_n}{M Q_n}$		1) $\frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{Et}}} = \frac{E_t m_n}{V m_n}$ 2) $m_{\text{(остат.раствор2)}} = m_{\text{(остат.раствор1)}} - m_{\text{NaCl}}$	$\frac{m_{\text{KCl}}}{M m} = \frac{E_{100} M}{C E_{100}}$
Способ частичного растворения, 100°C					
1	9,2	0,35	-	0,90	0,09
2	13,2	0,42	-	0,83	0,13
3	18,3	0,76	-	0,80	0,19
4	26,1	1,00	-	0,72	0,26
5	31,1	1,20	-	0,65	0,31

Было изучено влияние температуры, соотношения Т:Ж, времени растворения на процесс растворения и охлаждения полученных растворов низкосортных сильвинитов в насыщенном обратном растворе. Процесс растворения был проведен на основе результатов анализа варианта 3 (рис. 2 в).

Следует отметить, что при использовании насыщенного обратного раствора состава М²⁵ в качестве растворителя при массовом соотношении 1:5 и 1:3 выход хлорида калия составляет максимум 92,0% и 90,7%, соответственно, тогда как при использовании воды в качестве растворителя в

этих условиях кристаллы не образовывались. При использовании насыщенного обратного раствора максимальный выход хлорида калия (92%) был достигнут при соотношении сильвинит:о.р., равном 1:5, в то время как при использовании воды (21,2%) соотношение сильвинит:H₂O составляло 1:2,5.

На основе теоретического анализа и результатов исследований была предложена гибкая принципиальная технологическая схема процесса обогащения низкосортных сильвинитовых руд Тюбегатанского месторождения галургическим способом (рис. 4).

В четвертой главе диссертации под названием «Исследование процесса получения НРК-удобрений из продукта и отходов процесса обогащения калийной руды Тюбегатанского месторождения» изучены составы удобрений N:K₂O = 1 : 1, 1:0,75, 1:0,5 и N : P₂O₅ : K₂O = 1:0,75:0,5 и 1:1: 1 на основе хлорида калия, хлорида аммония, аммофоса, суперфосфата, преципитата, нитрокальцийфосфатного удобрения (НКФУ), шламов галургического и флотационного обогащения. Вид сырья, используемого для получения всех видов удобрений и их взаимное массовое соотношение представлены в таблице 4. Проведены анализы на содержание N, P₂O₅, K₂O, CaO в составе полученных образцов удобрений.

Согласно данным, представленным в таблице 5, количество питательных веществ, содержащихся в полученных образцах удобрений, соответствует указанным видам. Сумма питательных веществ в образцах удобрений в зависимости от видов сырья и соотношения N:P₂O₅:K₂O находятся в пределах 32,06-36,30%; 40,48-44,88%; 22,52-23,85%; 33,26-36,18%; 30,11-32,46%. Среди них наиболее концентрированным являются удобрения на основе хлорида аммония, хлорида калия и аммофоса, в которых N + P₂O₅ + K₂O = 40,48-44,88%.

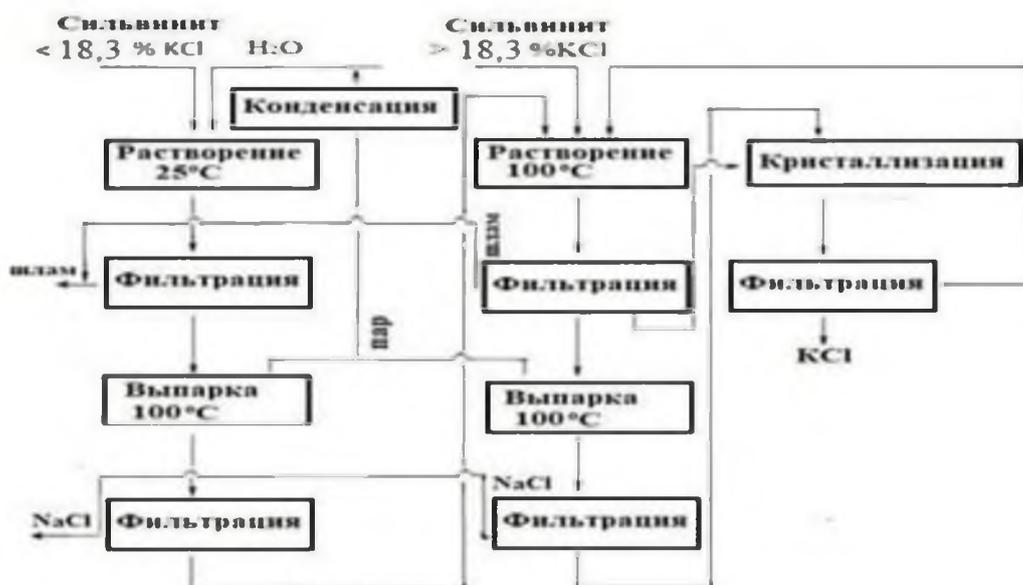


Рис.4. Принципиальная схема комплексной переработки низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения

В образцах удобрений (таблица 4) шлам галургического способа обогащения низкосортных сильвинитовых руд Тюбегатанского месторождения или шлам, полученный при флотационном обогащении из калийных руд в АО “ДКЗ” смешивали при различных весовых соотношениях и прессовали при температуре 25, 50, 90 °С.

Таблица 4

Состав комплексных удобрений

№	Соотношение N:P ₂ O ₅ :K ₂ O в удобрениях	NH ₄ Cl, (26% N), %	Хлорид калия, (60%K ₂ O), %	Аммофос, (12%N, 46% P ₂ O ₅), %	Суперфосфат, (14,14% P ₂ O ₅), %	Преципитат, (36 % P ₂ O ₅), %	НКФУ (15,5% P ₂ O ₅ , 11% N)	N+P ₂ O ₅ +K ₂ O, %	Вид удобрений
1	1:0:1	18,15	18,15	-	-	-	-	36,30	NK
2	1:0:0,75	9,62	14,7	-	-	-	-	34,32	
3	1:0:0,5	21,37	10,69	-	-	-	-	32,06	
4	1:1:1	14,96	14,96	14,96	-	-	-	44,88	NPK
5	1:0,75:0,5	17,99	8,99	13,50	-	-	-	40,48	
6	1:1:1	7,95	7,95	-	7,95	-	-	23,85	NPK
7	1:0,75:0,5	10,01	5,00	-	7,51	-	-	22,52	
8	1:1:1	12,06	12,06	-	-	12,06	-	36,18	NPK
9	1:0,75:0,5	14,78	7,39	-	-	11,09	-	33,26	
10	1:1:1	10,82	10,82	-	-	-	10,82	32,46	NPK
11	1:0,75:0,5	13,38	10,04	-	-	-	6,69	30,11	

С целью изучения влияния количества питательных веществ и количества добавляемых шламов на изменение свойства полученных удобрений были определены прочность, гигроскопическая точка и влажность удобрений. Согласно полученным результатам, установлено, что с увеличением количества шламовых добавок и температуры прессования прочность удобрений увеличивается.

Можно видеть, что при соотношении питательных веществ удобрения на основе хлорида аммония и хлорида калия N:K₂O = 1: 1 и температуре прессования 25°С прочность гранул составляет 1,76 МПа, при добавлении до 20% галургического шлама этот показатель увеличивается до 2,30 МПа.

При увеличении температуры прессования с 25 до 50 и 90 °С прочность (при добавлении 20% добавки) увеличивается с 2,30 до 2,34 и 2,42 МПа, соответственно. Также наблюдается увеличение прочности с увеличением питательных веществ в удобрениях при соотношении N:K₂O = 1:0,75 и 1:0,5 на основе хлорида аммония и хлорида калия. Когда соотношение N:K₂O = 1:0,75, максимальная прочность составляет 2,62 МПа, в то время как с увеличением соотношения до 1:0,5, прочность увеличивается до 2,69 МПа. С увеличением количества добавки увеличивается прочность образцов, но в качестве оптимального количества было выбрано содержание 10% шлама.

Причина заключается в том, что с увеличением количества добавки увеличивается количество NaCl в образцах. Показатели гигроскопической

точки комплексных удобрений, полученные по результатам исследования, варьируются в пределах от 49,2 до 81,0%. Изучены физико-химические и механические свойства удобрений с добавлением 10% галургического шлама. Насыпная плотность образцов колеблется в пределах 1,18-1,24 г/см³. Все образцы рассыпчатые, естественный угол откоса практически не отличается и составляет 28-29°.

Согласно полученным результатам, на рентгенограмме образца NPK-удобрения, состав которого состоит из аммофоса, хлорида аммония, хлорида калия и галургического шлама, установлен пик соединения K₂HPO₄, а на рентгенограмме образца NPK-удобрения, состоящего из НКФУ, хлорида аммония, хлорида калия и галургического шлама найден пик соединения KNO₃.

Таблица 5

Результаты химического анализа образцов комплексных удобрений

Образцы таблицы 4	P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ усв.	P ₂ O ₅ вод	CaO общ.	CaO усв.	CaO вод	P ₂ O ₅ усв. / P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ вод / P ₂ O ₅ общ.	CaO усв. / CaO общ.	CaO вод / CaO общ.	N	K ₂ O	pH
4	14,96	12,72	11,22	0,05	0,04	0,03	85,00	75,00	80,00	73,64	14,96	14,96	5,91
6	7,95	6,8	6,1	1,56	1,21	0,83	85,57	75,57	77,38	53,77	7,95	7,95	4,65
8	12,06	10,48	9,1	7,73	6,22	5,87	87,21	75,63	80,22	76,86	12,06	12,06	5,15
10	10,82	8,32	7,46	15,65	12,36	11,58	76,94	69,02	79,09	74,29	10,82	10,82	4,99

На рис. 5 приведены электронные снимки и энерго-дисперсионный анализ образцов NPK-удобрений, состоящих из НКФУ, хлорида аммония, хлорида калия (N:P₂O₅:K₂O=1:1:1) и галургического шлама (10%).

По результатам исследования разработана обобщенная технологическая схема (рис. 6), составлена схема материальных потоков и рассчитаны технико-экономические показатели производства комплексных удобрений на основе хлорида аммония, хлорида калия, аммофоса, суперфосфата, преципитата, НКФУ, шламов галургического и флотационного обогащения калиевых руд.

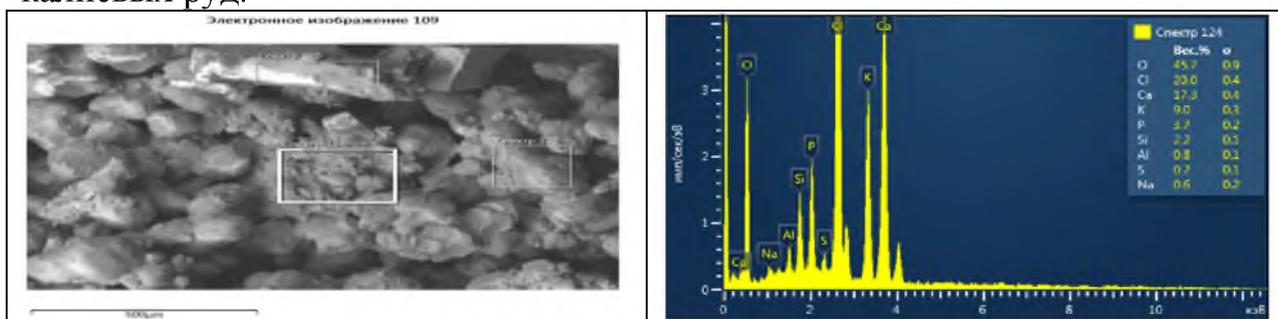


Рис. 5. Электронный снимок и энерго-дисперсионные спектры NPK- удобрения состава (N:P₂O₅:K₂O=1:1:1), состоящий из НКФУ, хлорида аммония, хлорида калия и галургического шлама (10%)

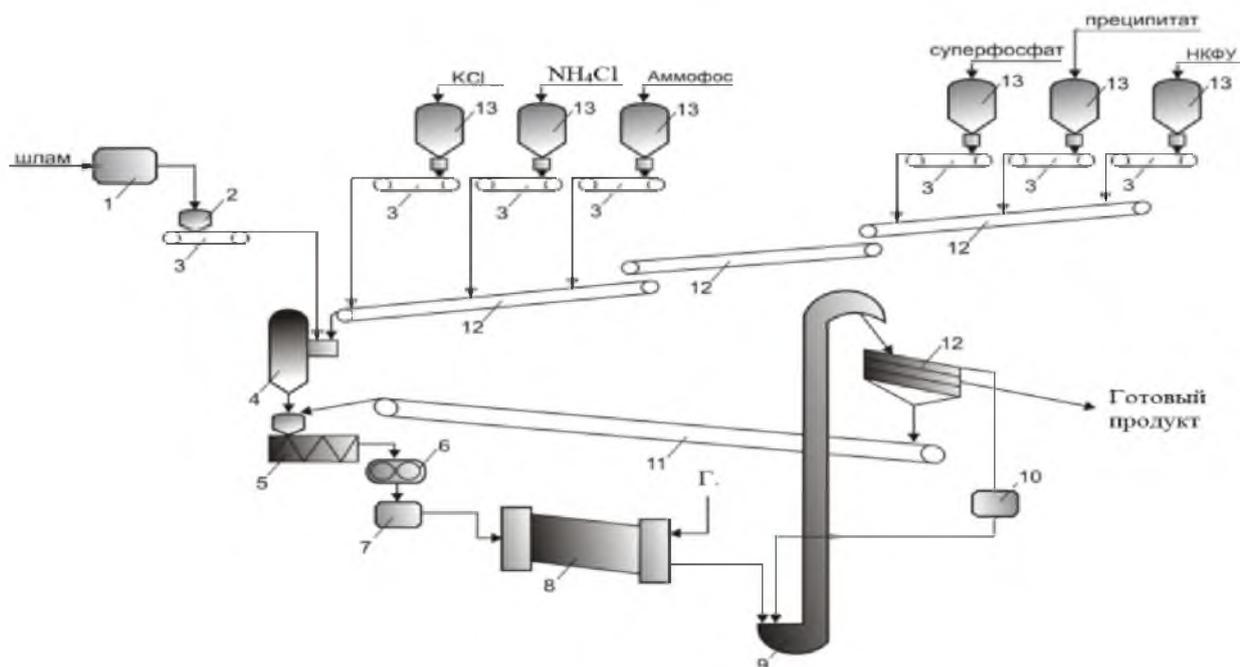


Рис. 6. Обобщенная технологическая схема производства комплексных НК и NPK удобрений:

1,13 – бункер, 2 – шнековый дозатор, 3-ленточный транспортер, 4 - дезинтегратор, 5 – шнековый смеситель, 6 – вальцовый пресс, 7,10 - дробилка, 8 – барабанная сушилка, 9 - элеватор, 11 – ленточный конвейер, 12 - классификатор.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. Установлена зависимость химического состава, прочности калийных руд Тюбегатанского месторождения от изменения фракционного состава частиц. Результаты показали, что прочность образцов возрастает по мере увеличения размера частиц и уменьшения содержания хлорида калия в образце. Наибольшая прочность (4,30 МПа) наблюдается в образце низкосортного сильвинита с содержанием KCl 9,2% и размером частиц -10+7 мм. По соотношению количества KCl, нерастворимого остатка и размера частиц в калийных рудах выделены 3 варианта обогащения в сочетании с гравитационным, флотационным, галургическим методами и технология обесшламливания. Предложенный галургический метод может быть непосредственно применен к сильвинитам различного состава;

2. На основе изотерм растворимости трехкомпонентной системы KCl-NaCl-H₂O при температурах 25 и 100 °С выполнены теоретические анализы галургического обогащения калийных руд Тюбегатанского месторождения в 3-х вариантах полной и частичной растворимости и предложена принципиальная схема комплексной переработки для низкосортных

сильвинитов с содержанием KCl менее и более 18%, выбран диапазон изменения технологических факторов;

3. Изучено влияние температуры, соотношения Т:Ж, времени растворения на растворимость низкосортных сильвинитовых руд Тюбегатанского месторождения в воде, в насыщенном обратном растворе (состава M^{25}), в смеси воды и раствора состава M^{25} в соотношении 1:1 (раствор состава N^{25}), определено влияние скорости охлаждения и степени испарения образующихся растворов на выход KCl и NaCl.

4. На основе теоретического анализа и лабораторных исследований разработана гибкая технологическая схема, позволяющая получить пищевую поваренную соль и высококачественный технический белый хлорид калия 2-ступенчатым галургическим обогащением методами полного и частичного растворения низкосортных сильвинитов, составлен материальный баланс получения продуктов комплексной переработки низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения переменного состава. Себестоимость 1 т KCl для низкосортных образцов сильвинита со средним содержанием 9,2, 13,2, 18,3 и 26,1% KCl составляет соответственно 1 652 025; 1 157 943; 828 598 и 578 814 сумов.

5. Изучен процесс получения азотнофосфорнокалийных удобрений на основе хлорида калия, хлорида аммония, аммофоса, суперфосфата, преципитата, НКФУ и шламов галургического, флотационного обогащения калийных руд. В исследовании были выбраны удобрения массового соотношения $N:K_2O = 1:1, 1:0,75, 1:0,5$; $N:P_2O_5:K_2O = 1:0,75:0,5$ и $1:1:1$.

6. Установлено, что с увеличением количества добавок галургического и флотационного шлама в удобрении прочность образцов увеличивается, но в качестве оптимального количества было выбрано 10% шлама, что объясняется увеличением количества NaCl в составе образцов. Показатели гигроскопичности комплексных удобрений, полученных по результатам исследования, изменяются в пределах от 49,2 до 81,0%. Рентгенографический анализ показал, что пики соединений K_2HPO_4 и KNO_3 были характерны для удобрений, полученных на основе $NH_4Cl, KCl, аммофоса$ и $NH_4Cl, KCl, НКФУ$, соответственно.

7. Предложена технологическая схема производства комплексных удобрений, на основе галургического или флотационного шлама и N, P, K - содержащих удобрений. Себестоимость 1 т удобрений марки $N:P_2O_5:K_2O=1:1:1$ на основе введения галургического или флотационного шлама в NH_4Cl, KCl и фосфорсодержащих удобрений - аммофоса, суперфосфата, преципитата, НКФУ составила 1 170 000, 2 263 248, 1833 000, 1 367 750, 1 638 000 сумов, соответственно.

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

**TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE
TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE OF
YANGIYER BRANCH**

MAVLYANOV MUKHIDDIN BAXRIDDIN O'G'LI

**DEVELOPMENT OF COMPLEX PROCESSING TECHNOLOGY OF
LOW GRADE SYLVINITE ORES**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Tashkent – 2024

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) degree was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2023.1.PhD/T1716

The dissertation was completed at the Tashkent Institute of Chemical Technology and Tashkent Chemical Technological Institute of Yangiyer Branch

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:	Adilova Moxira Shavkatovna candidate of technical sciences, docent
Official opponents:	Kucharov Bakhrom Khairievich doctor of technical science, senior researcher Sultonov Boxodir Elbekovich doctor of technical science, professor
Leading organization:	Navoi State University of Mining and Technology

The defense will take place "06" March 2024 at 14⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council No. DSc. 02/05.05.2023.K/T 35.02 at institute of General and Inorganic Chemistry (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60, fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionx@academy.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under № 12). Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation was mailed on "21" February 2024 year.
(mailing report №12 on "21" February 2024 year).



Umbaev N.H.

Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees, doctor
of technical sciences, senior researcher

Shukurov J.S.

Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees, doctor
of technical sciences, senior researcher

Namazov Sh.S.

Chairman of scientific seminar at scientific council on
awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences,
professor, academician

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work Tubegatan mine consists of production of physico-chemical and technological bases of complex processing technology of low-grade sylvinitic ores by galurgy method.

The object of the research Tubegatan mine consists of developing the technology of beneficiation of low-grade sylvinitic ores by galurgy method and the development of the technological scheme of obtaining NPK-fertilizers from the products and wastes of the sylvinitic beneficiation process.

The scientific novelty of dissertational research consists in the following:

for the first time, nomograms of the dependence of the amount of minerals in the low-grade sylvinitic ores of the Tubegatan deposit, the proportions of KCl, NaCl in the ore and the particle size were created, which allowed to choose the sequence of the enrichment process;

According to the mineralogical composition of Tubegatan mine potash minerals, KCl, the amount of insoluble residue and the interrelationship of particle size, 3 types of beneficiation technologies combined with gravitation, flotation, and galurgy methods were compared.

Based on the isotherms of the three-component system KCl-NaCl-H₂O at temperatures of 25 and 100⁰C, in 3 variants of complete and partial dissolution methods, galurgic beneficiation of potash ores of Tubegatan mine and low-grade sylvinites when the amount of KCl in the content is less than 18% in water (at low temperature), and more than 18% a principle scheme of complex processing in a reducing solution (at high temperature) is proposed, and the range of changing technological factors is determined;

The solubility of low-grade sylvinitic ores from the Tubegatan mine in water and saturated reducing solution (with M25 content) depends on particle size, temperature, S:L ratio, time and potassium chloride content (9.2, 13.2, 18.3, 26.1%) in this case, diagrams of the effect of evaporation rate and cooling rate of the formed solutions on KCl and NaCl output were created;

the possibilities of obtaining NPK-fertilizers are based on standard nitrogen-, phosphorus-fertilizers, potassium chloride and flotation and galurgic enrichment wastes of sylvinitic from Tubegatan mine, the product properties of obtained NPK-fertilizers are determined;

A flexible technological scheme that allows for the production of 2-stage galurgic enriched feed table salt and high-quality technical white potassium chloride in the methods of complete and partial melting of low-grade sylvinites of the Tubegatan mine, as well as the material balance of products obtained from complex processing of low-grade sylvinites of the Tubegatan mine of variable composition has been developed.

Implement of the research results. Based on the scientific results obtained on the development of complex processing technology of sylvinitic ores of low-grade Tubegatan mine:

The technology of obtaining pure potassium chloride by complex processing of low-grade sylvinitic from the Tubegatan mine by the galurgy method is included

in the list of promising developments for implementation in 2023-2024 of JSC "Elektrokimyozavod" JSC (Reference No. 198 of JSC "Elektrokimyozavod" dated September 7, 2022) . As a result, complex processing of low-grade sylvinite ores allows to increase the level of obtaining pure potassium chloride;

the technology for obtaining pure sodium chloride from the low-grade sylvinite of the Tubegatan mine has been put into practice at the joint venture "Elektrokimyozavod" JSC (Reference No. 198 of September 7, 2022 of JSC Elektrokimyozavod). As a result, it is possible to obtain pure sodium chloride suitable for use for feed from low-grade sylvinite;

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

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1.Эркаев А.У., Адилова М.Ш., Мавлянов М.Б. Тубегатан кони шахтаси ангидридли сильвинитларини қайта ишлаш жараёни тадқиқоти// Композицион материаллар, №4. 2020. 112-115 б. (02.00.00; №4)

2. Mavlyanov M.B., Erkayev A.U., Adilova M.SH. Study of Low Silvinit Enrichment Process in Tubegatan Deposit // Published by:International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Asian Journal of Multidimensional Research, ISSN: 2350-0328, Vol 8, Issue 9, September 2021. India.18237-18241 p. <http://www.ijarset.com>. (05.00.00; №8)

3. Эркаев А.У., Адилова М.Ш., Қодиров 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». Выпуск:2(95) февраль, 2022. С.31-38. DOI - 10.32743/UniTech.2022.95.2.13130 (02.00.00; №1)

4. Мавлянов М.Б., Адилова М.Ш., Эркаев А.У. Изучение влияния технологических параметров на процесс кристаллизации хлорида калия // Узбекский химический журнал, 2022. №3. 20-28 б. <http://www.uzchemj.uz> (02.00.00; №6)

5. Мавлянов М.Б., Адилова М.Ш., Эркаев А.У. Изучение процесса получения хлорида калия галургическим способом из сильвинита Тубегатанского месторождения //«Universum:технические науки» Выпуск:11(104) ноябрь, 2022. С.30-38. DOI: 10.32743/UniTech.2022.104. (02.00.00; №1)

6. Mavlyanov M.B., Bekchanov B.B., Adilova M.SH., Erkayev A.U. Study of the chemical and mineralogical composition of potassium ores of tubegatan mine//Science and innovation international scientific journal, Vol 2, Issue 25 October 2023. 81-87 p. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10033359> (02.00.00; ISSN: 2181-3337 ;UIF-2022: 8.2 ;SJIF 2023: 5.608)

II бўлим (II часть; part II)

7. Эркаев А.У., Адилова М.Ш., Қаххоров Н.Т., Мавлянов М.Б. Ангидрид қатламини эриш жараёнига технологик омиллар таъсири // “Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар” мавзусидаги республика 16-қўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари. 16-май 2020. 196 б.

8. Мавлянов М.Б., Холиқова Г.А., Акмалова И.Т., Адилова М.Ш., Эркаев А.У. Исследование кинетики процесса растворения низкосортных сильвинитов в зависимости от размера частиц //«Умидли кимёгарлар-2021»

Ёш олимлар, Магистрантлар ва бакалавриат талабаларини ХХХ илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. Май 2021. 389-390 б.

9. Мавлянов М.Б., Адилова М.Ш., Эркаев А.У. Переработка низкосортных сильвинитов Тюбегатанского месторождения // Материалы докладов 86-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов 31 января – 12 февраля, Белорусский государственный технологический университет, г.Минск 2022.102-104 с.

10. Мавлянов М.Б., Қодиров Н.Т., Адилова М.Ш., Эркаев А.У. Комплекс НК ва НРК ўғитлар олиш жараёни тадқиқоти // Yangilanayotgan O'zbekiston taraqqiyotida iqtisodiy fanlarni o'qitishning dolzarb masalalari respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. 16-iyun, 2023. 204-205b. <https://doi.org/10.5281/zenodo.805028>

11. Мавлянов М.Б., Адилова М.Ш., Эркаев А.У. Тюбегатан кони калийли маъданларининг мустаҳкамлигини зарраларнинг фракцион таркиби ўзгаришига боғлиқлиги // “Fan va texnika taraqqiyotida yoshlar” Iqtidorli talabalar va magistrantlarning II respublika ilmiy-amaliy anjumani. 6 oktabr, 2023. 228-231b.

12. Мавлянов М.Б., Адилова М.Ш., Эркаев А.У. Калийли маъданни бойитишга маъданнинг минералогик таркибини таъсири // Zamonaviy ta'limda fan va innovatsion tadqiqotlar. 1-son, 1-to'plam, 2023. 56-60b. <http://zamtadqiqot.uz/index.php/zt/article/view/13>

13. Мавлянов М.Б., Адилова М.Ш., Эркаев А.У. Паст навли Тюбегатан кони сильвинитларини эриш жараёни кинетик параметрларини ўрганиш // “Globallashuv sharoitida noorganik moddalar va materiallar ishlab chiqarishda innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish istiqbollari” Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi maqolalari to'plami (chet el olimlari ishtirokida), 9-10 noyabr, 2023. 389-390 b.

14. Мавлянов М.Б., Адилова М.Ш., Эркаев А.У. Калийли хом ашёларни фракцион таркибини ўзгаришини шламсизлантириш даражаси ва калий хлорид микдорининг ўзгаришига таъсири // Материалы международной научно - технической конференции «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана», посвященная 90-летию со дня создания Института общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан и 80-летию со дня создания Академии наук Республики Узбекистан. 16-17 ноября 2023 года. 459-460 с.



