

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02.30.12.2019. К/Т.35.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

БУХОРОВ ШУХРАТ БУРИЕВИЧ

**МИНЕРАЛ РУДАЛАРНИ ФЛОТАЦИОН БОЙИТИШ УЧУН
МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁ АСОСИДА ЙИГУВЧИЛАР СИНТЕЗИ ВА
ТАДҚИҚИ**

02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси

02.00.14 –Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)

Content of the dissertation abstract of doctor of science (DSc)

Бухоров Шухрат Буриевич

Минерал рудаларни флотацион бойитиш учун маҳаллий хомашё асосида
йиғувчилар синтези ва тадқиқи..... 3

Бухоров Шухрат Буриевич

Синтез и исследование собирателей на базе местного сырья для
флотационного обогащения минеральных руд 29

Buhorov Shukhrat Burievich

Synthesis and research of a gatherer based on local raw materials for flotation
processing of mineral ores..... 55

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 59

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02.30.12.2019. К/Т.35.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

БУХОРОВ ШУХРАТ БУРИЕВИЧ

**МИНЕРАЛ РУДАЛАРНИ ФЛОТАЦИОН БОЙИТИШ УЧУН
МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁ АСОСИДА ЙИГУВЧИЛАР СИНТЕЗИ ВА
ТАДҚИҚИ**

02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси

02.00.14 –Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2022.1.DSc/T472. рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти ва Тошкент кимё-технология институтида бажарилаган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-сайдисда www.ik-kiymyo.niuz.uz ва «Ziynet» ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчилар:

Эшметов Иззат Дўсимбатович
техника фанлари доктори, профессор

Кадиров Хасан Иргашевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оponentлар:

Хамидов Босит Набиевич
техника фанлари доктори, профессор

Исмоилов Раъшан Исроилович
кимё фанлари доктори, профессор

Каримов Масъуд Убайдулла ўгли
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Фарғона политехника институти

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc 02.30.12.2019.K/T.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «28» апрель 2022 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, МирзоУлугбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruiz@mail.ru.

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида таништириш мумкин (8-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, МирзоУлугбеккўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90).

Диссертация автореферати 2022 йил «15» апрель кун тарқатилди.
(2022 йил «14» апрель № 8 - рақамли реестр баённомаси)



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

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

Б.З. Адизов
Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий семинар раиси, т.ф.д.

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунё микёсида фойдали қазилмаларни бойитишга катта эътибор қаратилмоқда. Ер остидан казиб олинган минераллар таркибидаги фойдали компонентлар концентрациясини оширишга қаратилган флотация усули кўплаб рудаларни бойитишнинг асосий усули ҳисобланади. Турли саноат жараёнларида сирт фаол моддалар кенг қўлланилади, шу жумладан, ушбу моддалар минерал рудалардан сильвинитни флотацион усулда ишлаб чиқаришнинг ажралмас қисми ҳисобланади. Бунда йиғувчи реагент турларининг етишмаслигини инобатга олиш зарур, чунки уларнинг технологик хусусиятлари ҳар доим ҳам саноатнинг юқори даражада ўсаётган талабларига жавоб бермайди. Янги йиғувчиларни яратиш соҳасидаги илмий тадқиқотлар замонавий назарий ва амалий коллоид кимё учун муҳим илмий ва амалий аҳамият касб этади.

Дунёда самарали флотореагентларни олиш, уларнинг такомиллаштирилган технологияларини яратиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада маҳаллий хомашё асосида сирт фаол моддаларни синтез қилиш механизмини таҳлил қилишга, маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида алифатик ионоген СФМ ва аполяр йиғувчиларни яратишга, ионоген ва ноионоген сирт фаол моддалар ва аполяр йиғувчиларининг коллоид-кимёвий хусусиятларини аниқлашга, ҳар хил минерал рудаларни, шу жумладан сильвинит рудасини флотацион бойитишда ва шламсизлантиришда қўллашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикада табиий ва синтетик манбалар, саноат чиқиндилари асосида юқори флотацион қобилятга эга флотацион реагентлар олиш ҳамда уларни турли металл ва нометалл рудаларнинг флотация жараёнларида қўллаш борасида илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида қуйидаги вазифалар белгиланган: «Юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали саноатни янада модернизация ва диверсификация қилиш, янги маҳсулот ва технология турларини ўзлаштириш»¹ Бу борада маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида юқори самарали флотацион реагентлар олишга қаратилган илмий изланишлар катта аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «Янги Ўзбекистоннинг 2022-2026 йилларга мўлжалланган тараққиёт стратегияси» тўғрисидаги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021-йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта тамойили бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2017 йил 23-августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021- йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПҚ-4947 «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони

тўғрисида»ги Қарори, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи².

Сирт фаол моддаларни синтез қилиш технологиясини такомиллаштириш, аполяр йиғувчи реагентларни ишлаб чиқиш ва уларни сильвинит рудаларини флотацион бойитишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou, Jiangxi (Хитой), School of Chemistry and Chemical Engineering, Central South University, Changsha (Хитой), School of Chemical Engineering, The University of Queensland (Австралия), Cidade Universitária, Ilhado Fundão (Бразилия), Riode Janeiro Federal University (Бразилия), University of Utah (АҚШ), The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation Canberra (Австралия), «Государственный институт горно-химического сырья ФГУП ГИГХС» Федерал давлат унитар ташкилоти (Россия), Пермь политехника миллий тадқиқот институти (Россия), Беларус давлат технология университети (Белоруссия), «Россия биринчи президенти Б.Н.Ельцин номидаги Урал федерал университети» (Россия) каби муассасаларда олиб борилмоқда.

Дунёда флотацион бойитиш ва флотацион реагентларни синтез қилиш технологиясини такомиллаштиришга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: асосий маҳсулотлар йиғувчилари – янги сирт фаол моддалар синтез қилинган (The University of Utah АҚШ); шлам йиғувчиларининг композициялари ва сильвинит флотацияси учун катион ва анион сирт фаол моддаларнинг композициялари яратилган (Université de Lorraine, CNRS, GeoRessources (Франция); тўйинган углеводородлар асосида яратилган аполяр флотореагентларни ва сильвинит рудасини самарали флотация қилиш учун янги реагентларни қўллаш тартиблари яратилган (College of Mines and Earth Sciences, (США)).

Дунёда флотацион реагентларни олиш технологиясини такомиллаштириш ва улардан фойдаланиш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: флотореагентларни олиш технологияларини такомиллаштиришнинг услубий асосларини яратиш; маҳаллий сильвинит рудаларини бойитиш технологияларини яратиш мақсадида уларнинг кимёвий ва минералогик таркибини аниқлаш; турли сирт фаол моддалар композициясини яратиш.

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи: https://chemistry.ru/printletter.phptn_id=4920, <http://www.neftelib.ru/neft-slovar-list/r/656/index.shtml>, webmaster: webmaster@ogbus.ru ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Флотацион реагентлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва флотация жараёнларини такомиллаштириш, сильвинит рудаларини тайёрлаш, шунингдек, технологик жараёнларни математик моделлаштириш ва оптималлаштириш йўналишида Donald E. Garrett, W.Hines, A.Godden, A.Taggart, I.Work, Zhiqiang Huang, ChenCheng, M. V. M. Monte, T. M. Gurkova, П.А.Ребиндер, А.Н.Фрумкин, И.Н.Плаксин, Д.Фюрстенау, Б.В.Дерягин, В.Р.Кривошеин, В.И.Классен, К.А.Разумов, Х.М.Александрович, Х.Шуберт, А.Зингевальд, А.А.Желнин, Н.Н.Тетерина, С.Н.Титков, В.А.Арсентьев, Ф.Ф.Можейко каби олимларнинг илмий мактаблари негизда тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Флотацион реагентлар ва сирт фаол моддаларнинг коллоид-кимёвий хоссаларини К.С.Ахмедов, С.С.Хамраев, А.А.Агзамходжаев, З.С. Салимов, Г.Р. Нарметова, У.Қ. Ахмедов, И.Д. Эшметов ва бошқалар томонидан ўрганилган.

Таъкидлаш жоизки, саноат миқёсида маҳаллий сильвинит рудаларини қайта ишлашга тайёрлаш технологиясини такомиллаштириш ва маҳаллий хомашё ҳамда саноат чиқиндилари асосида уларнинг коллоид кимёвий хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда флотореагентлар олиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари шу кунгача амалга оширилмаган. Қутбли ва аполяр флотореагентларни, шунингдек, минерал рудаларни дастлабки шламсизлантириш учун шлам йиғувчиларни импорт қилиш саноат миқёсида сильвинитни ишлаб чиқариш жараёнида қимматга тушади. Диссертацияда флотореагентларни коллоид-кимёвий хусусиятлари асосида ишлаб чиқиш технологиясини такомиллаштириш ва сильвинит рудаларини бойитишда фойдаланиш бўйича бир қатор ечимлар келтирилган, бу эса сильвинит ишлаб чиқаришнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини ошириш имконини беради.

Диссертация ишининг диссертация иши бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режаларига мувофиқ №ФА-А13-Т131-рақамли “Рангли металлургия технологик эритмаларини, нефт ва газни қайта ишлаш чиқиндиларини ҳамда ёғ хомашёсини қайта ишлаш маҳсулотларини адсорбцион тозалаш технологияси” амалий лойиҳаси ҳамда “Дехқонобод калий заводи АЖ тажриба қурилмасида суяқ парафин ишлаб чиқариш технологиясини ўзлаштириш” хўжалик шартномалари доираси бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади сильвинит рудаларини флотацион бойитиш учун маҳаллий хомашёлар асосида янги юқори самарали йиғувчилар ва кўпик ҳосил қилувчи реагентларни ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Тюбегатан кони табиий сильвинит рудаларининг кимёвий-минералогик ва дисперс таркибини ва уларнинг таркибидаги сувда эримайдиган аралашмаларни ўрганиш;

маҳаллий хом-ашё асосида аминларни синтез қилиш ва уларнинг асосий коллоид-кимёвий хусусиятларини ўрганиш;

сильвинит аполяр йиғувчиларини ишлаб чиқиш учун саноат чиқиндиларини тадқиқ қилиш;

СФМнинг мицелла ҳосил қилиш хусусияти ҳамда сувли эритма – ҳаво чегарасидаги адсорбциясига турли омиллар: тизим ҳарорати, рН муҳити, тадқиқ этилаётган модда тузилишининг таъсирини аниқлаш;

сувда эримайдиган аралашмалар, уларнинг табиати ва миқдорининг шлам йиғувчилари самарадорлигига ҳамда уларнинг сарфига таъсирини аниқлаш;

аполяр йиғувчи - суюқ парафин таркиби ва миқдорининг калийли рудаларни флотацион шламсизлантириш самарадорлигига таъсирини ўрганиш;

шлак флотацияси жараёнида полиакриламид ва синтез қилинган СФМ аралашмаларини ўрганиш;

Тюбегатан кони сильвинит рудасидан юқори сифатли концентрат олишни таъминловчи сильвинит флотациясининг мақбул реагентли тартибини ишлаб чиқиш;

сильвинит рудасини флотацион бойитиш учун тажриба-синов ўтказиш бўйича илмий-техник йўриқномалар ишлаб чиқиш ва флотореагентларни саноат миқёсида жорий этиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида ёғ-мой саноати чиқиндиси – соапсток асосидаги йиғувчилар ва "Uz-Kor Gas Chemical" МЧЖ ҚК газ-кимё мажмуаси икиламичи маҳсулоти асосидаги суюқ парафин, Тюбегатан кони сильвинит рудалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети ёғ кислоталари асосида алифатик аминларни синтез қилиш ва аполяр йиғувчиларни олиш усуллари, сильвинит рудасини бойитиш технологиясини такомиллаштириш мақсадида флотореагент системаларининг таркиби ва коллоид-кимёвий хоссаларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертацияда асосий физик-кимёвий (аналитик, ИҚ-спектрофотометрик, хроматографик) ва коллоид-кимёвий (кондуктометрик, сталагмометрик) таҳлил усулларида, экспериментал маълумотларни ҳисоблаш учун Matlab ва Origin маҳсус компьютер дастурларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

ёғ кислоталари асосида алифатик аминлар аралашмаси синтез қилинган ва унинг эритмасини минимал мицелла ҳосил қилиш концентрациялари (ККМ=145 мг/л) 25-30 °С ҳароратда кузатилиши аниқланган;

ишлатилган гексани энгил учувчан ва асосий қисмларидан (C₁₁₋₁₈ фракцияси) ҳайдаш жараёнини даврий равишда 150-280 °С ҳароратда ва нормал атмосфера босимида олиб бориш мақбул шароит эканлиги аниқланган;

юқори ҳароратда КСl флотацияси унимига C₁₄ – 0,83; C₁₆ – 12,1; C₁₈ – 45,2 ва C_{20<24} – 17,40% ташкил этувчи алифатик амин углеводород радикалининг фракцион таркиби боғлиқлиги аниқланган;

юқори концентрациядаги КСl нинг флотация жараёни ўртача уними мавжуд аралашмани қўллаганга нисбатан 86,8 дан 89,8 % гача ортиши, синтез

қилинган амин ва суюқ парафин аралашмасини мос равишда 40 ва 15 г/т қўллашдан синергетик эффектни исботланган;

дастлабки флотация учун флокулянт оптимал сарфи рудадаги эримайдиган чўкма массасига мос бўлиши ва ПАА ва ионоген бўлмаган СФМ биргаликда ишлатиш камида 15-30 г/т бўлиши исботланган;

алифатик амин ва суюқ парафин олиш технологиялари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

сильвинит рудасини флотацион шламсизлантириш учун турли хил ноионоген СФМлар ишлаб чиқилган;

дистилланган ёғ кислоталари асосида сильвинитнинг асосий флотацияси учун амин синтез қилинган;

сильвинитнинг асосий флотацияси учун саноат иккиламчи маҳсулоти асосида суюқ парафин олиш усули бўйича технологик тартиби ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Илмий тадқиқотлар замонавий физик-кимёвий ва коллоид-кимёвий усуллар ёрдамида амалга оширилиб, “Дехқонобод калий заводи” АЖ лаборатория ва ишлаб чиқариш шароитларида тажриба синовлари далолатномалари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти алифатик амин, суюқ парафин ва неионоген СФМ – йиғувчилар олиш услубини ишлаб чиқишда, юқори самарали сильвинит ва шлам йиғувчиларини синтез қилиш учун асос буладиган сильвинит -эримайдиган қолдиқ-йиғувчи ўзаро таъсирлашиш механизмини аниқлаш билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти сильвинит рудасини флотацион бойитиш учун маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида импорт ўрнини босувчи флотореагентлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда ўқув муассасаларида кимё ва кимёвий технология соҳаларида магистрлар ва бакалаврларни тайёрлашда ўқув жараёни учун хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Сильвинит рудасини бойитиш учун флотореагентларни олиш бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари асосида:

суюқ парафин олиш учун техник шарти «Ўзстандарт» агентлиги тамонидан тасдиқланган (Ts 21983917-003:2020). Мазкур техник шарт маҳсулотнинг сифати ва технологик жараёни назорат қилиш имконини берган;

сильвинит рудаларини флотация қилиш учун аполяр реагент – суюқ парафин олиш усули “Дехқонобод калий заводи” АЖ амалиётга жорий этилган (“Дехқонобод калий заводи” АЖнинг 2021 йил 07 декабрдаги 01-029/3956-сон маълумотномаси). Натижада, ушбу аполяр йиғувчининг импорт аналоги ўрнини тўлиқ босувчи реагент олиш имконини берган;

ёғ кислоталари асосида олинган флотацион йиғувчи-алифатик амин ёрдамида сильвинит рудаларини ажратиш технологияси “Дехқонобод калий заводи” АЖ да «2022-2023 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган (“Дехқонобод калий заводи”

АЖнинг 2021 йил 07 декабрдаги 01-029/3956-сон маълумотномаси). Натижада, синтез қилинган аминнинг флотация фаоллиги импорт асосидаги амин билан 97,5% га ўхшашлиги сильвинит рудаси флотациясида уни алмаштириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 6 та Халқаро ва 12 та Республика илмий-амалий анжуманларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 30 та илмий иш нашр этилган, шундан 1 услубий қўлланма, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 11 та мақола, жумладан, 7 таси республика ва 4 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 177 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқот ишининг долзарблиги ва заруратига асосланган бўлиб, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги, илмий янгилиги ва амалий натижаларининг мувоффиқлиги баён этилган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти ёритиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Минерал рудаларни бойитиш учун флотацион реагентлар ишлаб чиқариш масаласининг ҳозирги ҳолати”** деб номланган биринчи бобида флотация жараёнининг моҳияти ва флотацион реагентлар бўйича тадқиқотлар, уларнинг технологик жараёнлари ва флотацион реагентлар синфланиши таҳлил қилинган, шунингдек табиий минераллар юзасига флотореагентларнинг адсорбцияланиш механизмлари ўрганилган. Калий рудалари флотацияси жараёнида фойдаланиладиган замонавий реагентлар таркиблари таҳлил қилинган. Флотореагентларни ва флотация жараёнларида қўлланиладиган аполяр реагентларни яратиш учун бирламчи алифатик аминларни синтез қилишнинг турли усуллари таҳлил қилинган.

Адабиётлар таҳлилида сильвинит рудаларини флотацион бойитиш учун йиғувчиларни синтез қилиш, бунда учун маҳаллий саноат чиқиндиларидан фойдаланиш имконияти белгилаб берилган. Шу билан бир қаторда, адабиётларни таҳлил қилиш ушбу ишнинг мақсади ва вазифаларини шакллантириш имконини берди.

Диссертациянинг **“Сильвинит рудасини бойитиш учун флотацион реагентларни яратиш шароитларини тадқиқ қилиш”** деб номланган иккинчи бобида ишнинг услубий қисми, жумладан, дастлабки объектлар

таркиби ва хусусиятларини ўрганиш усуллари келтирилган. Танлаб олинган моддаларнинг тузилиши ва хусусиятларини ўрганишда ИҚ-спектроскопия, ДТА, ГСХ, ТСХ ва бошқа замонавий таҳлил усулларидадан фойдаланилган.

Янги флотореагентларни синтез қилиш учун танлаб олинган биринчи объект – соапстокдир. Газ-суюқлик хроматографияси ёрдамида ўтказилган тадқиқотлар натижаларида дастлабки соапстокда 10 та тўйинган ва 3 та тўйинмаган ёғ кислоталаридан ташкил топганлиги келтирилган.

Соапстокдан ёғ кислоталарини (ЁК) ажратишни такомиллаштириш жараёнлари амалга оширилди.

Шунингдек, жараёни оптималлаштиришнинг асосий мезони этиб ЁК ва госсиполнинг чиқиш унуми белгиланди. Ёғ кислоталари ва госсиполнинг унум қийматлари назарий жиҳатдан соапсток таркиби уларнинг миқдорига кўра ҳисоблаб топилди. Дастлаб ёғ кислоталари экстракция йўли билан бензин ёрдамида ажратилиб, сўнгра госсиполнинг унуми аниқланди.

Натижада, соапстокдан ёғ кислоталарини ажратиш жараёни учун оптимал шароитлар аниқланди. Бунинг учун дастлаб соапстокни 100°C дан паст бўлмаган ҳароратда техник сув билан суюлтириш орқали гидролиз жараёни олиб борилди. Гидролиз вақти 30-60 дақиқа давомида амалга оширилди.

Ушбу аралашма 80°C гача совутилганидан кейин, ҳосил бўлган аралашмани парчалаш учун етарли миқдорда сульфат кислота эритмаси қўшилди. Бунинг учун система 10-20 дақиқа давомида 80-90°C ҳароратда ушлаб турилади. Шундан сўнг, қайноқ аралашма совутиш ва ажратиш учун тиндиргичга юборилади. Суюқлик тезлик билан икки қатламга: юқори қатлам яъни ёғ кислоталари аралашмаси ва пастки қатлам натрий сульфатнинг сувли эритмасига ажратилади. Юқори қатлам натрий сульфат ва сульфат кислота қолдиғидан тозалаш учун ювилади.

Бунда бошланғич маҳсулотнинг ҳамда сульфат кислотанинг концентрацияси, ва унинг эритмадаги сарфи муҳим омил ҳисобланади. Шундай қилиб, соапстокнинг 15±1% ҳамда сульфат кислотанинг 13% дан юқори бўлмаган концентрациясида самарали натижаларга эришилди. Шунингдек, сульфат кислота эритмаси сарфини қатъий назорат қилиш зарур бўлиб сарфнинг оширилиши (тизим оғирлигининг>5%), ҳосил бўлиш унумининг пасайишига олиб келади. Ушбу жараён шароитларини сақлаш ЁК ва госсипол унумдорлигини мос равишда 85 ва 50-60% гача оширишга ёрдам беради.

Ушбу бобда соапсток таркибидаги ёғ кислоталари аралашмаси асосида амин ва амид синтез қилиш усуллари батафсил келтирилган.

“Дехқонобод калий заводи” АЖ негизида табиий селвинитдан калий хлоридни флотацион бойитиш жараёнида флотореагентларнинг йиғувчиси сифатида суюқ парафинлар қўлланилади. Диссертация ишининг мазкур бобида тадқиқот объекти “Uz-Kor Gas Chemical” МЧЖ қўшма корхонаси чиқиндилари – турли углеводородларнинг гександа эриши натижасида ҳосил бўладиган суюқ парафин ҳисобланади.

Суюқ парафин аралашмасини қўшимча моддалардан тозалаш учун дастлаб учувчан қисми ҳайдаб олинади, сўнгра маҳсулотнинг асосий қисмини

ажратиш амалга оширилди. Асосий компонент таркибидаги турли хил кўшимча моддаларни ажратиш филтрлаш асосида амалга оширилади.

Флотация учун дастлабки ва олинган реагентнинг таркибини аниқлаш учун «Agilent Technology» GC 6890/MS5973N қурилмасидан фойдаланган ҳолда хром-масс-спектроскопия усулидан фойдаланилди. Олинган натижалар шуни кўрсатадики, импорт йиғувчи аналогнинг асосий таркибида C_{14} дан C_{18} гача бўлган углеводородлар мавжуд. Бирок, чиқиндиларнинг таркиби кўп компонентлиги билан ажралиб туради. Унинг таркибида циклик ва ациклик тузилишга эга паст ва ўрта молекуляр углеводородлар мавжуд. Хроматограммаларда тўйинмаган углеводород радикаллари, шунингдек, гидроксилли радикаллар учун характерли чўққилар филтрлаш жараёнидан сўнг йўқолганлиги шунингдек, енгил фракциялари ажратилган кейин пентан, гексан ва гептан изомерларига хос бўлган чўққилар ҳам йўқолганлиги кузатилди.

Паст ҳароратда ҳайдаб олинган фракциянинг асосий таркиби C_5 - C_9 углеводородлар аралашмасидан иборат. Уларда гидрофил функционал гуруҳлар кузатилмайди. Шунинг учун бу фракцияни гидрофоб хусусиятли органик эритувчи сифатида тавсия қилиш мумкин.

Олинган ўрта фракция аралашмаларининг физик-коллоид хоссалари ўрганилгандан сўнг, сильвинит рудаларини флотация жараёнида йиғувчи сифатида саноатда фойдаланиш имкониятини беради.

Диссертация ишининг ушбу бобида сильвинит рудаларини флотацион шламсизлантириш учун ноионоген СФМлар синтези бўйича тадқиқот натижалари келтирилган бўлиб, улар учун этил (ЭС) (ректификация қилинган) ва изоамил спиртлари (ИС), кротон альдегиди (КА), ўзгарувчан таркибли саноат чиқиндилари – кротонли фракцияси (КФ) ("Навоийазот" ОАЖ) ва эфир-альдегид фракцияси (ЭАФ), сивуш мойлари (СМ) ишлатилган.

Кротонли фракцияда кротон альдегид (75%), пропанон (12%), сув (5%) ва бошқа аралашмалар мавжуд. Эфиральдегид фракцияси (ЭАФ) этил спиртини ишлаб чиқаришда биринчи фракция бўлиб, унинг серияли ишлаб чиқарилиши TSh 18-81:2007 меъёрий ҳужжатлари талабларига жавоб беради. Бу фракцияга этил спирти (75%), метил спирти (1%), альдегидлар (1%), эфирлар (3% гача), сивуш мойи (тахминан 0,2%) ва сув (қолганлари) каби бирикмалар киради.

Сивуш мойи (СМ) таркибига этил (5-12%) ва пропил (7-15%), изобутил (10-20%) ва изоамил (50-60%) спиртлари ва сув (қолганлари) киради.

Сирт фаол моддалар – шлам йиғувчиларини синтез қилиш жараёнида катализаторлар: сульфат кислота, аммоний хлорид ва кальций хлоридлар ёрдамида каталитик конденсация реакцияси орқали олинади.

КАЭС намунаси кальций хлорид ва аммоний хлорид катализатори иштирокида, кротон альдегид ва этил спиртининг 1:1 нисбатида реакция олиб борилди. Ҳарорат $70-75^{\circ}\text{C}$ оралиғида назорат қилинди. Реакцияни олиб бориш вақти тахминан 6 соат давом этди. Бошланғич моддаларнинг моляр нисбатларини КАЭСнинг унуми ва хусусиятларига таъсири ўрганилди.

Олинган маҳсулот ўзига ҳос ҳидли, куюқ жигар ранг сувда осон эрийдиган суюқликдир.

КФЭАФ кротон (КФ) ва эфиральдегид (ЭАФ) фракциялари асосида синтез қилинди. Кротон ва эфиральдегид фракцияларининг 1:2 дан 1:5 гача нисбатларида, реакция жараёнининг давомийлиги 3 дан 6 соатгача бўлган вақтларда маҳсулотнинг ҳосил бўлиш унумига таъсири ўрганилди. Реакция олиб бориш жараёнининг мақбул ҳарорати 75°C ни ташкил этди.

КФ таркибини ўрганиш шуни кўрсатдики, асосий альдегиддан ташқари таркибида 1-1,2% миқдорда паральдегид, ацетальдегид, пропион альдегидлар ҳам мавжуд.

Кротон фракциясининг СМ билан ўзаро таъсири натижасида тримоноспиртбутан (КФСМ) сифатидаги йиғувчи олинди. Бунда дастлаб, кротон фракцияси натрий гидроксиднинг 2% эритмаси ишлов берилади, шундан сўнг кротон фракцияси ва СМ нисбати 1:2 дан 1:4 гача бўлган нисбатларда реакция олиб борилади. Реакцияни олиб боришда катализатор сифатида (0,1 моль) аммоний хлорид иштирокида 75-85°C ҳароратда белгиланган вақт давомида доимий аралаштириш билан амалга оширилди.

1-жадвал.

Жараён шароитларини маҳсулот унумдорлигига таъсири

№	Реактивларнинг нисбати, моль		Реакция давомийлиги, соат	Маҳсулот унуми, %
	КА	ИАС		
1	1	3	3	45
2	1	3	4	52
3	1	3	5	59
4	1	3	6	61
5	1	4	3	50
6	1	4	4	58
7	1	4	5	65
8	1	4	6	68
9	1	5	3	55
10	1	5	4	67
11	1	5	5	79
12	1	5	6	82

КФСМ суюқлиги жигарранг, сувда яхши эрийди. КФСМ кўпиклантирувчи ишлаб чиқаришда ишлатиладиган чиқиндиларнинг таркиби мураккаб ва улар маълум чегараларда доимий равишда ўзгариб туради. Бироқ, кротон фракциясида 58-68% кротон альдегиди, сивуш мойи таркибида эса 50-60% изоамилспирт мавжуд бўлганлиги сабабли, юқоридаги иккиламчи чиқиндилар асосида КФСМ йиғувчисини олиш учун асосий хомашё сифатида кротон альдегид ва изоамил спиртидан танлаб олинди. Шу муносабат билан олинаётган йиғувчи хоссасига чиқинди таркибидаги аралашмалар ва улар таркибининг ўзгариши қандай таъсир кўрсатишини аниқлаш зарур. Бунинг

учун триизоамилбутан (КАИС) алоҳида кимёвий реагентлар: кротональдегид (КА) ва изоамилспирт (ИАС) асосида синтез қилинди. КФСМ хусусиятлари билан КАИС хоссалари солиштирилди.

КАИСни унумдорлиги юқори бўлган реакция шароитларини мақбуллаштириш мақсадида хомашёнинг реакцияга киришувчи таркибий қисмлари нисбати ва уларнинг таъсирлашиш муддатини йиғувчининг хусусиятларига таъсири ўрганилди. Натижалар 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвалда келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, КА:ИС 1:5 нисбатда реакция давомийлиги эса 6 соат бўлганда маҳсулотнинг унуми юқори кузатилади. Аралашмадаги изоамил спирти миқдорининг янада ортиши маҳсулот унумининг сезиларли ўзгаришига олиб келмайди. Чиқиндилар асосида КФСМ реагентини олиш учун СМФ сифатида яхши хосса ва самарадорликка эга бўлган КАИС ни синтез қилиш жараёни унинг реакция унуми юқори бўлиши учун мақбул шароитларда олиб борилган.

Диссертациянинг **"Калий рудаларини бойитишда алифатик аминлар ва суюқ парафинлар асосидаги тизимлардан фойдаланиш истиқболлари"** номли учинчи бобида Тюбегатан кони калийли рудаларининг физик-кимёвий хусусиятларини ўрганиш натижалари, асосий компонентнинг флотациясига хомашё ва сувда эримайдиган аралашмалар таркибининг таъсири, синтез қилинган флотореагентлар сильвинит рудаларини бойитиш самарадорлиги келтирилган.

Мавжуд меъёр талаблари асосида аниқланган сильвинит рудаларининг учта турли хил кимёвий таркибли намуналар 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал.

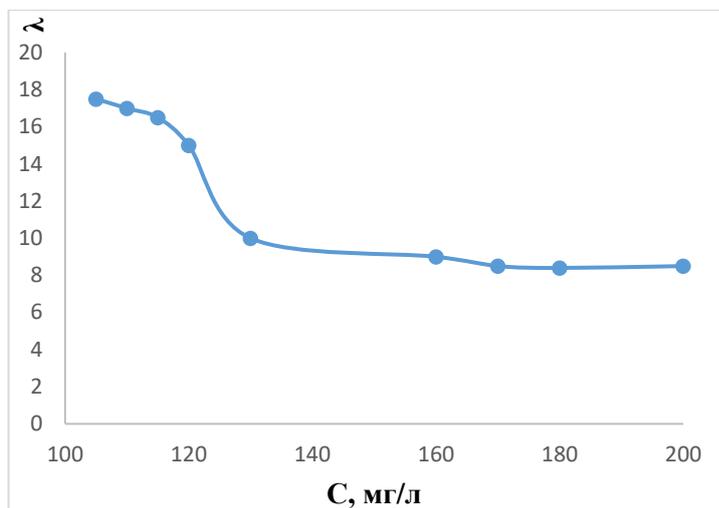
Тюбегатан кони сильвинит рудасининг кимёвий таркиби, оғирлиги бўйича %

Руда	KCl	NaCl	MgCl ₂	CaCl ₂	э.ч.	H ₂ O
T-1	13,5	65,39	2,10	2,31	15,0	1,7
T-2	25,8	64,90	1,40	2,1	5,0	0,8
T-3	35,1	55,37	0,23	0,4	7,2	1,7

2-жадвалда келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, ҳатто битта конда жойлашган намуналар ҳам асосий компонентлар таркиби билан катта фарқ қилади, аммо уларнинг асосий таркибий қисмлари галит, сильвинит ва эримайдиган чўкиндилардан (э.ч.) иборат. Маълум бўлишича, Тюбегатан кони сильвинит рудалари таркибида э.ч. нинг табиати ва миқдори иллит, каолинит, кварц, калийли дала шпати, ангидрит, доломит ва магнетит каби кўшимчалардан ташкил топган. Салбий таъсир кўрсатувчи алюминосиликат минералининг миқдори 15 дан 100% гача ўзгаради.

Алифатик аминларнинг эритмалари учун ҳарорат ўзгарганда МКК силжишининг жадаллашиши кузатилган бўлиб, мос ҳолда 10-45°C ҳарорат оралиғида синтез қилинган аминлар учун ушбу нуқтани аниқлаш долзарб вазифа ҳисобланди.

Ҳозирги вақтда МКК аниқлаш бўйича кўплаб усуллар мавжуд бўлиб, тадқиқот ишида кондуктометрик ва максимал босим усулларида фойдаланилган.



1-расм. Синтез қилинган амин эритмалари электр ўтказувчанлигининг концентрацияга боғлиқлиги, система ҳарорати 25°С.

Олинган маълумотлар асосида концентрацияга эквивалент электр ўтказувчанликнинг боғлиқлик эгри чизиғи ($\lambda = \phi(C)$) келтирилган бўлиб, у 1-расмда ифодаланган. Концентрациянинг 130 мг/л соҳаларида эгри чизиқдаги синиш ион мицеллаларнинг ҳосил бўлишига мос келади, яъни МКК га тўғри келади. МКК нинг нисбатан паст қийматлари эса, эҳтимол функционал гуруҳ билан чамбарчас боғлиқ бўлган тарқалиб кетган углеводород радикаллари кўш боғланишлар мавжудлиги билан боғлиқ.

Шунингдек, ҳароратнинг МКК қийматларига таъсири ўрганилди. Бунда 30°С ҳароратда олиб борилган намуна учун МКК 145 мг/л ни, 35; 40 ва 45°С ларда эса мос равишда 201; 342 ва 376 мг/л ташкил этиши маълум бўлди. Шундай қилиб, МКК минимал қийматига мос келадиган $T \approx 27^\circ\text{C}$ ҳарорат мавжудлиги аниқланди. Юқори ва қуйи ҳароратларда мицелла ҳосил бўлиши учун СФМ молекулаларининг юқори концентрацияси талаб этилади.

Алифатик амин эритмасининг сирт таранглигини аниқлашда, ҳарорат 10 дан 45 °С, концентрация 0,09 дан 12,5 г/л гача бўлган оралиқда олиб борилди. Тадқиқотлар натижасида мицелла ҳосил бўлишининг кичик концентрацияси қийматлари аниқланиб ва уларнинг мақбул шароитлари 25-30°С ҳароратлар оралиғида эканлиги кўрсатилди. Олинган маълумотларга асосланиб, МКК да $1,68 \cdot 10^{-2}$ моль/см² қийматларга эга бўлган тадқиқот ҳароратидаги мувозанатнинг адсорбция қийматлари ҳисоблаб чиқилди.

Синтез қилинган аминларнинг флотацион фаоллиги модель эритмалар ёрдамида олиб борилди. NaCl ва KCl нинг масса нисбатлари турлича бўлган ҳар хил концентрацияли 3 та модель эритмалари тайёрланди: 1:1 (Э1), 1:0,5 (Э2) ва 1:0,25 (Э3), эритмалар улар таркибидаги умумий туз миқдори 50% дан ошмаган ҳолда тайёрланди. Экспериментал флотация жараёнлари ФМЛ 240 флотация машинасида амалга оширилди. Барча намуналар учун алифатик амин сарфи ҳар бир кг туз аралашмаси учун 10 мг ни ташкил этди. Тадқиқот натижалари 3-жадвалда келтирилган.

Жадвалдаги маълумотлардан кўришиб турибдики, аралашмадаги калий хлорид концентрациясининг камайиши уни ушбу аралашмадан ажратиш унумининг ортишига олиб келади. Эҳтимол, паст ажралиш коэффиценти Э1 флотацион материалнинг бутун юзасида ушбу молекулаларнинг адсорбцияси учун амин миқдори етишмовчилиги билан боғлиқ. Амин таъсирида Э3

тўлиқроқ флотацияланади, бу йиғувчи миқдори етарлича эканлигидан далолат беради. Шунинг учун асосий компонентнинг оғирлиги 20% дан ортиқ бўлган сильвинит рудаларини флотация қилиш учун ушбу аминнинг зарур миқдори ҳар тонна руда учун 10 г дан юқори бўлиши исботланди (бу миқдор МКК қийматидан фойдаланган ҳолда ҳисобланади).

3-жадвал.

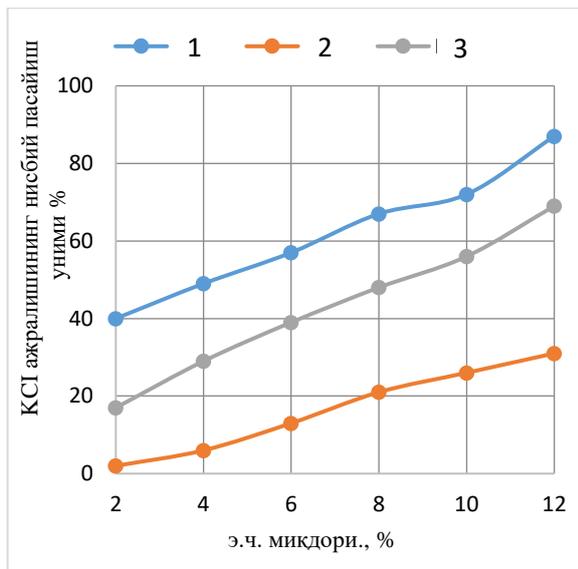
Синтез қилинган амин ёрдамида 22 ± 1 °С да модель эритмаларини флотация қилиш натижалари

Кўрсаткич	Модель эритмалар		
	Э1	Э2	Э3
Унум, %:			
Концентрат	41,2	30,5	19,6
қолдиқ	58,8	69,5	80,4
КСІ масса улуши, %:			
Концентрат	97,2	91,3	90,8
хвост	17,0	7,8	4,3
КСІ ажралиши, %:			
Концентрат	80	83,6	89
қолдиқ	20	16,4	11

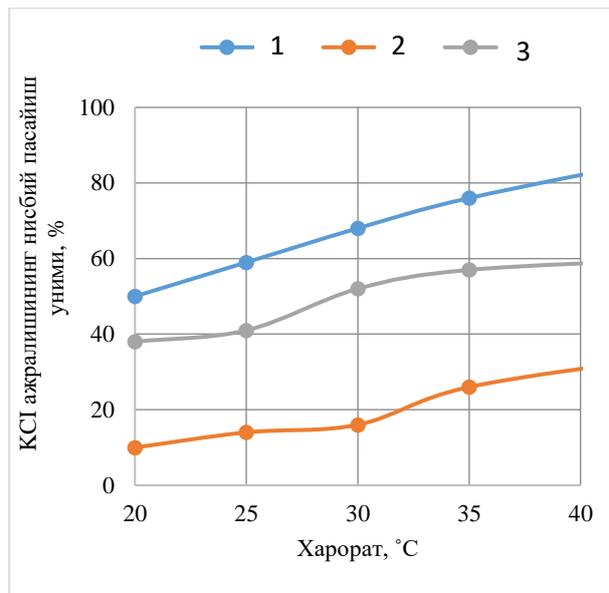
Маълумки, сильвинит рудасидан калий хлоридни флотация қилиш жараёнида эритманинг ҳарорати асосий омил ҳисобланади. Ҳароратнинг ортиши натрий хлоридга қараганда калий хлориднинг эрувчанлигига кўпроқ таъсир қилади. Бинобарин, ҳароратнинг ортиши флотация жараёнлари унумдорлигини ортишига ёрдам беради. Эритма ҳароратининг 20 дан 30 °С гача кўтарилиши натижасида Э3 дан КСІ ажралишини 20% га ортиши кузатилади. Ҳароратнинг янада кўтарилиши билан бу кўрсаткичнинг пасайиши СФМ нинг структуравий хусусиятлари ва фазалар чегараси юзасидан заррачалар десорбцияланиш жараёни миқдорининг ортиши билан боғлиқ.

Тадқиқот натижаларидан кўриниб турибдики, синтез қилинган амин ёрдамида модель эритмалардан КСІ ажратиш олиш учун мақбул ҳарорат $22 < 35$ °С оралиғида ўзгариб туради.

Барча кўшимча компонентларнинг сорбцион фаоллиги ҳарорат ортиши билан ортади ва бу эса сильвинит флотация жараёни камайишига олиб келади. Шундай қилиб, Э3 аралашмаси таркибида 1% миқдорида фақат гилли ва гилсиз минераллардан ташкил топган э.ч. лар КСІнинг ажралиш унимини мос равишда 64 ва 17% га камайишига олиб келади. Ушбу маълумотлар ҳарорат 20 ± 1 °С бўлган қолдиқ суюқликда олинган. Ҳароратнинг 35 °С гача кўтарилиши зарур компонент экстракциясини кескин камайишига олиб келади. 2-расмда модель эритмалар учун э.ч миқдори ўзгариши КСІ флотация жараёнига таъсир этиш натижалари, 3-расмда эса ҳароратга боғлиқлиги келтирилган.



2-расм. Э3 намуна эритма таркибидаги э.ч. миқдорини КСІ ажралиш даражасининг нисбий пасайишига таъсири: 1) гилли аралашмалар; 2) гилсиз аралашмалар; 3) 1: 1 нисбатдаги гилли ва гилсиз аралашмалар (20 ± 1 °С).



3-расм. Йиғувчи сарфининг концентратдаги э.ч. нинг ажралишига таъсири: (э.ч. аралашманинг массасининг 5%, эритма ҳарорати 22 ± 1 °С: 1) гилли аралашмалар; 2) гилсиз аралашмалар; 3) 1: 1 нисбатдаги гилли ва гилсиз аралашмалар.

Э.ч. таркибида гилли минераллар ташкил топган модель эритмаларда ҳароратни 20 дан 40 °С гача кўтарилиши юқори даражада ва гилли бўлмаган аралашмалар учун паст қийматларда таъсир кўрсатади. Шу ва шунга ўхшаш жараёнлар учун э.ч.нинг мавжудлиги минерал рудаларнинг бойитилиш унумига салбий таъсир қилади.

СП учун таққослаш объекти сифатида ҳозирги вақтда "Деҳқонобод калий заводи" АЖда сильвинит рудасини бойитиш жараёнида фойдаланиб келинаётган импорт аналог (ИА) ишлатилган. Олинган натижалар 4-жадвалда келтирилган.

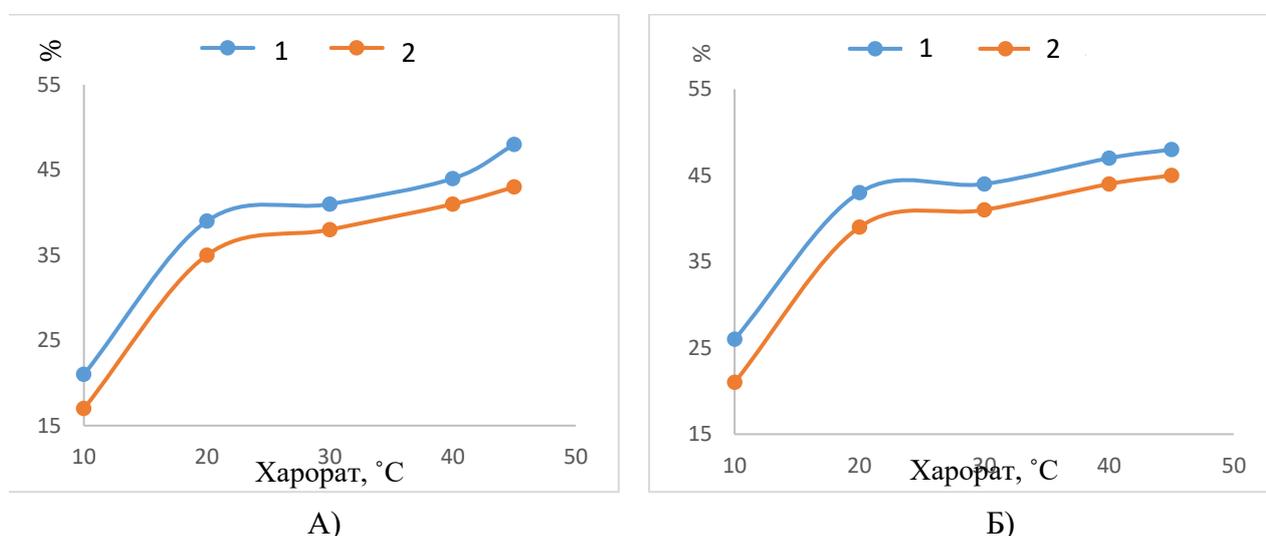
4-жадвал.

22 ± 1 °С ҳароратда намуна эритмаларни СП ёрдамида флотация қилиш натижалари

Кўрсаткич	Намуна эритмалар					
	Э1		Э2		Э3	
	ИС	СП	ИС	СП	ИС	СП
Унум, %:	42,3	39,1	31,5	31,2	17,5	19,4
Концентрат қолдиқ	57,7	60,9	68,5	68,8	82,5	80,6
КСІ масса улуши, %:	89,2	90,1	89,4	88,9	87,4	87,9
Концентрат қолдиқ	21,26	24,25	7,55	8,12	5,70	3,84
КСІ ажралиши, %:	75,46	70,46	84,5	83,21	76,56	85,26
Концентрат қолдиқ	24,54	29,54	15,5	16,79	23,44	15,74

4-жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, калий хлоридни ажратиш бўйича ИАнинг самарадорлиги эритмадаги асосий компонентнинг миқдори юқори бўлган ҳолатда яхши натижага эришилди. Агар бу аполяр

Йиғувчиларнинг самарадорлигини концентратнинг чиқиш унуми параметрлари ва ундаги КСІ миқдори бўйича солиштирадиган бўлсак, у ҳолда импорт асосидаги ва ишлаб чиқилган йиғувчиларини бир хил сарфлаганда биринчисининг таъсирида концентрат чиқиш унуми 3,2% га юқори эканлигини кузатиш мумкин. Бироқ, СП таъсирида концентратдаги КСІ миқдори 0,9% га юқори бўлиб, бу СПнинг селективлигидан далолат беради ва олинадиган маҳсулот сифатининг янада юқори бўлишига таъсир кўрсатади. Мазкур натижа амалий тарафдан муҳим ҳисобланиб, маҳаллий чиқиндилар асосидаги аполяр СП нинг юқори селективлигини кўрсатади. Ҳароратнинг ошиши кўшимча аралашмаларнинг, шунингдек, флотореагентларнинг сирт фаоллигига таъсир қилади. Шунинг учун аполяр флотореагентларнинг паст ва юқори ҳароратдаги фаоллигини ўрганиш мақсадга мувофиқдир, унинг натижалари 4-расмда кўрсатилган.



4-расм. ЭЗ эритмасида флотация унумдорлигининг ҳароратга боғлиқлиги: а – йиғувчи сарфи 10 г / т; б –йиғувчи сарфи 15 г / т; 1) ИС; 2) СП.

Ўрганилган барча ҳароратларда концентратнинг чиқиш унуми ИА дан фойдаланган ҳолларда нисбатан юқори қийматларга эга. Ҳароратнинг 10 дан 40 °С гача кўтарилиши ушбу кўрсаткич қийматларининг 23% га ортишига олиб келади, ИА сарфининг 5 г/т га ортиши эса паст ҳароратлардаги флотация жараёнида ҳам Э1 даги концентрат унумдорлигини 5% га оширади. Ҳароратнинг 45°С гача кўтарилиши сезиларли ўзгаришларга олиб келмайди. Паст ҳароратларда СП дан аполяр реагент сифатида фойдаланилганда, концентратнинг унуми ИА ни ишлатилиши билан сезиларли даражада камайиши кузатилди, ҳароратнинг ортиши билан концентратнинг ҳосил бўлиш унумини ортишини кузатиш мумкин. Бироқ, ЭЗ эритмасидан фойдаланганда бутунлай бошқа ажралиш кўрсаткичлари кузатилиши мумкин. Асосий компонент концентрациясининг камайиши, мос равишда, коцентрат чиқиш унумининг пасайишига олиб келади, аммо бунда КСІ нинг ажралиш унум қийматларида қарама-қарши таъсирлар кузатилиши мумкин.

Флотация натижаларининг қиёсий таҳлилига кўра, СП нинг флотацион

фаоллиги импорт қилинган аналоглар асосидаги йиғувчилардан кам эмаслиги тасдиқланади. Олиб борилган саноат тажриба синовлари натижасида флотация жараёнида шуни кўриш мункинки, турли миқдорда асосий компонентни ўз ичига олган сильвинит рудасининг флотация жараёнига бир турдаги флотореагентлар турлича таъсир кўрсатади. Калий хлорид миқдори кам бўлганда (Э1) СП импорт асосидаги ИАга нисбатан кучлироқ таъсир кўрсатади. Бироқ, глина аралашмалари миқдорининг ортиши бу кўрсаткичлардаги фарқларни камайтиради.

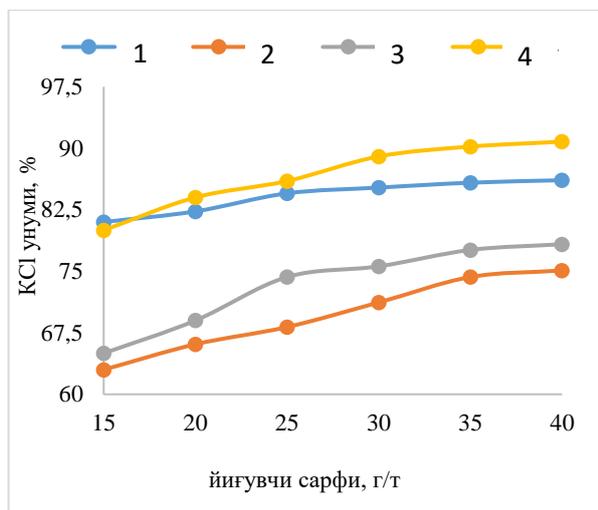
“Дехқонобод калий заводи” АЖнинг технологик жараёнида табиий сильвинитдан калий хлоридни флотацион бойитиш жараёнида дастлаб шламсизлантириш учун механик ёки сирт фаол моддалар билан флотацион тозалаш, сўнгра йиғувчи сифатида аполяр кўшимчалар ва депрессорлар тутган алкиламинлар қўлланилади.

Тадқиқот давомида “Дехқонобод калий заводи” АЖнинг тўйинган тузли қолдиқ эритмасидан фойдаланилган. Ушбу тўйинган эритманинг зичлиги 1244 кг/м^3 , асосий компонентнинг миқдори 18-35 % . (Т1, Т2 ва Т3 намуналари). Шу билан бирга, зарур компонентлар билан кўшимча равишда, дастлабки руда такрибида юқори солиштирма сиртга эга бўлган гил аралашмалари мавжуд бўлиб, улар руда таркибида 4 дан 15% гачани ташкил этади. Руда массасининг қолган қисми, асосан, натрий хлорид (NaCl) ва бошқа сувда эрувчан тузлардан ташкил топган, улар сильвинит (KCl) флотацияси жараёнларида қийинчиликларни келтириб чиқармайди.

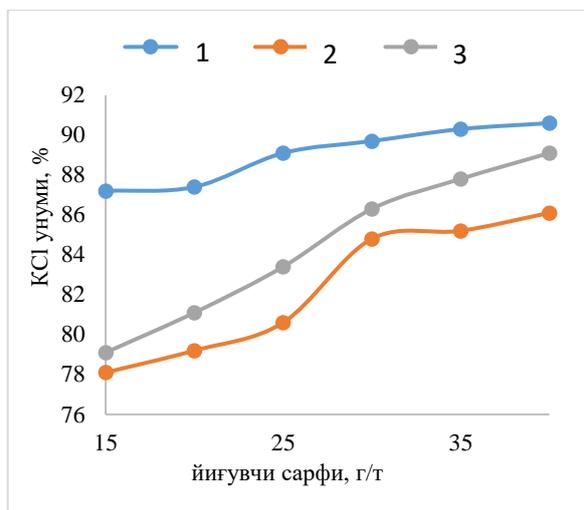
Тажрибаларда импорт қилинган аминлар ИА1 ва ИА2 дан фойдаланилган бўлиб, улар $\text{C}_{20<24}$ фракцияси миқдори билан бир-биридан фарқ қилади. Барча тажрибаларда йиғувчи сарфи 15-40 г/т ни ташкил этади. Флотация жараёнида шламлардан тўлиқ тозаланган намуналар ишлатилади.

Маълум бўлишича, эритманинг $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ҳароратида импорт қилинган аминларнинг қишки (ИА1) ва ёзги (ИА2) турларининг концентратдаги калий хлорид унумига таъсири жуда фарқ қилади, бу ўз ўрнида асосан таркибга боғлиқ. Шундай қилиб, ИА1 таркибида $\text{C}_{20<24}$ фракцияси миқдори тахминан 2% (оғирлик бўйича) бўлса, ИА2 таркибида мазкур фракцияларнинг миқдори 20% дан юқори бўлади. Натижада, унинг ҳарорат таъсирига чидамлилигини айнан оғир фракцияларнинг миқдори белгилайди, KCl нинг концентратга ажралиш унуми йиғувчининг сарфи 30 г/т бўлган ҳолда мос равишда 71,24 ва 90% ни ташкил қилади. Бунда, ИА2 аминдан фойдаланиш Т-3 асосидаги эритмадан концентратнинг 28,2% дан 32,1% гача ортиши кузатилди. Т-1 ва Т-2 намуналари флотация жараёнида эса қолдиқ эритма ҳарорати 35°C гача бўлган ҳолатлар учун ИА2 сарфи 25 г/т дан кам бўлганда KCl ажралиш унуми юқори қийматларни ташкил қилади.

ЁК соапстоки асосида синтез қилинган амин (СА) дастлабки хомашё таркибига кўра 4-9% оралиғида $\text{C}_{20<24}$ фракциясини ўз ичига олади. Сильвинит флотацияси жараёнлари бўйича олинган натижалар улардаги зарурий фракциянинг миқдори бир хил бўлган импорт қилинган аминлар асосида ишлаб чиқилган аралашмаларга қараганда СА дан фойдаланилган ҳолдаги натижалардан бироз юқориқдир (5 ва 6-расм).



5-расм. Концентратда КСІ ажралиш унумига йиғувчи сарфининг таъсири: 1) ИА1 20 °С; 2) ИА2 20 °С; 3) ИА1 ва ИА2 1:1 масса нисбатида 30°С; 4) ИА2 30°С хароратда.



6-расм. Концентратда КСІ ажралиш унумига йиғувчи сарфининг таъсири: 1) СА 20 °С да; 2) СА 30 °С да; 3) СА ва ИА2 30 °С да 1: 1 масса нисбатида.

СА дан фойдаланиш эритманинг 30 °С дан юқори бўлмаган ҳароратида асосий компонент таркибидан қатъий назар дастлабки шламсизлантирилганидан сўнг сильвинит рудаси (Т-1, Т-2 ва Т-3) флотациясининг юқори самарадорлигини таъминлайди. Бироқ, ҳароратнинг янада ортиши синтез қилинган аминнинг флотацион имкониятларига салбий таъсир кўрсатади. Графикдан кўриш мункинки, айнан C_{20-24} таркибли фракциялар эритманинг юқори ҳароратида КСІ экстракциясини сезиларли даражада оширади. Ушбу фракцияларнинг амин таркибидаги оптимал миқдори максимал дағал концентрат унумини ва КСІ олиш тезлигини таъминлаши аниқланди. Агар синтез қилинган амин ва ИА2 нинг мақбул масса нисбатини оладиган бўлсак (1:1 ни ташкил этади), у ҳолда фракцион таркиби мос равишда (% да): $C_{\leq 15} = 0,83$; $C_{15-16} = 12,1$; $C_{17-20} = 45,2$; $C_{20-24} = 17,40$ ни ташкил қилади.

Диссертациянинг “Тюбегатан кони сильвинит рудасини шламсизлантириш жараёнларини такомиллаштириш” деб номланган тўртинчи бобида сильвинит рудаларини шламсизлантириш жараёни самарадорлигини амалга оширишнинг асосий шартлари бўйича илмий-тадқиқотлар, ҳаражатлар миқдори, э.ч. миқдорига кўра анъанавий ва янги реагентлар таркиби тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Экспериментал маълумотлар таҳлили шуни кўрсатдики, биргина КФЭАФ дан (15 г/т) шлам йиғувчиси сифатида фойдаланиш ижобий натижаларни бермайди. Олинган экспериментал маълумотлар шлам ажралиш жараёнида ушбу СФМнинг селектив хоссаси йўқлигини кўрсатади. Ушбу йиғувчи сарфининг ортиши э.ч. фақат 12% дан юқори бўлмаган миқдорда кўпикли маҳсулотга ўтишига олиб келади. ПАА + КФЭАФ (1:1) йиғувчи реагентлардан фойдаланиш ва унинг сарфини 10 дан 20 г/т гача ошириш ажралиш жараёнига ва концентратнинг унумига сезиларли таъсир кўрсатади.

Бирок, 20 г/т миқдордаги йиғувчилар сарфи билан ҳам КС1 нинг ажралиш даражаси 81% дан ошмайди. Аммо, ПАА+КФЭАФ (1:2) йиғувчилар аралашмасидан фойдаланишда акс таъсир кузатилади деб таъкидлаш мумкин: йиғувчи реагентлар сарфининг 10 дан 20 г/т гача оширилиши шлам унумини кескин оширади ва шу билан КС1 нинг концентратга ажралиш даражасини ортишига ёрдам беради. Мазкур шароитда концентрат сифатини бироз ўзгаришига эришиш мумкин. Йиғувчилар сарфини 20 г/т дан ошириш жуда тоза концентрат олиш имконини беради. Агар йиғувчи сарфини ҳисобга оладиган бўлсак, энг самарали аралашма ПАА + КАИС (1:2) бўлиб, концентратнинг юқори тозалигига 15 г/т сарф бўлганда эришилди, бу сарф ПАА + КАЭС (1:2) га нисбатан тахминан 2 барабар камдир. Бунда концентрат унуми 60% дан юқори бўлиб, бу компонентнинг ажралиш даражаси 85% дан юқори бўлишини тaminлайди. ПАА + КАИС таркибидаги КАИС миқдорининг 20% гача камайиши билан концентратнинг сифати бир оз яхшиланади, лекин маҳсулот унуми ва концентратда КС1нинг ажралиши камаяди.

ПАА ва СШ композицион тизимда кўпикли маҳсулотларнинг асосий хусусиятлари ўрганилди. Олинган маълумотлар шундан далолат берадики, КАИС йиғувчиси томонидан ҳосил қилинган кўпик юқори даражада минераллашуви билан ажралиб туради, бунинг натижасида э.ч. нинг асосий қисми кўпикли маҳсулотга айланади. Шлам флотацияси вақтида 20 г/т миқдордаги ПАА + КАИС (1:2) аралашмаси ёрдамида кўпикни йўқ қилиш интенсивлиги бир хил концентрацияларда ПАА ва СШ га асосланган бошқа композициялар билан солиштирганда юқори. Бу ПАА + КАИС аралашмасидан ҳосил бўлган кўпик барқарорлигининг юқори бўлиши кузатилди. ПАА таркибидаги кўпиклар ва синтез қилинган СФМларнинг асосий хусусиятлари 5-жадвалда келтирилган.

Аралашмаларнинг энг мақбул сарфи билан олинган кўпикларнинг хусусиятларини таққослаб шуни таъкидлаш мумкинки, $1,5 \cdot 10^{-3}\%$ концентрацияли ПАА + КАИС аралашмаси кўпикларининг ҳажми ва минераллашуви $2 \cdot 10^{-3}\%$ концентрацияли ПАА + СФЭАФ ва ПАА+ КФСМ йиғувчилар композициясига нисбатан пастроқдир, аммо бу концентратнинг сифатига таъсир қилмайди, фақат ҳосил бўлиш унумини оширади.

5-жадвал.

Гил-карбонат компонентлари бўлган 10% сувли суспензиядаги композицион эритма кўпикларининг асосий хусусиятлари

Композиция	Композиция сарфи	Ёрилишдан олдин ўртача кўпик ҳажми	Кўпик ёрилгунига қадар унинг К	Кўпик ёрилиш интенсивлиги	Кўпик М, %
ПАА+КФЭАФ	20 г/т	1523	10,20	0,49	26,12
ПАА+КФЭАФ	15 г/т	880	18,71	0,17	13,20
ПАА+КФСМ	20 г/т	1135	8,40	0,55	26,60
ПАА+КФСМ	15 г/т	814	15,31	0,21	14,31
ПАА+КАЭС	20 г/т	1056	15,42	0,46	19,40
ПАА+КАЭС	15 г/т	759	21,22	0,16	12,45
ПАА+КАИС	15 г/т	950	7,46	0,61	24,25

Кўпик коэффициентлари (К) шуни кўрсатадики, 15 г/т миқдордаги ПАА + КАИС аралашмаси иштирокидаги флотацияда ПАА + КФЕАФ композициясига нисбатан 1 г қуруқ маҳсулотни олиш учун 1,37 барабар ва 20 г/т миқдордаги ПАА+ КНПП га нисбатан 2,1 марта кам кўпик зарур бўлади.

Сильвинит флотациясида синтез қилинган амин, СП ва уларнинг аралашмаларидан фойдаланилган. Тажрибаларда реагентлар танлаш усуллари ва улар миқдорини концентратнинг шламсизланиш даражаси ва унумига таъсири ўрганилди. Флокулянт ва синтез қилинган СФМларнинг намуналари полиакриламидли флокулянт ва синтез қилинган сирт фаол моддалар эритмаларини дастлаб аралаштириш натижасида олинган намуналар хом ашёга қўшиб борилди. Флокулянт ва шлам йиғувчисининг биргаликдаги эритмалари полиакриламид ва синтез қилинган СФМларни сувда биргаликда эритиш ёки полиакриламидни олдиндан тайёрланган эритмада эритиш орқали олинган.

Ўрганилган руда намуналарида (Т-1 ва Т-3) руданинг таркибидаги умумий сувда эримайдиган аралашмалар миқдорига қараб флокулянтнинг мақбул сарфи аниқланди. Реагентларнинг юқорида қайд этилган сарфи флотация жараёнлари нуқтаи назаридан мақбул ҳисобланади, чунки бу қийматларда сильвинит рудасидаги табиий намуналарида энг юқори флотация кўрсаткичлари кузатилади.

Флокулянт таъсирида суспензиядаги заррачалар ҳажмининг ўзгариш динамикасини ўрганиш шуни кўрсатадики, реагент сарфи ортиши билан флотация маҳсулотининг ўртача миқдори ортади, бунда ПАА ва СШ эритмаларидан фойдаланган шароитда кўпроқ намоён бўлади. Флотацияга учраган суспензияни реагентнинг кичик сарфида аралаштириш флокулаларнинг кўпик маҳсулотига тўлиқ ўтишига ёрдам беради. Шунинг учун тадқиқотларда қўшимча аралашмалар миқдорига боғлиқ ҳолда рудага флокулянт сарфи 10-15 г/т ичида ўзгариб туради.

Т-3 намуналарини шламсизлантириш учун фақат ПАА – флокулянт эритмасидан фойдаланиш механик шламсизлантиришдан фойдалангандаги 2,24% унумга нисбатан шламнинг чиқиш унумини 5,74% гача ортишига олиб келади. Бироқ, бу флокулянтдан фойдаланиш қўшимча аралашмалардан тўлиқ тозаланиш таъминлай олмайди, бу эса асосий компонентнинг ҳосил бўлиш унумининг кайишига олиб келади.

ПАА ва СФМнинг биргаликда ишлатилиши ва уларни флотация жараёнида қўллаш сезиларли даражада таъсир кўрсатади, шунингдек концентратга шлам маҳсулоти ва КСІ нинг чиқиш унумини оширади.

Флотация жараёнлари самарадорлигининг ортишига сабаб ПАА ҳамда турли катион ва анионли СФМларнинг бинар композициясини қўллаш натижасида фазаларни ажратиш учун мақбул бўлган структуранинг шаклланиши билан изоҳланади, полимерлар ва СФМларнинг қарама-қарши зарядланган заррачаларининг адсорбцияси эса дипол-дипол ва ионлараро ўзаро таъсирлар туфайли полиэлектrolит комплексларининг ҳосил бўлишига ёрдам беради. Давомий СФМ ва ПАА лар қўллаш натижасида заррачалар юзасида кўп қатламли "қобик" шаклланишига олиб келади.

ПАА флокулянти ва шламлар йиғувчиси иштирокида шлам флотациясининг кўпикли маҳсулотига эримайдиган аралашмалар чиқиши ортади ва сильвинит флотация концентратида э.ч.нинг миқдори камаяди, шунга мос равишда сильвинит флотацияси унимдорлиги ортади (флотация қолдиқларидаги КСІ миқдори камаяди, сильвинит флотация концентратида КСІ нинг ажралиши ортади). Масалан, Т-3 намунасида тизимга ПАА ва КФЭАФ эритмаларини алоҳида қўллаш натижасида флотация маҳсулотларининг умумий миқдоридан шлам маҳсулотининг унумини 6,19% гача ва э.ч.никини 24,3% гача оширади. ПАА ва КФЕАФ, КФСМ; КНПП, КАИС эритмаларини алоҳида қўллаш натижасида КСІ чиқиш унуми мос равишда 86,25; 86,48; 86,12 ва 86,95% ни ташкил қилади. Ушбу натижалар шуни кўрсатадики, триизоамилбутан (КАИС) сильвинит рудасини бойитиш жараёнида ўзининг шлам йиғувчилик хусусиятларига кўра тримоноспиртбутанга (КФСМ) ўхшайди, аммо баъзи ҳолларда у анъанавий Т-92, шунингдек КАЭС ва СФСМдан ҳам устундир. Бинобарин, КФСМ кўпик ҳосил қилувчи реагентини ишлаб чиқаришда асосий фаол моддалар кротон альдегид ва изоамил спирти ҳисобланади. Кротон фракцияси ва сивуш мойлари таркибидаги бошқа кўшимча моддалар муҳим рол ўйнамайди ва асосий маҳсулотнинг хусусиятларига салбий таъсир кўрсатмаган ҳолда сильвинит рудаси шламларини флотацион бойитишда самарали кўпик ҳосил қилувчи бўлиб хизмат қилади.

Олдиндан тайёрланган СШ нинг сувли эритмасида (МКК га мутаносиб СМФ концентрацияси билан) ПАА ни эритиш натижасида олинган полиакриламид ва шлам йиғувчисининг сувли эрималарини қўллаш полиакриламид ва синтез қилинган СФМ сарфини камайтиришга имкон бериб, ПАА ва СШ ни сувда бир вақтда эритиш орқали тайёрланган эритма ёрдамида амалга ошириладиган шлам флотацияси ва сильвинит флотациядаги натижага ўхшаш ва ҳаттоки яхшироқ натижаларга эришилади. Шу билан бирга, шлак флотациясининг селективлиги яхшиланади, яъни, шлак маҳсулотларидаги КСІ нинг миқдори ҳамда шлак маҳсулоти ва қолдиқ билан калий хлориднинг йўқотилиши камаяди.

Маълум бўлишича, ПАА нинг СМФ эритмаларида эриши макромолекулаларнинг конформацион ҳолатини ўзгартиради, бу эса эҳтимол флокулянтни барқарорлаштирувчи таъсирининг ўзгаришига туртки бўлади. Шунингдек, СФМ таъсирида эритма ион кучини ортиши флокулянтнинг барқарорлаштирувчи фаолиятига таъсир қилади.

ПАА эритмасидан фойдаланган ҳолда кўшимча аралашмалар (7% гача гилли минераллар ва 8% гача карбонатлар) тутган Т-1 намунасини механик ва флотацион бойитишни ўз ичига олган кўшимча шламсизлантириш гил намунаси умумий массасининг 8,64% миқдори шлам маҳсулотини ҳосил бўлишига олиб келади. Шламни ажралиб чиқиши 23,67% га амалга оширилади, бунинг натижасида кўшимча аралашмаларнинг асосий миқдори флотацион концентратга ўтиб кетади (12,53%). Албатта, юқори даражадаги кўшимчалар концентратнинг унуми ва тозалигига таъсир қилади. Концентратда КСІ нинг ажралиши 55,13% ни, қолдиқларда эса 40,45% ни

ташкил қилади.

СШ - КФЭАФ; КФСМ; КАЭС ва КАИС эритмаларини қўллаш қўшимча аралашмалардан мос равишда: 16,74; 16,28; 15,82 ва 16,91% тозалашга имкон беради. Бунда, концентрат таркибида 13% дан ортиқ э.ч. мавжуд бўлиб, бу ишлаб чиқариш жараёнида флотацияга учратувчи қўшимчаларсиз синтез қилинган СФМларни қўллаш натижасида олинган концентратларнинг тозалигига салбий таъсир кўрсатади.

ПАА ва КФЭАФ эритмаларини тизимга алоҳида ишлатиш натижасида ушбу намунадан шлам маҳсулотлари чиқиш унумининг 13,21% гача сезиларли даражада ва э.ч. чиқиш унумининг 58,39% гача ортишини кузатиш мумкин. Аниқланишича, бу ҳолатда СШ ва КАИС юқори кўпик ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлиб, улардан фойдаланиш шлам маҳсулотларида э.ч.нинг 64,61% гача ажралишини оширади. Шу сабабли, концентратдаги белгиланган маҳсулотнинг чиқиш унуми 81,22% ни ташкил этиб, КАЭС ва КФСМ дан фойдаланган ҳолдаги мос равишда 60,23 ва 74,48% га нисбатан ортиқроқдир.

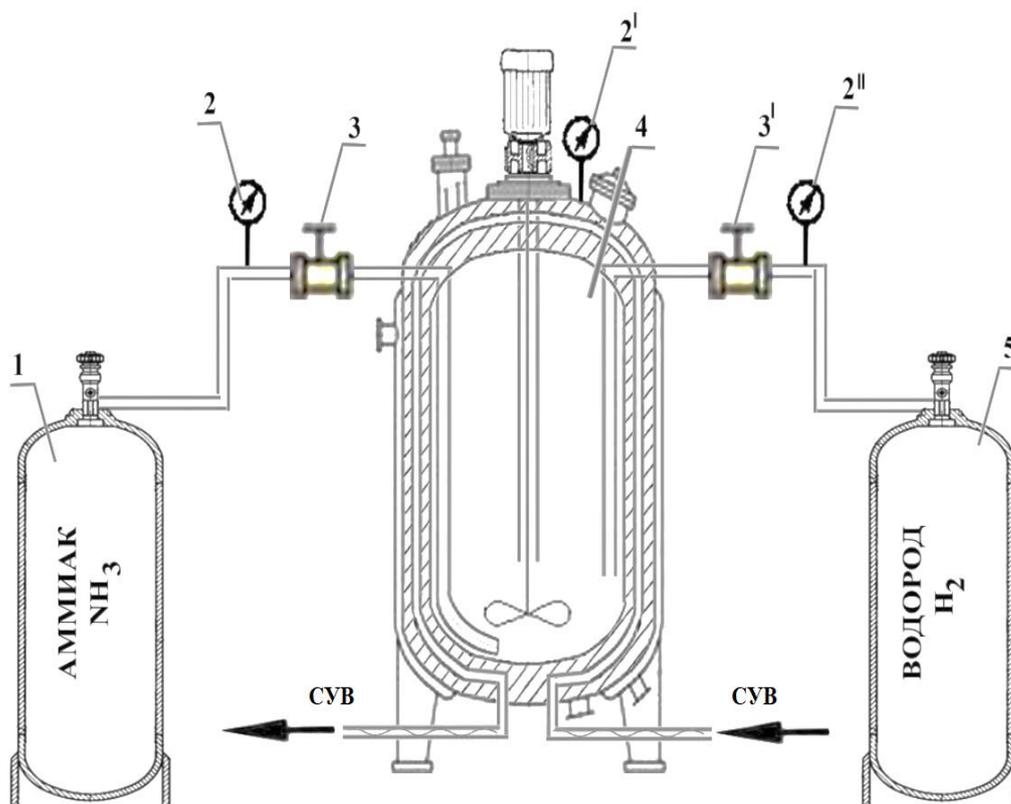
СШ эритмасида ПАА ни эритиш орқали тайёрланган ПАА ва СШ эритмаларини фойдаланиш Т-3 намунасининг флотация жараёнларини сезиларли даражада яхшилайти. Э.ч. лар миқдори юқори бўлган шлам маҳсулотининг унумдорлиги сезиларли даражада ортади, бунинг натижасида флотацион концентрат э.ч.лар миқдорининг паст қийматларига эришилади. Т-1 намунасини шламсизлантириш учун КФЭАФ; КФСМ; КАЭС ва КАИС композицияларидан фойдаланганда концентратдаги керакли маҳсулотнинг унумдорлиги мос равишда 89,22; 90,94; 88,79 ва 91,01% ни ташкил этади.

Қайд этилганидек, ушбу йиғувчилар композициясининг флотация учун қўлланилиши КС1 нинг концентрат ва тозалик даражасига сезиларли даражада ажралишининг ортишига олиб келади. Жадваллардаги маълумотлар ҳам дастлабки экспериментал тадқиқотларнинг тўғрилигини тасдиқлайди ва шуни таъкидлаш керакки, флотация натижалари асосий флотация маҳсулотларидаги қўшимча аралашмалар таркибига, яъни, табиий сильвинит рудаларини шламсизлантириш жараёнларига боғлиқ.

Олинган ҳисоб натижасига кўра энг самарали йиғувчи ПАА + КАИС (1:1 дан 1:2 гача) таркибли аралашма ҳисобланади. Флотация учун хом ашёнинг мақбул миқдори тахминан 15-20 г/т сарфланишга эришилади, бу бошқа композициялар сарфидан 1,5-2 баравар кам. Лаборатория синовлари “Дехқонобод калий заводи” акциядорлик жамияти саноат технологик режимини бузмасдан сильвинит ишлаб чиқаришнинг мавжуд технологиялари асосида, бир вақтнинг ўзида дастлабки рудани шламли концентратдан ажратиб олиш селективлигини ошириш билан ПАА ва синтез қилинган СФМлар асосида сильвинит рудаси шламларини йиғувчиси сифатида фойдаланиш мумкинлиги тасдиқлади.

Диссертациянинг **“Сильвинит флотацияси учун флотореагентлар ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш”** деб номланган бешинчи бобида алифатик амин ва суюқ парафин ишлаб чиқариш бўйича ишлаб чиқилган технологик схемалар келтирилган. Ушбу флотореагентларни ишлаб чиқариш технологик хусусиятлари батафсил ёритилган.

Алифатик аминларни синтез қилиш учун ишлаб чиқилган тажриба қурилмасининг схемаси 7-расмда келтирилган.

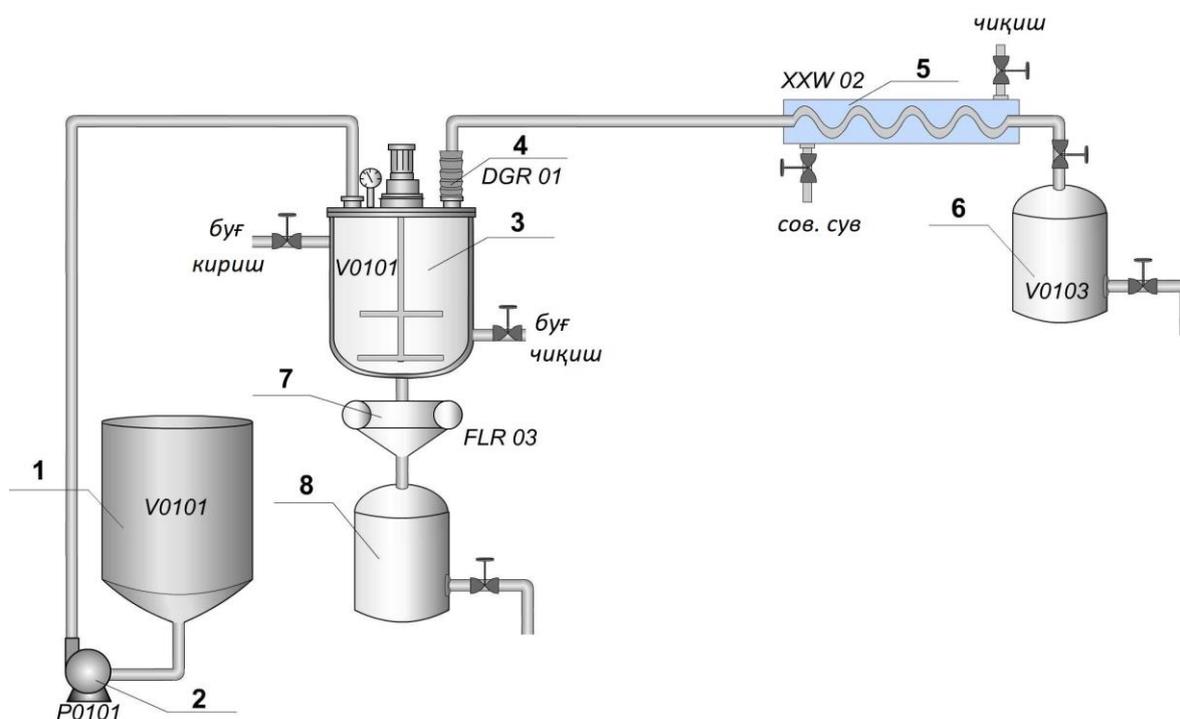


7-расм. Алифатик аминларни олиш учун экспериментал қурилма схемаси:
1) аммиак баллони, 2, 2^I, 2^{II}) манометрлар, 3, 3^I) клапанлар,
4) реактор, 5) водород баллони.

Суюқ парафин олиш учун идеал реакторнинг моддий ва иссиқлик баланслари ҳисоблаб чиқилган (8-расм). “Uz-Kor Gas Chemical” МЧЖ ҚК томонидан ишлаб чиқариш жараёнида ишлатилган гексани энгил учувчан қисмидан асосий маҳсулотни ажратиш (C₁₁₋₁₈ фракцияси) ва атмосфера босимидаги хайдаш қурилмаларида филтрлаш йўли билан суюқ парафин олиш технологияси қуйидаги технологик жараёнларни ўз ичига олади:

1. Хом-ашёни юклаш.
2. Бош фракцияни азеотроп хайдаш.
3. Асосий маҳсулот – суюқ парафин фракцияси C₁₁₋₁₈ ни хайдаш.
4. Остки қобикни филтрлаш.

Техник-иқтисодий ҳисоблашлар “Ўзкимёсаноат” ДАКнинг лойиҳа ҳужжатларини ишлаб чиқиш учун дастлабки маълумотлар таркиби, келишиш ва тасдиқлаш тартиби тўғрисидаги ПТЕО, ПТЕР, ТЭО, ТЕР, корхоналар қурилиш бўйича ишчи лойиҳаси “ЎЗКИМЁСАНОАТ” ДАК ИД-06-24- 001-10 кўрсатмаларига мувофиқ амалга оширилди.



8-расм. Суяқ парафин ишлаб чиқариш қурилмасининг технологик схемаси:
 1) хомашё баки; 2) хомашёни йўналтириш учун насос; 3) Суяқ парафинни тайёрлаш учун реактор (буғли қобик билан); 4) дефлегматор; 5) Музлатгич; 6) Азеотроп углеводород учун бак; 7) Дистиллаш қолдиқлари ва механик аралашмалар учун филтр; 8) тайёр маҳсулотлар учун идиш (суяқ парафин).

Суяқ парафин ишлаб чиқариш бўйича дастлабки техник-иқтисодий ҳисоблаш ишлари амалга оширилди. Суяқ парафин ишлаб чиқариш учун хомашё ва материалларнинг нархи б-жадвалда келтирилган.

б-жадвал.

Хом-ашё ва материаллар нархи

№	Кўрсаткичлар номи	Ўлчов бирлиги	1 бирлик нархи	1 м ³ маҳ. учун сарф коэффициенти.	1 м ³ нархи, сўм
1.	Ишлатилган гексан	м ³	1000000	2,3	2300000
Умумий хом-ашё:					2300000
	Техник сув	м ³	550	15	8250
	Электроэнергия	кВт	450	10	4500
	Буғ	Гкал	150000	2,5	375000
Умумий электротаъминот:					387750
Жами					2687750

Хомашё ва материаллар билан боғлиқ бўлмаган харажатларнинг нархини умумий нархнинг 50% билан ҳисобга олсак, 1 м³ суяқ суяқ парафин ишлаб чиқариш нархи қуйидагича бўлади:

$$2687750 + 0,5 \times 2687750 = 4031625 \text{ сўм}$$

20 т суюқ парафин ишлаб чиқарилиши билан қуйидаги миқдорда валюта тежалади:

$$4031625: 9515 \times 20 = 8474,25 \text{ АҚШ доллари}$$

Бунда, 9515 – 2019 йил 18 декабр ҳолатига долларнинг миллий валютага нисбатан курси.

1 м³ суюқ парафиннинг ички бозордаги қиймати камида 18,5 миллион сўм бўлса, ички бозорда сотишдан олинадиган қўшимча фойда:

$$(18500000 - 4031625) \times 20 = 289367500 \text{ сўм}$$

ни ташкил этиб, 20 тонна суюқ парафин ишлаб чиқариш ва сотишдан олинган иқтисодий самара йилига 289 367 500 сўмни ташкил этиб, 30411,7 доллар хорижий валюта тежаб қолинди.

ХУЛОСА

1. Олиб борилган тадқиқотлар ёрдамида Тюбегатан кони сильвинит рудаси ва унинг сувда эримайдиган аралашмалари минерал таркибининг ўзгарувчанлиги аниқланди. Асосий сильвинит 13,0-38,2% ни, сувда эримайдиган аралашмалар 6-19% оралиғида ва ундаги гилли минералларнинг миқдори 35-60% ни ташкил қилиб, сильвинит флотация жараёнларининг технологик параметрларини ўзгаришига олиб келиши аниқланди.

2. Ёғ кислоталари асосида янги СФМ (аминлар), углеводородли эритувчи чиқиндилари асосидаги суюқ парафин, шунингдек, сильвинит рудаларини шламсизлантириш учун иккиламчи хом ашёлар асосида янги реагентларни яратиш ва қўллашда импорт ўрнини босувчи флотореагентлар олиш имкониятлари илмий асосланди.

3. Соапстокдан ёғ кислоталарини ажратиш ва улар асосида алифатик аминлар аралашмасини синтез қилиш жараёнининг мақбул шароитлари: ажратиб олинган ёғ кислоталари 140°C да 4 соат давомида аммиак таъсирида амидларга, амид эса Al₂O₃ катализатори иштирокида 270-295°C ҳароратда нитрилларга ўтганлиги аниқланди. Сўнгра нитриллар никел катализатори иштирокида 150-160°C ҳароратда, аммиак ва водород босимларига мос 17 ва 40 атм. босимларда 2-2,5 соат давомида гидрогенлаш натижасида 98% унум билан аминлар аралашмаларини синтез қилиш имкониятлари исботланди.

4. Синтез қилинган амин эритмаларининг коллоид-кимёвий хусусиятларини ўрганиш натижасида: эритмаларнинг 125-145 мг/л МКК қиймати 25-30°C ҳароратда кузатилиши аниқланди. МККсига ҳарорат таъсирини ўрганиш давомида унга мос келадиган ҳарорат ≈27 °C эканлиги исботланди.

5. Флотореагентлар углеводород радикалларининг асосий физик-кимёвий кўрсаткичлари ва структуравий хусусиятларининг сильвинит флотацияси жараёнидаги флотацион фаоллиги ва селективлигига таъсири ўрганилди. Бунда, амин ва суюқ парафинни биргаликда қўллаш натижасида сильвинит флотациясининг ортиши амин таркибидаги C₂₀₋₂₄ фракцияси миқдорининг кўплиги ва суюқ парафиндаги циклик бирикмалар мавжудлиги

билан боғлиқлиги исботланди.

6. Сильвинитни шламсизлантириш ва флотациясида флотореагентлар таъсирини ошириш бўйича тадқиқотлар олиб бориш натижасида янги шлам йиғувчи реагентлари: КАЭС; КФЭАФ; КФСМ ва КАИС; амин ва суюқ парафин аралашмалари сарфига мос равишда 15-20 ва 20-30 г/т қўлланилган ҳолда реагентли режим ишлаб чиқилди. Бунда концентратга сильвинитнинг ажралиш уними 90% дан ортиқ эканлиги исботланди.

7. Олинган илмий-экспериментал маълумотлар асосида рудалардан сильвинитнинг асосий флотациясига флотореагентлар яратиш учун ёғ кислоталари асосида алифатик аминлар ишлаб чиқаришнинг янги технологияси ишлаб чиқилди.

8. Иккиламчи маҳсулот гексан асосида суюқ парафин олиш технологияси ишлаб чиқилди ва суюқ парафин олиш учун техник шарт “Ўзстандарт” агентлиги томонидан тасдиқланган. Ишлаб чиқилган технологиялар “Деҳқонобод калий заводи” акциядорлик жамияти амалиётига жорий этилди ва йилига 20 тонна суюқ парафин ишлаб чиқаришдан олинган иқтисодий самара йилига 289367500 сўмни ташкил этди, яъни, 30411,7 доллар валюта маблағлари тежалди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02.30.12.2019.К/Т35.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

БУХОРОВ ШУХРАТ БУРИЕВИЧ

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СОБИРАТЕЛЕЙ НА БАЗЕ МЕСТНОГО
СЫРЬЯ ДЛЯ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ
РУД**

02.00.11 – Коллоидная и мембранная химия

02.00.14 - Технология органических веществ и продуктов на их основе

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

Ташкент – 2022

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2022.1.DSc/T472.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии АН РУз и Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу www.ik-kimyo.nuuz.uz и Информационно-образовательном портале «Ziyounet» по адресу www.ziyounet.uz

Научный консультанты:

Эшметов Иззат Дусимбатович
доктор технических наук, профессор

Кадиров Хасан Иргашевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Хамидов Босит Набиевич
доктор технических наук, профессор

Исмоилов Равшан Исроилович
доктор химических наук, профессор

Каримов Масъуд Убайдулла угли
доктор технических наук,

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

Защита состоится «28» апреля 2022 г. в «14⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.02.30.12.2019.K/T35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: ionxanrux@mail.ru

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № 8, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а). Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Автореферат диссертации разослан «15» апреля 2022 года
(реестр протокола рассылки № 8 от «14» апреля 2022 года.



Закиров Б.С.
Председатель разового научного совета по
присуждению ученой степени, д.х.н., проф.

Салиханова Д.С.
Ученый секретарь разового научного совета по
присуждению ученой степени, д.т.н., проф.

Адизов Б.З.
Председатель разового Научного семинара при
научном совете по присуждению ученой
степени, д.т.н.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире большое внимание уделяется обогащению полезных ископаемых. Основным методом обогащения многих руд является флотационный метод – направленный на повышение концентрации полезных компонентов в минералах, добытых из недр. Поверхностно-активные вещества считаются широко используемыми и незаменимыми веществами для различных промышленных процессов, в том числе для флотационного производства сильвина из минеральных руд. Стоит признать ограниченность ассортимента собирательных реагентов, а их технологические характеристики не всегда отвечают сильно возрастающим требованиям промышленности. Научные исследования в области создания новых собирателей представляют значительный научный и практический интерес для современной теоретической и прикладной коллоидной химии.

Во всем мире ведутся научные исследования для получения эффективных флотореагентов, создания усовершенствованных технологий флотации. В связи с этим особое внимание уделяется анализу механизма синтеза поверхностно-активных веществ на основе местного сырья, созданию аполярных собирателей и ионогенных алифатических ПАВ на основе местного сырья и промышленных отходов, установлению коллоидно-химических характеристик ионогенных и неионогенных ПАВ и аполярных собирателей, применению их при флотации и обесшламливании различных минеральных руд, в том числе сильвинитовых.

В Республике достигнуты научные и практические результаты по получению флотореагентов с высокой флотирующей способностью на основе природных и синтетических ресурсов, промышленных отходов, а также по их применению в различных флотационных процессах металлических и неметаллических руд. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан предусмотрены задачи: «Подъем промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, к дальнейшей интенсификации производства готовой продукции на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, освоению выпуска новых видов продукции и технологий»¹. В связи с этим, имеет важное значение научные исследования, направленные на создание высокоэффективных флотореагентов на основе местного сырья и промышленных отходов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан № ПФ-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», Указе Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе ускоренного развития химической промышленности

¹ Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий на дальнейшее развитие Республики Узбекистан»

на 2017-2021 годы», № ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологии республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации². Научные исследования, направленные на развитие технологии синтеза ПАВ, разработку аполярных собирательных реагентов и применение их для флотационного обогащения сильвинитовых руд осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou, Jiangxi (China), School of Chemistry and Chemical Engineering, Central South University, Changsha (China), School of Chemical Engineering, The University of Queensland (Australia), Cidade Universitária, Ilhado Fundão (Brazil), Riode Janeiro Federal University (Brazil), University of Utah (США), The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation Canberra (Australia), Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный институт горно-химического сырья ФГУП ГИГХС» (Россия), Пермский национальный исследовательский политехнический институт (Россия), Белорусский государственный технологический университет (Белоруссия), «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина» (Россия) и др.

В результате исследований, проведенных в мировых научных центрах по совершенствованию технологии флотационного обогащения и синтезу флотореагентов, получен ряд научных результатов, в том числе: синтезированы новые ПАВ – собиратели основного продукта (The University of Utah (США)); предложены составы собирателей шламов и композиции катионных и анионных ПАВ для флотации сильвина (Université de Lorraine, CNRS, GeoRessources (Франция); созданы аполярные флотореагенты на основе предельных углеводородов и созданы новые реагентные режимы для эффективной флотации сильвинитовой руды (College of Mines and Earth Sciences, (США)).

В мире по совершенствованию технологии получения и применения флотореагентов проводятся исследования по ряду приоритетных направлений, в том числе: по созданию методологических основ совершенствования технологий получения флотореагентов; по установлению химико-минералогического состава местных сильвинитовых руд с целью создания технологий их обогащения; по созданию композиции различных поверхностно-активных веществ.

²Обзор зарубежных научно-исследовательских работ по теме диссертации выполнено по https://chemistry.ru/printletter.phptn_id=4920, <http://www.neftelib.ru/neft-slovar-list/r/656/index.shtml>, webmaster: webmaster@ogbus.ru и на основе других источников

Степень изученности проблемы. Вопросами разработки и совершенствования технологий получения флотореагентов и флотационных процессов, подготовки сильвинитовых руд, а также математического моделирования и оптимизации технологических процессов занимаются в научных школах ученых Donald E. Garrett, W.Hines, A.Godden, A.Taggart, I.Work, Zhiqiang Huang, Chen Cheng, M. B. M. Monte, T. M. Gurkova, П.А.Ребиндера, А.Н.Фрумкина, И.Н.Плаксина, Д.Фюрстенау, Б.В.Дерягина, В.Р.Кривошеина, В.И.Классена, К.А.Разумова, Х.М.Александровича, Х.Шуберта, А.Зингевальда, А.А.Желнина, Н.Н.Тетериной, С.Н.Титкова, В.А.Арсентьева, Ф.Ф.Можейко и др.

Коллоидно-химические свойства флотореагентов и ПАВ изучены К.С.Ахмедовом, С.С.Хамраевым, А.А.Агзамходжаевым, Салимовым З.С., Г.Р.Нарметовой, У.К.Ахмедовым, Эшметовым И.Д. и другими.

Необходимо отметить, что научно-исследовательские работы по совершенствованию технологии подготовки местных сильвинитовых руд к промышленной переработке и созданию флотореагентов на основе местных сырьевых ресурсов и промышленных отходов с учётом их коллоидно-химических характеристик до настоящего времени не проводились. Импорт флотореагентов как полярных, так и аполярных, а также собирателей шламов для предварительного обесшламливания минеральных руд, дорого обходятся промышленному производству сильвина. В работе представляются решения по совершенствованию технологии разработки флотореагентов на основе их коллоидно-химических характеристик и использования их для обогащения сильвинитовых руд, что дает возможность повысить технико-экономические показатели производства сильвина.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где была выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ по прикладным проектам Института общей и неорганической химии №ФА-А13-Т131 «Технология адсорбционной очистки технологических растворов цветной металлургии, отходов нефтегазопереработки и продуктов переработки растительного сырья» и хозяйственному договору «Освоение технологии производства жидкого парафина на опытной установке в АО «Дехканабадский калийный завод».

Целью исследования является разработка новых высокоэффективных собирателей и пенообразователей на основе местных сырьевых ресурсов для флотационного обогащения сильвинитовых руд.

Задачи исследования:

исследование химико-минералогического и дисперсионного составов природных сильвинитовых руд Тюбегатанского месторождения и водонерастворимых примесей в их составе;

синтез аминов на основе местного сырья и исследование их основных коллоидно-химических свойств;

исследование отходов промышленности для разработки аполярных собирателей сильвина;

установление влияния различных факторов: температуры и значений рН системы, строения исследуемого вещества на мицеллообразующие характеристики ПАВ и адсорбцию на границе водный раствор - воздух;

установление воздействия водонерастворимых примесей, их природы и количества на эффективность собирателя шламов и на его расход;

изучение влияния состава и количества аполярного собирателя – жидкого парафина на эффективность флотационного обесшламливания калийных руд;

исследование смесей полиакриламида и синтезированных ПАВ в процессе флотации шламов;

разработка оптимального реагентного режима флотации сильвина из сильвинитовой руды Тюбегатанского месторождения, обеспечивающий получение высококачественного концентрата;

разработка научно-технических рекомендаций для опытно-промышленных испытаний флотационного обогащения сильвинитовой руды и внедрение флотационных реагентов на промышленной базе.

Объектом исследования являются собиратели на основе отхода масложирового производства – соапсток и жидкий парафин на основе вторичного сырья газохимического комплекса СП ООО «Uz-KorGasChemical», сильвинитовые руды Тюбегатанского месторождения.

Предметом исследования является методы синтеза алифатических аминов на основе жирных кислот и получения аполярных собирателей, определение состава и коллоидно-химических свойств систем флотореагентов с целью совершенствования технологий обогащения сильвинитовых руд.

Методы исследования. В диссертации использованы основные физико-химические (аналитические методы, ИК-спектрофотометрические, хроматографические) и коллоидно-химические (кондуктометрические, сталагмометрические) методы анализов, для расчета полученных экспериментальных данных использованы специальные компьютерные программы – Matlab и Origin.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

синтезирована смесь алифатических аминов на основе жирных кислот и установлено, что минимальные значения критической концентрации мицеллообразования (ККМ=145 мг/л) наблюдаются при температуре 25-30°C;

установлено, что процесс перегонки отработанного гексана от легколетучей и основной (фракции C₁₁₋₁₈) частей необходимо провести при температуре 150-280°C, атмосферном давлении и периодическим методом;

установлено влияние на степень извлечения КСІ фракционного состава углеводородного радикала алифатического амина при повышенных температурах раствора, который соответствует (мас. %) составу: C₁₄ – 0,83; C₁₆ – 12,1; C₁₈ – 45,2; C_{20<24} – 17,40 %;

повышение среднего выхода КСІ в крупном концентрате до 89,8 против 86,8% при использовании существующей флотирующей смеси доказывает

синергетический эффект от использования смесей синтезированного амина и жидкого парафина при расходах 40 и 15 г/т, соответственно;

установлено, что оптимальный расход флокулянта для предварительной флотации должен соответствовать содержанию нерастворимого осадка в руде и совместное использование ПАА и неионогенных ПАВ должен составлять не менее 15-30 г/т;

разработаны технологии производства алифатического амина и жидкого парафина.

Практические результаты исследования.

разработана серия неионогенных ПАВ для флотационного обесшламливания сильвинитовой руды;

синтезирован амин на основе дистиллированных жирных кислот для основной флотации сильвина;

разработан технологический регламент на способ получения жидкого парафина на основе вторичного сырья промышленности для основной флотации сильвина.

Достоверность результатов исследования. Научные исследования проводились с использованием современных физико-химических и коллоидно-химических методов и подтверждаются актами экспериментальных испытаний в лабораторных и производственных условиях АО «Дехканабадский калийный завод».

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обосновывается разработкой методологии получения собирателей – алифатического амина, жидкого парафина и неионогенных ПАВ, установлением механизма взаимодействия сильвин-нерастворимый осадок-собиратель, которые послужат базой для синтеза высокоэффективных собирателей сильвина и шламов.

Практическая значимость результатов исследования служит для разработки технологий получения импортозамещающих собирателей на основе местных сырьевых ресурсов и промышленных отходов для флотационного обогащения сильвинитовой руды, и в учебном процессе подготовки магистров и бакалавров в образовательных учреждениях в сфере химии и химической технологии.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов исследований по созданию флотореагентов для обогащения сильвинитовой руды:

способ получения аполярного реагента – жидкого парафина для флотации сильвинитовых руд, внедрен на практику АО «Дехканабадский калийный завод» (Справка АО «Дехканабадский калийный завод» № 01-029/3956 от 07.12.2021 г.). В результате представлена возможность полной замены импортного аналога данного аполярного собирателя;

технология разделения сильвинитовых руд с использованием флотационного собирателя-алифатического амина, полученного на основе жирных кислот, включена в перечень перспективных разработок для

внедрения в практику в 2022-2023 годах на АО "Дехканабадский калийный завод" (Справка АО «Дехканабадский калийный завод» № 01-029/3956 от 07.12.2021 г.). В результате флотационная активность синтезированного амина была близка с импортным амином на 97,5%, что позволило заменить его при флотации сильвинитовой руды.

технические условия на производство жидких парафинов утверждены Агентством «Узстандарт» (ТУ 21983917-003:2020). Данное техническое условие позволяло контролировать качество продукта и технологический процесс.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 6 Международных и 12 Республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 30 научных работ. Из них 1 методическая пособие, 11 научных статей, в том числе 7 в республиканских и 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 177 страниц.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность работы и востребованность проведенного исследования, характеризуются цель и задачи, излагается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов исследования, опытно-промышленные испытания, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние вопроса производства флотореагентов для обогащения минеральных руд»** проанализированы значения флотационного процесса и исследования флотационных реагентов, технологические функции и классификация флотореагентов, изучены предполагаемые механизмы адсорбции флотореагентов на поверхности природных минералов. Проанализированы современные реагентные режимы флотации калийных руд. Рассмотрены различные способы синтеза первичных алифатических аминов для создания флотореагентов и аполярные реагенты, применяемые в процессах флотации.

Анализ литературы предопределяет возможность применения местных промышленных отходов для синтеза собирателей для флотационного обогащения сильвинитовых руд. Анализ литературы позволил сформулировать цель и задачи настоящей работы.

Во второй главе диссертации **«Исследование условий создания флотореагентов для обогащения сильвинитовой руды»** представлена методическая часть работы, включающая методики исследования составов и характеристик исходных объектов. Для исследования строения и свойств материалов использованы: РФА, ИК-спектроскопия, ДТА, ГЖХ, ТСХ и др. современные методы анализов.

Первый объект, который был выбран для синтеза новых флотореагентов – это соапсток. Результаты исследований методом газожидкостной хроматографии выявили наличия 10 насыщенных и 3 ненасыщенных жирных кислот в составе исходного соапстока.

Были проведены процессы по усовершенствованию выделения жирных кислот (ЖК) из соапстока.

Основным критерием оптимизации процесса был выбран выход ЖК и госсипола. Значения выхода ЖК и госсипола определены в пересчёте на теоретически возможный, рассчитанный по содержанию их в составе соапстока. Сперва выделялись жирные кислоты экстракцией бензином и затем определяется выход госсипола.

В результате установлены оптимальные условия процесса выделения жирных кислот из соапстоков. Для этого необходимо провести процесс гидролиза разбавлением исходного соапстока технической водой при температуре не ниже 100°C. Гидролиз проводился в течение 30-60 мин. После охлаждения данной смеси до 80°C добавлялись расчетные количества раствора серной кислоты для разложения образовавшейся смеси. Для этого температура системы поддерживалась при 80-90°C в течение 10-20 мин. После этого горячая смесь переместилась в отстойник для охлаждения и разделения. Наблюдается быстрое разделение жидкости, верхний слой которой состоит из смеси жирных кислот и нижний слой из водного раствора сульфата натрия. Верхний слой промывалась от следов сульфата натрия, а также серной кислоты.

Не мало важным фактором считается также концентрация исходного продукта и серной кислоты и расход его раствора. Таким образом эффективное выделение возможно при исходных концентрациях соапстока 15±1%, а серной кислоты не более 13%. Необходимо строго контролировать расход раствора серной кислоты, так как увеличение (>5% от массы системы), наоборот вызывает снижения значения выхода. Поддержание данных условий процесса способствует повышению выхода ЖК и госсипола до 85 и 50-60 %, соответственно.

В данной главе подробно приведены методы синтеза амина и амида на основе смеси жирных кислот соапстока.

На базе АО «Дехканабадский калийный завод» в процессе флотационного обогащения хлорида калия из природного сильвинита в составе собирательной смеси флотореагентов используются жидкие парафины. Объектом исследования данного раздела диссертационной работы являлся отход СП ООО «Uz-KorGasChemical» - жидкий парафин, который образуется в результате растворения различных углеводородов в гексане.

Для разделения смеси жидкого парафина (технологическое название) сперва проводилась перегонка для разделения легколетучей части, а затем основной части продукта. Кубовый остаток от остаточной массы основного компонента отделялся фильтрацией.

Для идентификации состава исходного и полученного реагента для флотации использована хром-масс-спектрокопия с использованием прибора «AgilentTechnology» GC6890/MS5973N. Полученные результаты показывают, что в состав импортного аналога собирателя входят углеводороды от C₁₄ до C₁₈. Однако, состав отхода отличается многокомпонентностью. В его состав входят низкомолекулярные и средне молекулярные углеводороды циклического и ациклического строения. На хроматограммах наблюдаются пики, характерные для ненасыщенных углеводородных радикалов, а также для гидроксильного радикала, которые исчезают после выделения кубового остатка. После перегонки также исчезают пики, характерные для изомеров пентана, гексана, гептана.

Полученная легкокипящая фракция состоит в основном из смеси углеводородов C₅-C₉. В их составе не наблюдаются гидрофильные функциональные группы. Поэтому данную фракцию можно рекомендовать в качестве гидрофобного растворителя органических веществ.

Полученную среднюю фракцию можно рекомендовать для промышленного использования в качестве собирателей сильвина после установления их характеристик.

В данной главе диссертационной работы приводятся результаты исследований по синтезу неионогенных ПАВ для флотационного обесшламливании сильвинитовых руд, для чего были использованы этиловый (ЭС) (ректификат) и изоамиловый спирты (ИС), кротоновый альдегид (КА), отходы производства переменного состава – кротоновая (КФ) (ОАО «Навоiazот») и эфиральдегидная фракция (ЭАФ), сивушные масла (СМ).

В состав кротоновой фракции входят кротоновый альдегид (75%), пропанон (12%), вода (5%) и др. примеси. Эфиральдегидная фракция (ЭАФ), представляет собой первую фракцию в производстве этилового спирта, её серийное производство соответствует требованиям нормативной документации TSh 18-81: 2007. В состав данной фракции входят такие соединения, как этиловый (75%), метиловый (1%) спирты, альдегиды (1%), эфиры (до 3%), сивушное масло (около 0,2%) и вода (остальное).

В состав сивушного масла (СМ) входит этиловый (5-12%) и пропиловый (7-15%), изобутиловый (10-20%) и изоамиловый (50-60%) спирты и вода (остальное).

Поверхностно-активные вещества – собиратели шламов получены каталитической реакцией конденсации с использованием катализаторов: серная кислота, хлорид аммония и хлорид кальция.

Образец КАЭС получен на основе реакции кротонового альдегида и этилового спирта в каталитической системе хлорида кальция и хлорида аммония при их соотношениях 1:1. Температура контролировалась в интервале 70-75°C. При таких условиях реакция продолжалась около 6 часов.

Изучено влияние мольных соотношений исходных веществ на выход и характеристики КАЭС. Полученные продукт представляет собой темно-коричневую легкорастворимую в воде жидкость с характерным запахом.

КФЭАФ синтезирован на основе кротоновой (КФ) и эфираальдегидной (ЭАФ) фракции. Были изучены влияния на выход продукта соотношения кротоновой и эфираальдегидной фракций от 1:2 до 1:5, а продолжительности процесса от 3 до 6 часов. При этом установленная оптимальная температура процесса составила 75°C.

Исследование состава КФ показало, что в составе кроме основного альдегида содержатся также параальдегид, ацетальдегид, пропионовый альдегид в количествах 1-1,2%. Данные химические соединения также дают схожие химические превращения.

Взаимодействием кротоновой фракции с СМ получен собиратель, представляющий собой тримоноспиртбутан (КФСМ). При этом кротоновую фракцию предварительно обрабатывали 2% раствором гидроксида натрия, после чего в неё вносилась СМ из расчета, чтобы соотношение кротоновой фракции и СМ составляло от 1:2 до 1:4. Реакция проводилась при постоянном перемешивании в течение необходимого времени при температуре 75-85 °С в присутствии хлорида аммония (0,1 моль), служащего катализатором.

Таблица 1.

Влияние условий процесса на выход продукта

№	Соотношение реагентов, моль		Продолжительность реакции, час	Выход продукта, %
	КА	ИАС		
1	1	3	3	45
2	1	3	4	52
3	1	3	5	59
4	1	3	6	61
5	1	4	3	50
6	1	4	4	58
7	1	4	5	65
8	1	4	6	68
9	1	5	3	55
10	1	5	4	67
11	1	5	5	79
12	1	5	6	82

КФСМ жидкость коричневого цвета, хорошо растворяется в воде. Составы использованных отходов при получении вспенивателя КФСМ сложны и они в определённых пределах постоянно меняются. Однако, поскольку в кротоновой фракции содержатся 58-68 % кротонового альдегида, а в сивушном масле – 50-60 % изоамилового спирта, то основным сырьем для получения собирателя КФСМ на основе двух указанных выше отходов вероятно, служат кротоновый альдегид и изоамиловый спирт. В связи с этим, необходимо выяснить какие оказывают влияния на свойства получаемого собирателя примесей использованных отходов и изменение состава последних в разных партиях. Для этого был синтезирован триизоамилбутан (КАИС) на основе индивидуальных химических реагентов: кротонового

альдегида (КА) и изоамилового спирта (ИАС). Характеристики КФСМ были сопоставлены со свойствами КАИС.

С целью оптимизации условий реакции получения КАИС с максимальным выходом изучено влияние соотношения вступающих в реакцию компонентов исходного сырья и продолжительности их контакта на свойства собирателя. Результаты представлены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, максимальный выход продукта имеет место при соотношениях КА к ИС, равном 1:5, продолжительности реакции 6 часов. Дальнейшее увеличение содержания изоамилового спирта в смеси не приводит к существенному изменению выхода продукта.

Установленные оптимальные условия реакции синтеза, соответствующие максимальному выходу КАИС, имеющего оптимальные свойства и эффективность в качестве ПАВ, были использованы при получении реагента КФСМ на основе отходов.

В третьей главе диссертации «**Перспективы применения систем на основе алифатических аминов и жидких парафинов при обогащении калийных руд**» приведены результаты исследований физико-химических характеристик калийных руд Тюбегатанского месторождения, влияния состава исходного сырья и водонерастворимых примесей на флотацию основного компонента, эффективности созданных флотореагентов при обогащении сильвинитовых руд.

Таблица 2.

Химический состав сильвинитовой руды Тюбегатанского месторождения, % по массе

Руда	KCl	NaCl	MgCl ₂	CaCl ₂	н.о.	H ₂ O
Т-1	13,5	65,39	2,10	2,31	15,0	1,7
Т-2	25,8	64,90	1,40	2,1	5,0	0,8
Т-3	35,1	55,37	0,23	0,4	7,2	1,7

Химические составы трёх различных образцов сильвинитовых руд, определённые основываясь на требованиях существующих стандартов, представлены в табл. 2.

Как видно из данных табл. 2 образцы даже из одного месторождения сильно различаются по содержанию основных компонентов, однако их основными составляющими являются галит, сильвин и нерастворимый осадок (н.о.). Как оказалось, природа и количества н.о. в составе сильвинитовой руды Тюбегатанского месторождения характеризуется такими включениями как иллит, каолинит, кварц, калиевый полевой шпат, ангидрит, доломит и магнезит. Содержание негативно влияющего алюмосиликатного минерала меняется с 15 до 100 %.

Для растворов алифатических аминов существует устремлённость смещения ККМ при изменении температуры, соответственно, актуальной задачей являлось определение данной точки для синтезированных аминов в интервале температур 10-45°C.

В настоящее время существуют многочисленные методы измерения ККМ. В работе для определения которой использовался кондуктометрический метод и метод максимального давления.

По полученным данным строилась кривая зависимости эквивалентной электропроводности от концентрации ($\lambda=f(C)$), которая приведена на рис. 1.

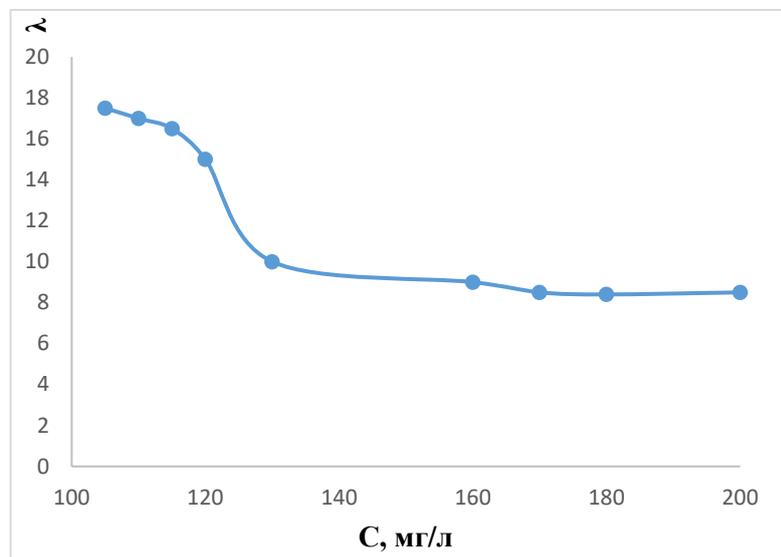


Рис. 1. Зависимость эквивалентной электропроводности растворов синтезированного амина от его концентрации, при температуре системы 25°С.

Перелом в наклоне кривой в областях концентрации 130 мг/л соответствует образованию ионных мицелл, т.е. ККМ. Сравнительно низкие значения ККМ, вероятно связано с наличием разветвлённых углеводородных радикалов и двойных связей, близко расположенных к функциональной группе.

Исследовано влияние температуры на значения ККМ. Оказалось, что при 30°С ККМ исследуемого образца составляет 145 мг/л, а при 35; 40 и 45°С составляют 201; 342 и 376 мг/л. Таким образом, существует температура $t \approx 27^\circ\text{C}$, которая соответствует минимальному значению ККМ. При больших и меньших температурах требуется большая концентрация молекул ПАВ, для образования мицеллы.

В результате проведённых исследований по определению поверхностного натяжения раствора алифатического амина при температурах от 10 до 45°С в диапазоне концентраций от 0,09 до 12,5 г/л были установлены минимальные значения критической концентрации мицеллообразования в области температур 25-30°С. По полученным данным рассчитаны значения равновесной адсорбции при температурах исследований, имеющие значения $1,68 \cdot 10^{-2}$ моль/см² при ККМ.

Флотирующая активность синтезированных аминов была исследована с использованием модельных растворов. Приготовлены 3 модельных растворов с различными концентрациями, в которых массовые соотношения NaCl и KCl составляют: 1:1 (P1); 1:0,5 (P2) и 1:0,25 (P3), при этом общее содержание солей в растворе не превышало 50 %. Экспериментальные флотационные процессы проводились на флотомашине марки ФМЛ 240. Расход алифатического амина

для всех образцов составлял 10 мг на кг смеси солей. Результаты исследований приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Результаты флотации модельных растворов при $22\pm 1^\circ\text{C}$ с использованием синтезированного амина

Показатель	Модельные растворы		
	P1	P2	P3
Выход, %:			
Концентрат	41,2	30,5	19,6
хвост	58,8	69,5	80,4
Массовая доля KCl, %:			
Концентрат	97,2	91,3	90,8
хвост	17,0	7,8	4,3
Извлечение KCl, %:			
Концентрат	80	83,6	89
хвост	20	16,4	11

Как показывают данные таблицы уменьшение концентрации хлорида калия в составе смеси, приводит к увеличению выхода его извлечения из этой смеси. Вероятно, более низкий коэффициент извлечения P1 связано с нехваткой количеств амина для адсорбции его молекул на всей поверхности флотируемого материала. Под воздействием амина P3 более полно флотируется, что показывает достаточность количеств собирателя. Следовательно, для флотации сильвинитовых руд с массовым содержанием основного компонента более 20% необходимое количество данного амина составляет более 10 г на тонну руды (данное количество рассчитаны с использованием значения ККМ).

Общеизвестно, что на флотируемость хлорида калия из сильвинитовой руды ключевым фактором повлияет температура раствора. Увеличение температуры больше повлияет на растворимость хлорида калия нежели хлорида натрия. Следовательно, увеличение температуры благоприятствует повышению выхода процессов флотации. В результате увеличения температуры раствора от 20 до 30°C наблюдается повышение извлечения KCl из P3 на 20 %. Снижение данного показателя при дальнейшем увеличении температуры связано со структурными особенностями ПАВ и повышением доли десорбции его частиц из поверхности раздела фаз.

Как показали результаты исследований, оптимальная температура извлечения KCl из модельных растворов с использованием разработанного амина колеблется в диапазоне температур $22 < 35^\circ\text{C}$.

Сорбционная активность всех компонентов примесей повышается с увеличением температуры, тем самым ухудшая флотируемость сильвина. Так н.о., состоящий только из глинистых и только из неглинистых минералов в количестве 1% в составе смеси P3 вызывает понижения степени извлечения KCl на 64 и 17%, соответственно. Эти данные получены при температуре маточного раствора $20\pm 1^\circ\text{C}$. Увеличение температуры до 35°C приводит к экстремальному снижению извлечения необходимого компонента. На рис. 2

приводятся результаты исследования влияния количества и состава н.о. и на рис. 3 температуры на флотуемость КС1 из модельных растворов.

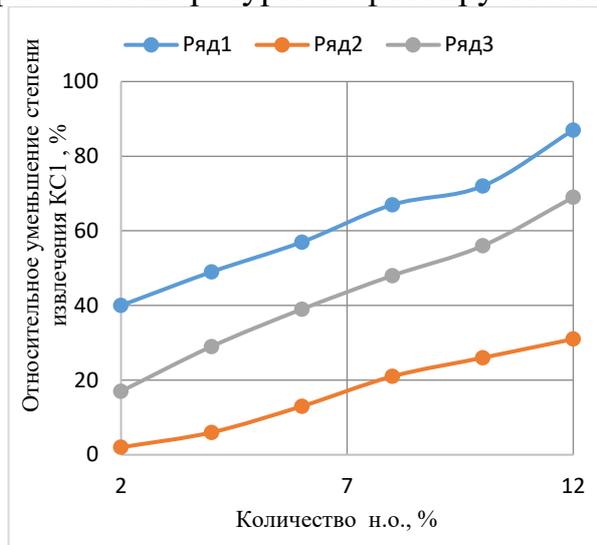


Рис. 2. Влияние количества н.о. в составе модельного раствора Р3 на относительное уменьшение степени извлечения КС1 (20±1°С): 1) глинистые примеси; 2) неглинистые примеси; 3) глинистые примеси: неглинистые примеси в 1:1.

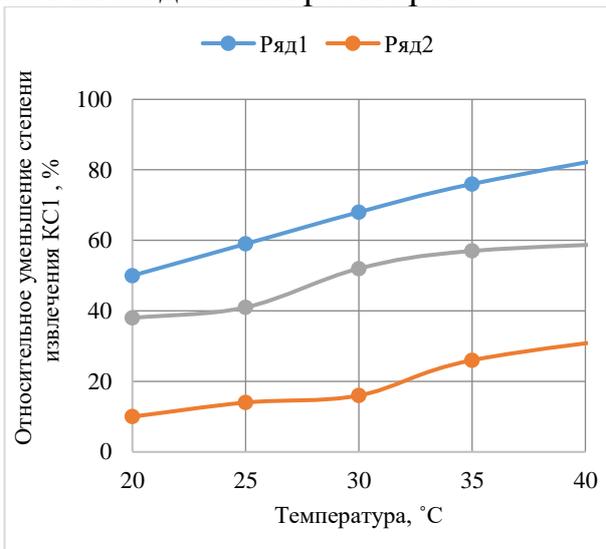


Рис. 3. Влияние расхода собирателя на извлечение н.о. в концентрат (содержание н.о. 5% от массы смеси, температура раствора 22±1 °С): 1) глинистые примеси; 2) неглинистые примеси; 3) глинистые примеси: неглинистые примеси в 1:1.

Повышение температуры от 20 до 40°С сильно повлияет в случае содержания в н.о. глинистых минералов и меньшей степени неглинистых примесей. В этом и ином случае наличие н.о. негативно повлияет на степень обогащения минеральных руд.

В качестве объекта сравнения для ЖП использовался импортный аналог (ИС), который в настоящее время используется для обогащения сильвинитовой руды на АО «Дехканабадский калийный завод».

Таблица 4.

Результаты флотации модельных растворов при 22±1°С с использованием ЖП

Показатель	Модельные растворы						
	Р1		Р2		Р3		
	ИС	ЖП	ИС	ЖП	ИС	ЖП	
Выход, %:	Концентрат	42,3	39,1	31,5	31,2	17,5	19,4
	хвост	57,7	60,9	68,5	68,8	82,5	80,6
Массовая доля КС1, %:	Концентрат	89,2	90,1	89,4	88,9	87,4	87,9
	хвост	21,26	24,25	7,55	8,12	5,70	3,84
Извлечение КС1, %:	Концентрат	75,46	70,46	84,5	83,21	76,56	85,26
	хвост	24,54	29,54	15,5	16,79	23,44	15,74

Из данных табл. 4. видно, что превосходящие эффекты ИС по извлечению хлорида калия получены для растворов, содержащих сравнительно большие количества основного компонента. Если сравнивать эффективности этих

аполярных собирателей по параметрам выхода концентрата и содержанию в ней КСІ, то можно наблюдать при одинаковых расходах импортного и разработанного собирателей, выход концентрата под воздействием первого больше на 3,2%. Однако, под воздействием ЖП количественное содержание КСІ в концентрате больше на 0,9%, что свидетельствует в пользу селективности ЖП и более высоком качестве получаемого продукта. Данный результат является важным с практической точки зрения и указывает на высокие селективные способности аполярного ЖП на основе местного отхода.

Повышение температуры повлияет на поверхностную активность вредных примесей, а также реагентов собирателей. Поэтому целесообразно исследование активности аполярного собирателя при низких и повышенных температурах, результаты которых приводятся на рис. 4.

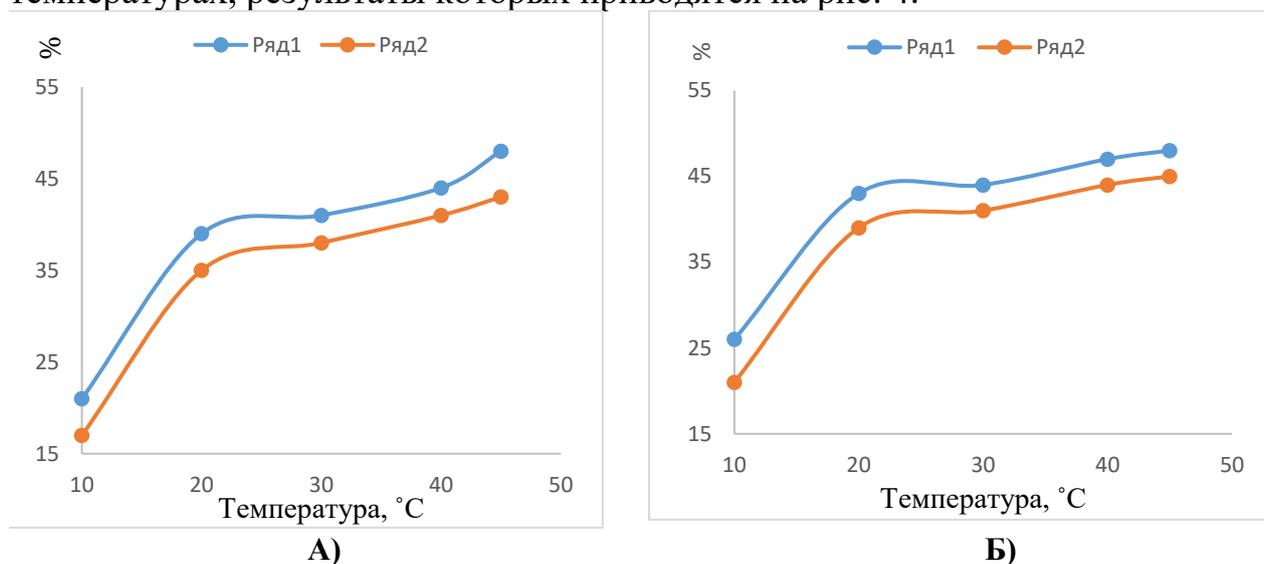


Рис. 4. Выход концентрата при флотации РЗ в зависимости от температуры: а – расход собирателя 10 г/т; б – расход собирателя 15 г/т; 1) ИС; 2) ЖП.

Во всех изученных температурных условиях выход концентрата имеет сравнительно высокие значения при использовании ИС. Увеличение температуры от 10 до 40°C способствует повышению значений данного показателя на 23%, а увеличение расхода ИС на 5 г/т повышает выход концентрата из Р1 на 5% уже при низких температурах процесса флотации. Дальнейшее повышение температуры до 45°C не вызывает заметных изменений. Несмотря на то, что при низких температурах при использовании в качестве аполярного реагента ЖП выход концентрата значительно отстает от таковых значений ИС, при повышении температуры можно наблюдать повышение степени образования концентрата. Однако, совсем иные результаты извлечения можно наблюдать при использовании раствора РЗ. Уменьшение концентрации основного компонента, соответственно приводит к уменьшению выхода концентрата, однако можно наблюдать противоположные эффекты в значениях степени извлечения КСІ.

Согласно сопоставительному анализу результатов флотации подтверждается, что флотационная активность ЖП не уступает собирателям на основе импортного аналога. Как показали промышленные флотационные

опыты, на флотацию сильвинитовой руды, содержащей различные количества основного компонента, один и тот же флотореагент действует по-разному. На бедных по содержанию хлорида калия (Р1) ЖП оказывает более сильное воздействие, чем ИС. Однако увеличение содержания глинистых примесей уменьшают различия в этих показателях.

В технологическом процессе на АО «Дехканабадский калийный завод» в процессе флотационного обогащения хлорида калия из природного сильвинита для обесшламливания предварительно используют механическую или флотационную очистку с помощью ПАВ, затем в качестве собирателя используют алкиламины с аполярными добавками и депрессорами.

При проведении исследований использовался насыщенный солевой маточный раствор АО «Дехканабадский калийный завод». Плотность данного насыщенного раствора составляла 1244 кг/м^3 , а содержание основного компонента 18-35 мас. % (образцы Т1, Т2 и Т3). Однако, помимо необходимых компонентов в исходной руде содержатся глинистые примеси, обладающие развитой удельной поверхностью, количества которых в руде колеблется от 4 до 15 %. Остальная часть массы руды в основном представлена хлористым натрием (NaCl) и др. растворимыми солями, не вызывающих особых осложнений в процессах флотации сильвина (KCl).

Для экспериментов использовались импортные амины ИА1 и ИА2, которые различаются между собой по содержанию фракции $C_{20<24}$. Расход собирателя во всех экспериментах составил 15-40 г/т. В процессе были использованы пробы полностью очищенных от шламов.

Как оказалось, при температуре раствора $30 \pm 1^\circ\text{C}$ влияния зимней (ИА1) и летней (ИА2) марок импортного амина на выход хлорида калия в концентрат сильно различаются, что в основном зависит от состава. Так в составе ИА1 содержатся около 2 % (по массе) фракции $C_{20<24}$, в то время как в составе ИА2 содержание данной фракции составляет более 20%. Следовательно, именно содержание тяжелых фракций предопределяет устойчивость к температурным воздействиям, и степень извлечения KCl в концентрат составляет 71,24 и 90 %, при их расходе 30 г/т. При этом использование марки амина ИА2 обеспечило увеличение выхода концентрата из раствора на основе Т-3 от 28,2 до 32,1%. В случае флотации образцов Т-1 и Т-2 можно достичь более высоких степеней извлечения KCl при расходах ИА2 менее 25 г/т при температурах маточного раствора до 35°C .

Синтезированный амин (СА) на основе ЖК соапстока в зависимости от состава исходного сырья содержит фракции $C_{20<24}$ в пределах 4-9%. Полученные результаты по процессам флотации сильвина с использованием СА несколько выше, чем при использовании разработанных смесей на основе импортных аминов при одинаковых количествах в них необходимой фракции (рис. 5 и 6).

Применение СА обеспечивает высокие показатели флотации сильвиновой руды (Т-1, Т-2 и Т-3) после её предварительного обесшламливания вне зависимости от содержания основного компонента при

температурах раствора не выше 30°C. Однако дальнейшее повышение температуры проявляет негативные воздействия на флотационные возможности синтезированного амина. Как видно из кривых графика, состав именно фракций C₂₀₋₂₄ значительно увеличивает степень извлечения КС1 при высоких температурах жидкости. Было обнаружено, что оптимальное количество этих фракций по содержанию в амине обеспечивает максимальный выход грубого концентрата и скорость извлечения КС1. Если брать оптимальные массовые соотношения синтезированного амина и ИА2 (что составляет 1:1), то фракционный состав соответствует, (%): C_{≤15} = 0,83; C₁₅₋₁₆ = 12,1; C₁₇₋₂₀ = 45,2; C₂₀₋₂₄ = 17,40.

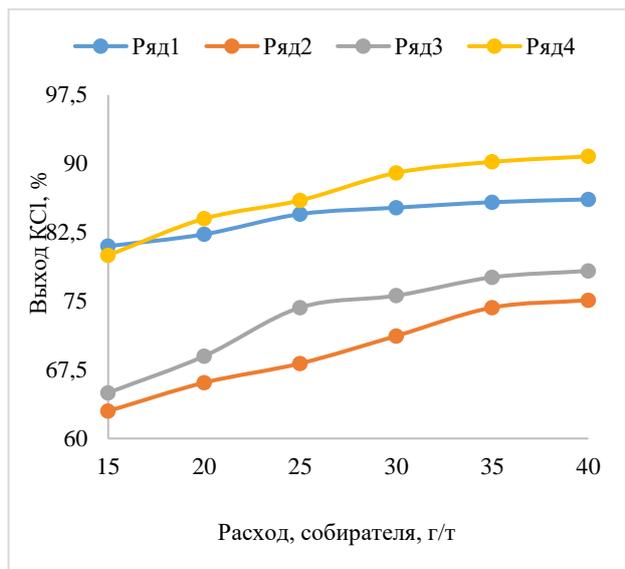


Рис. 5. Влияние расхода собирателя на степень извлечения КС1 в концентрат: 1) ИА1 при 20°C; 2) ИА2 при 20°C; 3) ИА1 и ИА2 при массовом соот. 1:1 при 30°C; 4) ИА2 при 30°C.

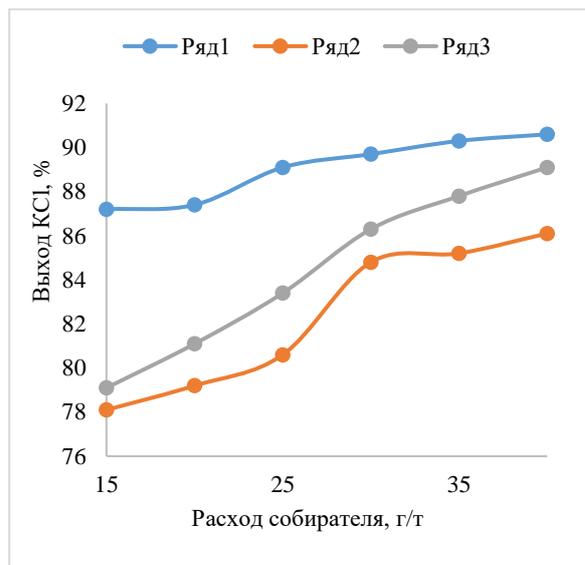


Рис. 6. Влияние расхода собирателя на степень извлечения КС1 в концентрат: 1) СА при 20°C; 2) СА при 30°C; 3) СА и ИА2 при массовом соот. 1:1 при 30°C.

В четвертой главе диссертации «Совершенствование процессов обесшламливания сильвинитовой руды Тюбегатанского месторождения» приводятся данные исследования основных условий проведения процесса для повышения эффективности обесшламливания сильвинитовых руд, количества расходов и данные о составе традиционных и новых реагентов в зависимости от содержания н.о.

Анализ экспериментальных данных, установил, что использование в качестве собирателя шламов одного КФЭАФ (15 г/т) не даёт эффективных положительных результатов. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют об отсутствии селективности данного ПАВ в процессе выделения шламов. Увеличение расхода данного собирателя приводит к увеличению перехода н.о. в пенный продукт только на 12% и не более. Применение собирательной системы ПАА+КФЭАФ (1:1) и увеличение её расхода от 10 до 20 г/т заметно повлияет на процесс обесшламливания и на выход концентрата. Однако, степень извлечения КС1 не превышает 81%, даже

при расходе собирателей в количестве 20 г/т. Однако, можно утверждать противоположная реакция наблюдается при использовании собирательной смеси ПАА+КФЭАФ (1:2): увеличение расхода собирательной системы от 10 до 20 г/т резко увеличивает выход шламового продукта и тем самым способствует повышению извлечения КС1 в концентрат. В данном случае можно получить незначительное изменение качества концентрата. Повышение расхода собирателей более 20 г/т, вовсе позволяет получить особо чистое питание. Если учесть расход собирателя наиболее эффективной является смесь ПАА+КАИС (1:2), высокая чистота концентрата достигается уже при расходе 15 г/т, что примерно в 2 раза меньше, чем при использовании ПАА+КАЭС (1:2). При этом выход концентрата составляет больше 60 %, а степень извлечения целевого компонента больше 85%. При уменьшении количества КАИС в составе композиции ПАА+КАИС до 20 % несколько увеличивается качество концентрата, но снижается выход продукта и извлечение КС1 в концентрат.

Были исследованы основные характеристики пенных продуктов в системе композиции ПАА и СШ. Полученные данные свидетельствуют о том, что пена, образованная собирателем КАИС, отличается высокой степенью минерализации пены, за счёт чего основная часть н.о. переходит в пенный продукт. Интенсивность разрушения пены при флотации шламов смесью ПАА+КАИС (1:2) в количестве 20 г/т выше, по сравнению с остальными композициями на основе ПАА и других СШ при тех же концентрациях компонентов. Это свидетельствует о большей устойчивости пены, образованной смесью ПАА+КАИС. Основные характеристики пен композиции ПАА и синтезированных ПАВ приведены в табл. 5.

Сравнивая характеристики пен, полученных наиболее оптимальными расходами смесей, можно заметить, что объем и минерализация пен смеси ПАА+КАИС с концентрацией $1,5 \cdot 10^{-3}\%$ ниже по сравнению с ПАА+КФЭАФ и ПАА+КФСМ при концентрациях композиций собирателей $2 \cdot 10^{-3}\%$, однако, что не влияет на качество концентрата, а только вызывает увеличение его выхода.

Коэффициент пены (К) свидетельствует о том, что при флотации смесью ПАА+КАИС в количестве 15 г/т для извлечения 1 г сухого продукта необходимо в 1,37 раза меньше пены, по сравнению с композицией ПАА+КФЭАФ и 2,1 раза по ПАА+КАЭС в количестве 20 г/т.

Для флотации сильвина применялись синтезированный амин, ЖП и их смеси. В экспериментах исследовались влияния способов подачи реагентов и их количества на степени обесшламливания и выхода концентрата. Образцы флокулянта и синтезированных ПАВ подавались в исходное сырье в виде совместного раствора, получаемого путем предварительного смешения растворов полиакриламидного флокулянта и синтезированных ПАВ. Совместные растворы флокулянта и собирателя шламов получались путем совместного растворения в воде полиакриламида и синтезированных ПАВ или же растворением полиакриламида в предварительно приготовленном их растворе.

Таблица 5.

Основные характеристики пен растворов композиции в 10 % водной суспензии с глинисто-карбонатными компонентами

Композиция	Расход композиции	Средний объем пены до её разрушения	К пены до её разрушения	Интенсивность разрушения пены	М пены, %
ПАА+КФЭАФ	20 г/т	1523	10,20	0,49	26,12
ПАА+КФЭАФ	15 г/т	880	18,71	0,17	13,20
ПАА+КФСМ	20 г/т	1135	8,40	0,55	26,60
ПАА+КФСМ	15 г/т	814	15,31	0,21	14,31
ПАА+КАЭС	20 г/т	1056	15,42	0,46	19,40
ПАА+КАЭС	15 г/т	759	21,22	0,16	12,45
ПАА+КАИС	15 г/т	950	7,46	0,61	24,25

На исследованных пробах руды (Т-1 и Т-3) были определены оптимальные расходы флокулянта в зависимости от содержания в руде общих водонерастворимых примесей. Вышеприведённые расходы реагентов считаются оптимальными с точки зрения флотационных процессов, т.к. при данных величинах наблюдаются самые высокие показатели флотации природных образцов сильвинитовых руд.

Исследование динамики изменения размера частиц в суспензии под воздействием флокулянта показало, что при увеличении расхода реагента средний конечный размер флокул повышается, причем сильнее в случаях использования растворов ПАА и СШ. Перемешивание сфлокулированной суспензии при небольших расходах реагента способствует полному переходу флокул в пенный продукт. Поэтому в исследованиях в зависимости от количеств вредных примесей расход флокулянта колеблется в пределах 10-15 г/т руды.

Использование для обесшламливания образцов Т-3 только раствора флокулянта – ПАА приводит к увеличению общего выхода шламов до 5,74 % против 2,24 % при применении механического обесшламливания. Однако, использование данного флокулянта не обеспечивает полную очистку от вредных примесей, что повлияет на выход основного компонента в черновой концентрат.

Совместное использование ПАА и ПАВ, а также способ их внедрения во флотационную систему заметно влияет, т.е. увеличивает выходы шламового продукта и КС1 в концентрат.

Данное улучшение флотационных процессов можно объяснить формированием структуры, оптимальной для фазового разделения в результате использования бинарной композиции ПАА и различных катионного и анионного ПАВ, а адсорбция противоположно заряженных частиц полимеров и ПАВ способствует образованию полиэлектролитных комплексов за счет диполь-дипольных и межмолекулярных взаимодействий. Последовательная обработка поверхности с ПАВ и ПАА приводит к формированию многослойной «оболочки» на поверхности частиц. Рассмотренный способ внедрения смеси флокулянта и СШ позволяет целенаправленно воздействовать на свойства многокомпонентной системы.

В случае проведения флотации шламов с флокулянт ПАА и собирателем шламов повышается извлечение нерастворимых примесей в пенный продукт флотации шламов, снижается содержание н.о. в питании флотации сильвина и, соответственно, улучшаются показатели сильвинитовой флотации (уменьшается содержание КС1 в хвостах флотации, увеличивается извлечение КС1 в концентрат сильвиновой флотации). Например, раздельная подача растворов ПАА и КФЭАФ в систему из образца Т-3 увеличивает выходы шламового продукта до 6,19% от общего количества продуктов флотации, а н.о. до 24,3%. В результате раздельной подачи растворов ПАА и КФЭАФ; КФСМ; КАЭС и КАИС выходы полезного КС1 составляют 86,25; 86,48; 86,12 и 86,95 %. Данные результаты показывают, что триизоамилбутаном (КАИС) по своим собирательным свойствам в процессе обогащения сильвинитовой руды аналогичен с тримоноспиртбутаном (КФСМ), но в отдельных случаях даже превосходит как традиционного Т-92, так и КАЭС и КФСМ. Следовательно, основными действующими компонентами при получении вспенивателя КФСМ являются кротоновый альдегид и изоамиловый спирт. Другие ингредиенты, содержащийся в кротоновой фракции и сивушных маслах, существенной роли не играют и не оказывают отрицательного влияния на свойства основного продукта, служащего эффективным вспенивателем при флотационном обогащении шламов сильвинитовых руд.

Применение водных растворов полиакриламида и собирателя шламов, полученных путем растворения ПАА в заранее приготовленном водном растворе СШ (с концентрацией ПАВ в соответствующих ККМ), позволяет уменьшить расход полиакриламида и синтезированных ПАВ при достижении аналогичных или даже превосходящих результатов флотации шламов и сильвиновой флотации с использованием раствора, приготовленного путем совместного растворения в воде ПАА и СШ. Вместе с тем улучшается селективность флотации шламов, т.е. снижаются содержание КС1 в шламовом продукте и потери хлористого калия со шламовым продуктом и хвостом.

Как оказалось, растворение ПАА в растворах ПАВ изменяет конформационное состояние макромолекул, что, вероятно, и способствует изменению стабилизирующего эффекта флокулянта. Также на стабилизирующее действие флокулянта влияет повышение ионной силы раствора под воздействием ПАВ.

Совместное обесшламливание, включающее механическое и флотационное обогащение образца Т-1, с высокими содержаниями вредных примесей (до 7% глинистых материалов и до 8% карбонатов) с применением раствора ПАА приводит к образованию шламового продукта в количестве 8,64% от общей массы образца. Извлечение шламов осуществляется только на 23,67%, за счёт чего основное количество вредных примесей передаётся в питание флотации (12,53%). Конечно же, высокие содержания примесей отразятся на степенях выхода и чистоты концентрата. Извлечение КС1 в концентрат составляет 55,13, а в хвосты 40,45%.

Применение растворов СШ – КФЭАФ; КФСМ; КАЭС и КАИС способствует удалению вредных примесей на: 16,74; 16,28; 15,82 и 16,91 %, соответственно. При этом в питании содержатся более 13% н.о., что негативно повлияет на чистоту концентратов, полученных с применением в производственном цикле синтезированных ПАВ без флокулирующих добавок.

С подачей растворов ПАА и КФЭАФ в раздельном виде в систему, можно наблюдать заметное увеличение выхода шламовых продуктов из данного образца до 13,21%, а степени выхода н.о. до 58,39%. Как оказалось, и в этом случае более высокими пенообразующими свойствами обладают СШ КАИС, применение которого повышает извлечение н.о. в шламовый продукт до 64,61%. За счет этого выход целевого продукта в концентрат составлял 81,22% против 60,23 и 74,48% при использовании КАЭС и КФСМ, соответственно.

Подача растворов ПАА и СШ, приготовленных растворением ПАА в растворе соответствующего СШ, намного улучшают флотационные показатели образца Т-3. Заметно увеличивается выход шламового продукта с высокими содержаниями в них н.о., в результате чего достигают минимальные значения количеств н.о. в питании флотации. При применении композиции с КФЭАФ; КФСМ; КАЭС и КАИС для обесшламливания образца Т-1 выход целевого продукта в концентрат составляют 89,22; 90,94; 88,79 и 91,01%, соответственно.

Как было отмечено применение для флотации композиции данных собирателей приводит к заметному увеличению извлечения КС1 в концентрат и её чистоту. Данные в таблицах также доказывают точность ранних экспериментальных исследований и надо отметить зависимость результатов флотации от содержания вредных примесей в питании основной флотации, т.е. от процессов обесшламливания природных сильвинитовых руд.

Наиболее эффективной с учетом расхода является собирательная смесь состава ПАА+КАИС (от 1:1 до 1:2). Необходимое качество исходного сырья для флотации достигается при их расходе около 15-20 г/т, что до 1,5-2 раз меньше, чем расход других композиций. Лабораторные испытания подтвердили перспективность использования смеси ПАА и синтезированных ПАВ в качестве собирателей шламов сильвинитовых руд без нарушения, существующего на промышленной базе АО «Дехканабадский калийный завод» технологического режима производства сильвина с одновременным увеличением селективности разделения исходной руды на шламовый продукт и черновой концентрат.

В пятой главе диссертации **«Разработка технологии производства флотореагентов для флотации сильвина»** приводятся разработанные технологические схемы производства алифатического амина и жидкого парафина. Подробно описаны характеристики технологии производства данных флотореагентов.

Схема созданной экспериментальной установки для получения алифатических аминов приводится на рис. 7.

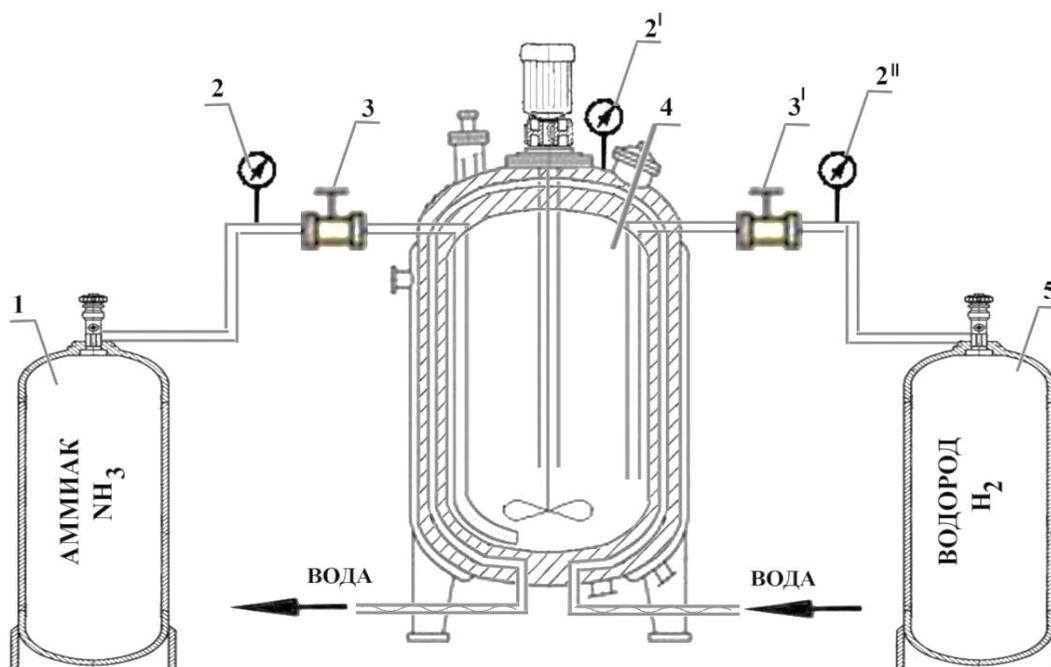


Рис. 7. Схема экспериментальной установки для получения алифатических аминов:
 1) баллон для аммиака, 2, 2^I, 2^{II}) манометры, 3, 3^I) клапаны, 4) реактор, 5) водородный баллон.

Рассчитаны материальный и тепловой балансы идеального реактора производства жидкого парафина (рис. 8). Технология получения жидкого парафина перегонкой отработанного гексана производства СП ООО «Uz-KorGasChemical» от легколетучей части с последующей перегонкой основного продукта (фракции C₁₁₋₁₈) и фильтрацией на перегоночных аппаратах атмосферного давления включает следующие технологические процессы:

1. Загрузка сырья.
2. Азеотропная перегонка головной фракции.
3. Перегонка основного продукта – жидкого парафина фракции C₁₁₋₁₈.
4. Фильтрация кубового остатка.

Технико-экономические расчеты выполнены в соответствии с указаниями ГАК «Узкимёсаноат» о составе, порядке согласования и утверждения исходных данных для разработки проектной документации ПТЭО, ПТЭР, ТЭО, ТЭР, рабочий проект по строительству на предприятиях ГАК «УЗКИМЁСАНОАТ» ИД-06-24-001-10.

Произведено предварительное технико-экономическое обоснование производства жидкого парафина. Затраты на сырьё и материалы для производства жидкого парафина представлены в таблице 6.

Принимая стоимость затрат, не связанных с сырьем и материалами 50% от стоимости последних, производственная себестоимость 1 м³ жидкого парафина обойдется.

$$2687750 + 0,5 \times 2687750 = 4031625 \text{ сум.}$$

При выпусках 20 т жидкого парафина будет сэкономлено валютных средств:

$$4031625: 9515 \times 20 = 8474,25 \text{ дол. США,}$$

где, 9515 – курс доллара по отношению к национальной валюте на 18 декабря 2019 года.

При стоимости 1 м³ жидкого парафина на внутреннем рынке не менее 18,5 млн. сум дополнительная прибыль от реализации на внутреннем рынке составит:

$$(18500000 - 4031625) \times 20 = 289367500 \text{ сум.}$$

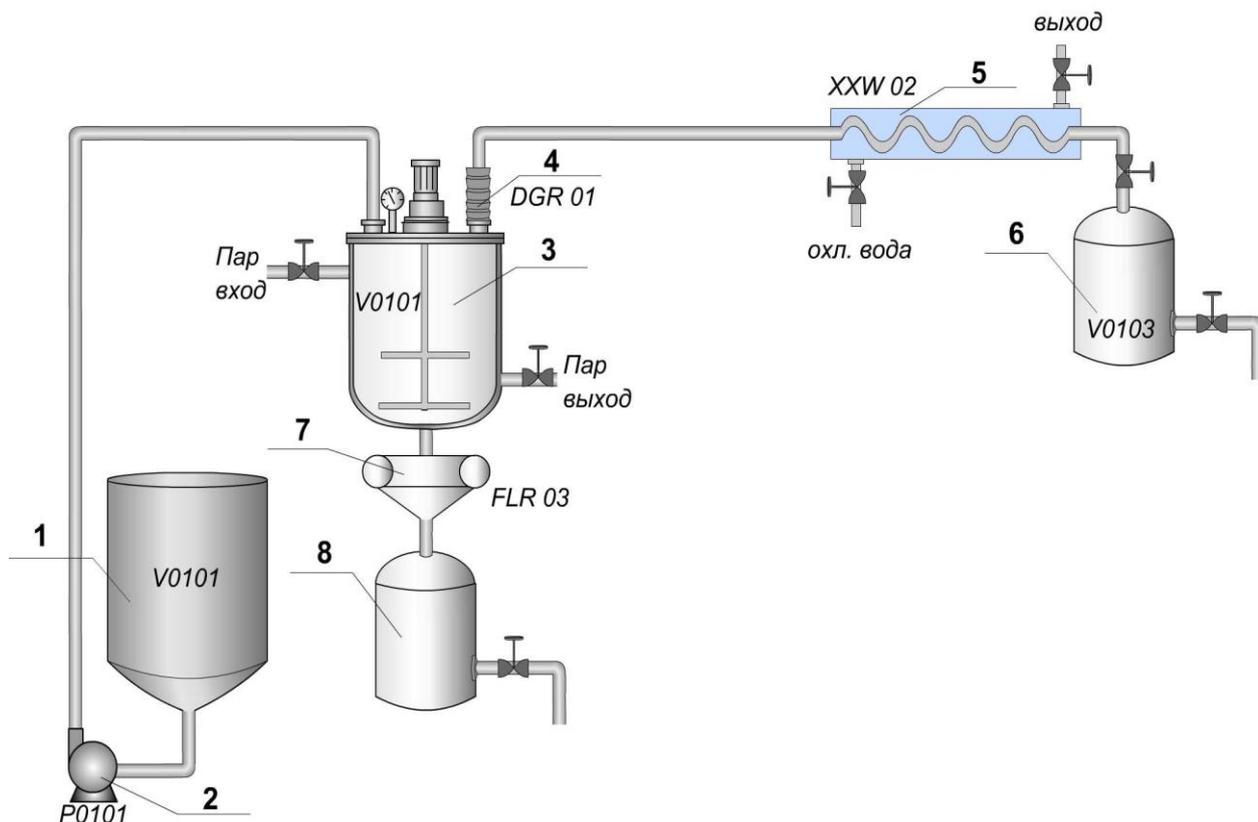


Рис. 8. Технологическая схема установки производства жидкого парафина:

- 1) бак для исходного сырья; 2) Насос для перекачки исходного сырья; 3) Реактор (с паровой рубашкой) приготовления жидкого парафина; 4) Дефлегматор; 5) Холодильник; 6) Бак для азеотропного углеводорода; 7) Фильтр для кубовых остатков и механических примесей; 8) Емкость для готовой продукции (жидкого парафина).

Таблица 6.

Затраты на сырьё и материалы

№	Наименование показателей	Ед.изм.	Цена за единицу сум	Расходный коэффициент на 1 м ³ прод.	Стоимость, Сум 1 м ³
1.	Отработанный гексан	м ³	1000000	2,3	2300000
Всего сырьё:					2300000
	Вода техническая	м ³	550	15	8250
	Электроэнергия	кВт	450	10	4500
	Пар	Гкал	150000	2,5	375000

Всего энергоресурсы:	387750
ИТОГО	2687750

Экономический эффект при выпуске и реализации 20 т жидкого парафина составил 289367500 сум в год, т.е. сэкономлено 30411,7 долларов валютных средств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведёнными исследованиями установлена изменчивость минерального состава сильвинитовой руды Тубегатанского месторождения и их водонерастворимых примесей. Содержание основного сильвина меняется в пределах 13,0-38 %, водонерастворимых примесей от 6 до 19 % и содержание в них глинистых минералов составляет 35-60 %, что вызывает изменения технологических показателей процессов флотации сильвина.

2. Создание и применение новых ПАВ (амины) на основе жирных кислот, жидкого парафина на основе отхода из углеводородного растворителя, а также новых реагентов для обесшламливания сильвинитовых руд на основе индивидуальных веществ и вторичного сырья, позволило научно обосновать возможности создания импортозамещающих флотореагентов.

3. Определены оптимальные условия проведения процесса выделения жирных кислот из соапстока и синтеза на их основе смеси алифатических аминов: жирные кислоты превращаются в амиды при 150-160°C в течение 4 часов под воздействием аммиака, а амид превращался в нитрилы в присутствии катализатора Al_2O_3 при температуре 270-295°C. Доказана возможность синтеза смесей аминов с выходом 98% в результате гидрирования нитрилов в течение 2-2,5 часов в присутствии никелевого катализатора при температуре 150-160°C и давлениях аммиака и водорода, соответственно 17 и 40 атм.

4. Исследование коллоидно-химических характеристик растворов синтезированного амина установило, что ККМ растворов наблюдается в областях концентрации 125-145 мг/л, при 25-30°C. Исследование влияния температуры установило, что температура $\approx 27^\circ C$ соответствует минимальному значению ККМ.

5. Изучено влияние основных физико-химических параметров и структурных особенностей углеводородного радикала флотореагентов на их флотационную активность и селективность при флотации сильвина. Установлено, что флотируемость сильвина повышается при совместном использовании амина и жидкого парафина, что также связано с большим содержанием фракции C_{20-24} в составе амина и циклических соединений в составе жидкого парафина.

6. В результате проведения исследований по повышению действий флотореагентов при обесшламливании и флотации сильвина разработаны реагентные режимы с использованием новых собирателей шламов: КАЭС; КФЭАФ; КФСМ и КАИС; смесей амина и жидкого парафина при их расходе, соответственно, 15-20 и 20-30 г/т. При этом достигается более 90% выделения

сильвина в концентрат.

7. На основе полученных научных и экспериментальных данных разработана новая технология производства алифатического амина на основе жирных кислот для создания флотореагентов для основной флотации сильвина из руд.

8. Разработана технология получения жидкого парафина из вторичного сырья и получен стандарт организации для получения жидкого парафина, утвержденное агентством Узстандарт. Разработанные технологий внедрены на практику АО «Дехканабадский калийный завод» и экономический эффект при выпуске 20 т жидкого парафина составил 289 367500 сум в год, т.е. сэкономлено 30411,7 долларов валютных средств.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREES
DSc.02.30.12.2019.K/T.35.01AT INSTITUTE OF GENERAL AND
INORGANIC CHEMISTRY**

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY
TASHKENT CHEMICAL TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

BUHOROV SHUKHRAT BURIEVICH

**SYNTHESIS AND RESEARCH OF A GATHERER BASED ON LOCAL
RAW MATERIALS FOR FLOTATION PROCESSING OF MINERAL
ORES**

**02.00.11 – Colloid and membrane chemistry
02.00.14 – Technology of organic substances and materials based on them**

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR (DSc)
OF SCIENCE TECHNICS**

Doctoral thesis theme has been registered under number B2022.1.DSc/T472. at the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

Doctoral dissertation has been carried out at the Institut of General and Inorganic Chemistry of AScRuz and Tashkent Chemical-Technological Institute of the Ministry of Higher and Secondary Special Education of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) is placed on web-page to address www.ik-kimyo.nuuz.uz and Information-educational portal of «ZiyoNet» to the address www.ziynet.uz.

Scientific consultants:

Eshmetov Izzat Dusimbatovich
doctor of technical sciences, professor

Kadirov Hasan Irgashevich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Xamidov Bosit Nabievich
doctor of technical sciences, professor

Ismoilov Ravshan Isroilovich
doctor of chemical sciences, professor

Karimov Masud
doctor of technical sciences

Leading organization:

Fergana politechnical institute

The defense will take place «28» April 2022 at 14⁰⁰ o'clock at the meeting of on-time scientific Council No.DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 at General and Inorganic Chemistry Institute (Address: 100170, Tashkent city, MirzoUlug'bek district, MirzoUlug'bek street, 77-a. Tel: (+99 871) 262-56-60, fax: (+99 871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under № 8). Address: 100170, Tashkent city, MirzoUlug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on « 15 » April 2022 y.
(mailing report №8 from « 14 » April 2022 y.)



B.S. Zakirov

Chairman of the once-only scientific Council
awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

D.S. Salikhanova

Scientific secretary of once-only scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

B.Z. Adizov

Chairman of scientific once-only seminar under
scientific council on award of scientific degree
doctor of technical sciences

INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

The aim of the research work: is to develop and use new highly efficient collectors and foam concentrates based on local raw materials for the flotation enrichment of sylvinitic ores.

The objects of the research work: collectors based on waste oil and fat production - soap stock and liquid paraffin based on secondary raw materials of the gas chemical complex JV "Uz-KorGasChemical" LLC, sylvinitic ores of the Tyubegatan deposit.

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

a mixture of aliphatic amines based on fatty acids was synthesized and it was found that the minimum values of the critical micelle concentration (CMC=145 mg/l) are observed at a temperature of 25-30°C;

it was found that the process of distillation of treated hexane from the volatile and main (fraction C₁₁₋₁₈) parts must be carried out at a temperature of 150-280°C, atmospheric pressure and a periodic method;

the effect on the degree of KCl extraction of the fractional composition of the hydrocarbon radical of the aliphatic amine at elevated temperatures of the solution, which corresponds (wt.%) to the composition: C₁₄ – 0,83; C₁₆ – 12,1; C₁₈ – 45,2; C_{20<24} – 17,40%;

an increase in the average yield of KCl in a coarse concentrate to 89,8% versus 86,8% when using the existing floating mixture proves the synergistic effect of using mixtures of synthesized amine and liquid paraffin at a flow rate of 40 and 15 g/t, respectively;

it was found that the optimal consumption of flocculant for preliminary flotation should correspond to the content of insoluble sediment in the ore and the combined use of PAA and nonionic surfactants should be at least 15-30 g/t;

technologies for the production of aliphatic amine and liquid paraffin have been developed.

Implementation of the research results. Based on the scientific results of the investigation on the creation of flotation reagents for the beneficiation of sylvinitic ore:

a method for obtaining an apolar reagent - liquid paraffin for flotation of sylvinitic ores, has been put into practice by Dekhkanabad Potash Plant JSC (Reference of Dekhkanabad Potash Plant JSC No. 01-029/3956 dated 07.12.2021). As a result, the possibility of a complete replacement of the imported analogue of this apolar collector is presented;

a flotation reagent based on distillary fatty acids is included in the list of promising developments for implementation in practice by Dekhkanabad Potash Plant JSC (Reference of Dekhkanabad Potash Plant JSC No. 01-029/3956 dated 07.12.2021). As a result, the flotation activity of the synthesized amine was 97,5% similar to that of imported amine, which made it possible to replace it in the flotation of sylvinitic ore;

technical specifications for the production of liquid paraffins are approved by the Uzstandard Agency (TU 21983917-003:2020). This technical condition allowed to control the quality of the product and the technological process.

The structure and volume of the dissertation. The structure of the thesis consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a bibliography and an appendix. The volume of the thesis is 177 pages.

ЭЪЛОНҚИЛИНГ АНИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Тўраев Б.Т., Нуруллаев Ш.П., Сидиков А.С., Бухоров Ш.Б. Қизикарли физикавий кимё илмий-оммабоб қўлланма // “IQTISOD-MOLIYA” нашриёти. 2016. Тошкент. – С. 253.

2. Бухоров Ш.Б., Эшметов И.Д., Салиханова Д.С. Получение триизоамилбутана из промышленных отходов // UNIVERSUM: Химия и биология. Научн. журн. 2017. Москва., № 11(41). - С. 20-22. (02.00.00., №2)

3. Бухоров Ш.Б., Эшметов И.Д., Салиханова Д.С., Синтез вспенивателя для обогащения медно-молибденовых руд // UNIVERSUM: Химия и биология. Научн. журн. 2017. Москва, № 12(42). - С. 25-27. (02.00.00., №2)

4. Эшметов И.Д., Бухоров Ш.Б., Эшметов Р.Ж., Агзамходжаев А.А. Обезваживание нефтяного шлама Фарганского НПЗ методами нермического испарения с использованием дезмульгаторов // Журнал Химическая промышленность. Россия. 2016. т93. №5. С.254-258. (02.00.00., №21)

5. Адилова М., Бухоров Ш.Б., Байраева., Эркаева., Мавлонов М. Интенсификация технологии флотационного обогащения сильвинитов Тюбегатанского месторождения // UNIVERSUM: Технические науки. Научн. журн. 2019. Москва. № 10(67). - С. 27-31. (02.00.00., № 1).

6. Ваққасов С.С., Бухоров Ш.Б., Қодиров Х.И., Қодиров О.Ш., Холмуродов Ш.М. Калий хлоридни флотацион бойитиш учун суюқ парафенлар таркиби // “Кимё ва кимёвий технология” журналы 2020. Тошкент. №1-сон. – С. 20-22. (02.00.00., №3)

7. Бухоров Ш.Б., Қодиров Х.И., Абдикамалова А.Б., Эшметов И.Д. Значения флотационного процесса, исследование флотационных реагентов и механизмов их действия на поверхности раздела фаз // UNIVERSUM: Химия и биология. Научн. журн. 2020. Москва., № 9 (75). - С. 24-30. (02.00.00., №2)

8. Бухоров Ш.Б., Ваққасов С.С., Эшметов И.Д., Қодиров Х.И. A new source of liquid paraffins for flotation enrichment of potassium chloride from natural silvinit // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. INDIA., Issue 11 , November 2020. - P.15768-15774. (05.00.00., № 8).

9. Vuxarov Sh.B., Eshmetov I. D., Abdikamalova A.B., Reymov A.M. Change in colloidal-chemical parameters of surfactant solutions depending on temperature and pH of the medium // Science and Education in Karakalpakstan. 2020. Nukus. №3. - P.70-72. (02.00.00. №16).

10. Бухоров Ш.Б. Исследование коллоидно-химических характеристик флоторегантов для обесшламливания сильвинитовых руд. Научный вестник Самаркандского государственного университета. Самарканд. №1 (125). - С.25-32. 2021й., (02.00.00., №9)

11. Buxarov Sh.B., Eshmetov I. D., Abdikamalova A.B. Study of the effect of synthesized surfactants as collectors of sylvinite ore sludge // Scientific and technical journal of namangan institute of engineering and technology. 2020. Namangan. №3. P. 83-91. (05.00.00., №33)

12. Бухаров Ш.Б., Джумаева Г., Пайгамова М., Абдикамалова А.Б., Эшметов И.Д. Анализ предполагаемых механизмов адсорбции флотореагентов на поверхности сальвинитовых минералов // Qo‘qon Davlat pedagogika instituti IImiy xabarlar №4. 19-23 b. (ОАК Rayosatining 2021- yil 31-martdagi qarori bilan ОАК ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kimyo, biologiya, filologiya, tarix fan tarmoqlari bo‘yicha milliy nashrlar sifatida kiritilgan).

II бўлим (II часть; part II)

13. Бухаров Ш.Б., Холмуродов Ш.А., Абдикамалова А.Б., Эшметов И.Д., Қодиров Х.И. Colloidal-chemical characteristics of flotation regulators for desliming sylvinite ores // Palarch’s Journal Of Archaeology Of Egypt/Egyptology 17(6), ISSN 1567-214x PJAEE, 17 (6) (2020), - P.14237-14246. P. 14266-14279. Scopus (3, 0,114).

14. Бухаров Ш.Б., Эшметов И.Д., Қурбонов З.Ч., Қодиров Х.И., Ваққасов С.С. Study Of Surfactant Properties And Flotation Activity Of Aliphatic Amine Synthesized From Industrial Waste // Solid State Technology. Volume: 63 Issue: 6 Publication Year: 2020. - P. 12170-12179.

15. Хамраев С.С., Бухаров Ш.Б. Вспенивателей для флотационного обогащения медно-молибденовых руд // TINBO”ахборотномаси 2013. - Тошкент. – С. 120-12.

16. Ваққасов С.С., Бухаров Ш.Б., Қодиров Х.И., Холмуродов Ш.М. Получение апротонного реагенты для флотационного обогащения сельвина // UzAKADEMIA илмий услубий журнал 2021. № 19-сон, - С. 21-30.

17. Хамраев С.С., Бухаров Ш.Б. Улучшение эффективности флотационных реагентов при совместном их применение // VI Межд. Конф. Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития. 2013. - Навои. - С. 112-114.

18. Бухаров Ш.Б., Абдурахимов У., Алламбергенов М. Айрим чиқиндилар асосида кўпиртирувчилар олиш ва уларнинг коллоид кимёвий хоссаларини ўрганиш // Умидли кимёгарлар ёш олимлар XXIV – илмий-техникавий анжумани. 2015. – Тошкент. – С. 232-233.

19. Эшметов Р.Д., Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А., Бухаров Ш.Б. Обезваживание нефтяного шлама Ферганского НПЗ Узбекистана методам деэмульгирования // XIX всероссийская конференция молодых учёных-химиков. 2016. Нижний Новгород. 17-19 мая. - С. 351-352.

20. Эшметов Р.Д., Агзамходжаев А.А., Бухаров Ш.Б. Studies dehydration of sludge of Bukhara and Kukdumalak NPZ for obtaining water and sludge fuel oil suspension (WSFOS) // XII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE «International Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education» USA, Boston, 2016. - Pp. 21-22.

21. Бухоров Ш.Б. Пенообразователей для флотационного обогащения медно-молибденовых руд // Умидли кимёгарлар ёш олимлар XXVI – илмий-техникавий анжумани. 2017. Тошкент. – С. 156-157.

22. Эшметов И.Д., Салиханова Д.С., Гуро В.П., Кулдашева Ш.А., Бухоров Ш.Б. Определение оптимальных условий импортозамещающего ингибитора солеотложения ИОНХ-1 // Академик А.Ф.Фаниевнинг 85 йиллигига бағишланган V Республика илмий-амалий анжумани. 2017. Термиз., 26-28 апрел.-С. 299-300.

23. Бухоров Ш.Б., Юсуфжонова М. Маҳаллий ишлаб чиқариш чиқиндилари асосида кўпиртирувчи реагентлар синтези // Умидли кимёгарлар ёш олимлар XXVIII – илмий-техникавий анжумани. 2019. Тошкент., - С.107-108.

24. Бухоров Ш.Б., Остонов Д. Синтез и исследование свойств пенообразователя тримоноспиртбутана на основе отходов местного производства // Умидли кимёгарлар ёш олимлар XXVIII – илмий-техникавий анжумани. 2017. Тошкент., - С.105-106.

25. Бухоров Ш.Б., Эшметов И.Д. Пенообразователи для флотационного обогащения медно-молибденовых руд // Қорақалпоғистон Республикасида кимё, кимёвий технология, нефт-газ ва енгил саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари мавзусидаги Республика илмий-амалий конференцияси 2019. Нукус., 24 май. – С. 95-96.

26. Бухоров Ш.Б., Эшметов И.Д., Адизов Б.З. Flotation activity of aliphatic amine synthesized based on industrial waste // LXVII international correspondencescientifik and praktikal conference “european research: innovation in science, education and technology 2020. Moskov.. 7-8 October., №1 (37). - P.4-10.

27. Бухоров Ш.Б., Эшметов И.Д., Адизов Б.З. Study of the surfactant properties of aliphatic amine synthesized on the basis of fat ind oil production wastes // XX International correspondence scientific specializid conference “international scientific reviev of the problems of natural sciences and medicine” 2020. Boston. USA. October 5-6. - P. 4-13.

28. Бухоров Ш.Б., Қурбонов З.Ч. Изучение поверхностно-активных свойств алифатического амина полученного на основе промышленных отходов // Инновацион техника ва технологияларнинг атроф муҳит муҳофазаси соҳасидаги муаммо ва истикболлари мавзусидаги халқаро илмий-техник анжумани. 2020. Тошкент. 17-19 сентябр, - С. 267-269.

29. Абдурахмонов Т.М., Бухоров Ш.Б., Вакқосов С.С. Флотационные свойства жидких парафинов полученных из вторичного продукта УЗКОРГАЗ // Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари мавзусидаги Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжумани. 2020. Бухоро 4-5 декабрь, - С. 77-79.

30. Абдурахмонов Т.М., Вакқосов С.С., Бухоров Ш.Б. Изучение флотационной активности жидких парафинов, синтезированного на основе промышленных отходов // ЗАМОНАВИЙ КИМЁНИНГ ДОЛЗАРБ МУАММОЛАРИ” мавзусидаги Республика миқёсидаги хорижий олимлар

иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжумани. 2020. Бухоро 4-5 декабрь, - С. 75-77.

31. Жумаева Г. Ю., Холмуродов Ш.А., БухоровШ.Б. Жидкий парафин из вторичного сырья для флотационногообогачения природного сильвинита//«Kimyo va kimyoviy texnologiyayo'nalishidagi dolzarb muammolar»TOSHKENT 2021. С. 225-226

32. Усмонов А.Н., Холмуродов Ш.А., БухоровШ.Б.Калий хлоридини ажратиш инградиенти - бирламчи алифатикаминларсинтези//«Kimyo va kimyoviy texnologiyayo'nalishidagi dolzarb muammolar»TOSHKENT 2021. С. 103-104.

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

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3,5. Адади 100 дона. Буюртма № 1/22.

Гувоҳнома № 851684.
«Тирографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.