

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР КОРХОНАСИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР КОРХОНАСИ

ШОДИЕВ АББОС НЕЪМАТ ЎҒЛИ

МОЛИБДЕН САНОАТИ ТАШЛАНДИҚ ЭРИТМАЛАРИДАН МОЛИБДЕН,
РАНГЛИ ВА НОДИР МЕТАЛЛАРНИ АЖРАТИБ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ИЛМИЙ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ ВА ЯРАТИШ

05.02.01. - Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва босим
остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси (материалшунослик ва
металлургия йўалишлари)

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2020

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Шодиев Аббос Неъмат ўғли

Молибден саноати ташландиқ эритмаларидан молибден, рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологиясини тадқиқ қилиш ва яратиш3

Шодиев Аббос Неъмат угли

Исследование и разработка технологии извлечения молибдена, цветных и благородных металлов из сбросных растворов молибденового производства23

Shodiev Abbos Nemat son

Research and development of technology for the extraction of molybdenum, non-ferrous and precious metals from waste solutions of molybdenum production ... 42

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....45

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР КОРХОНАСИ

ШОДИЕВ АББОС НЕМАТ ЎҒЛИ

МОЛИБДЕН САНОАТИ ТАШЛАНДИҚ ЭРИТМАЛАРИДАН МОЛИБДЕН,
РАНГЛИ ВА НОДИР МЕТАЛЛАРНИ АЖРАТИБ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ИЛМИЙ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ ВА ЯРАТИШ

05.02.01. - Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва босим
остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси (материалшунослик ва
металлургия йўалишлари)

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2020

Филсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузурдаги Олий аттестация комиссиясида В2019.2.PhD/T1132 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертация Навоий давлат кончилиқ институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (реломе) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.gupft.uz) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: Ҳасанов Абдурашид Салиевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: Якубов Махмуджон Махамаджонович
техника фанлари доктори, профессор

Худоёров Сулейман Рашидович
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот: Минерал ресурслар институти

Диссертация ҳимояси Ислоҳ Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУК ҳузурдаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил 8 сентябрь соат 11⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: www.gupft.uz «Фан ва тараққиёт» ДУК биноси, 2-қavat, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» ДУКнинг Ахборот-ресурс марказида танишши мумкин. (25-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73).

Диссертация автореферати 2020 йил 3 сентябрь кунин тарқатилди.
(2020 йил «28» августдаги 25 -рақамли реестр баённомаси).



Негматов С.С.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, УЗРФА академиги, т.ф.д., профессор

Бабаханова М.Ғ.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, к.ф.н., к.и.х.

Ғалимов Н.Х.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш кенгашидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., к.и.х.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD)диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирги кунда ноёб металлларни ажратиб олиш замонавий гидрометаллургия саноатида дастлабки хомашё ва ажратиб олинаётган маҳсулотлар сифатини оширишда ва технологик эритмаларни тўлиқ тозаланишида сорбциялаш жараёни кенг қўлланилиб келинмоқда. Бунда содали танлаб эритиш ва сорбциялаш усулларини бошқа турдаги маълум усуллар (аммиакли, электрохимёвий, экстракциялаш, мембранали ва б.т.) билан биргаликда қўллаш нафақат экологик талабларга риоя қилишни, балки қимматбаҳо компонентларни қайта тикланиши билан ҳам катта аҳамиятга эга.

Бугунги кунда бутун дунё амалиётида нират-сулфат кислотали эритмалардан молибденни молибденкислотаси ҳолида эритиш йўли билан ажратилади ва суюқ фазадан молибденнинг аммиакли тузи шаклида сорбциялаб ажратиб олинади. Технология кўп босқичли ва дастгоҳлар ечимида мураккаб ҳисобланиб, молибден ажралаш даражаси паст, натижада молибден чиқинди эритма ва қаттиқ чиқинди сифатида чиқиндихоналарга чиқарилади. Шу борада ноёб металлларни ишлаб чиқаришда янги технологияларни яратиш ва мавжуд технологияларни такомиллаштириш қимматбаҳо металлларни ажралаш даражасини оширишга хизмат қилади ва бу фан ва амалиётнинг долзарб вазифаларидан ҳисобланади.

Республикамизда кон-металлургия саноати, поллиметаллик рудалардан фойдаланиб барча қимматбаҳо металлларни комплекс ажратиб олишнинг янги инновацион ва такомиллаштирилган технологияларни яратишга ва амалиётда жорий қилишга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «Саноатни сифат жиҳатдан янги босқичга кўтариш, маҳаллий хомашё манбаларини чуқур қайта ишлаш, тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни жадаллаштириш, янги турдаги маҳсулотлар ва технологияларни ўзлаштириш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада Олмалиқ кон металлургия комбинати АЖ мис ишлаб чиқариш чиқинди шлам маҳсулотларининг қайта ишланган электролит эритмаларидан қимматбаҳо металлларни тўлиқ ва соф ҳолатда ажратиб олишнинг янги технологияларини яратиш ва такомиллаштиришга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 24 июлдаги ПФ-3145-сон «Фойдали қазилмалар конларини саноат йўли билан ўзлаштириш соҳасидаги лойиҳа-қидирув ва илмий-тадқиқот ишлари бошқарувини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонида, 2019 йил 17 январдаги ПҚ-4124-сон «Кон-металлургия тармоғи корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» Қарорида ҳамда 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» Фармони ҳамда ва ушбу соҳада қабул қилинган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VIII. «Ер тўғрисидаги фанлар (геология,

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

геофизика, сейсмология ва минерал хомашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Рангли металллар сақлаган рудалар, чиқинди хомашёлари ва иккиламчи махсулотларидан ноёб ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш саноати ривожига маҳаллий ва хорижий мутахассислар, жумладан, Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г., Уткин Н.И., Тарасов В.П., Палант А.А., Трошкина И.Д., Чекмараев А.М., Пирматов Э.А., Шарипов Х.Т., Санакулов К.С., Юсупходжаев А.А., Якубов М.М., Хасанов А.С., Хаспулатов В.Ш., Chen T., Меретуков М.А., Dutrizac J., Hoffman J., Cooper W., Набойченко С.С., Степанов В.П., Смирнов М.П., Грейвер Т.Н. каби олимлар салмоқли ҳиссаларини қўшиб келмоқда.

Мавжуд ишлар таҳлилига кўра, шуни таъкидлаш лозимки, таркибида ноёб ва нодир металллар сақлаган чиқинди махсулотларидан ва минерал хом ашёлардан ноёб ва нодир металлларни комплекс ажратиб олишнинг қатор муаммолари мавжуд ва бунда кон металлургия саноати амалиёти ва фанининг ўрни катта. Мазкур диссертация иши молибден саноати ташландиқ эритмаларидан молибден, рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологиясини яратишга бағишланган, шунингдек янги технология яратилган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Навоий давлат кончилик институти илмий тадқиқот режасига мувофиқ бажарилган, шунингдек инновацион ривожланиш Вазирлигининг А-ОТ-2019-4- «ОКМК ИИЧБ чиқиндилари ва оралиқ махсулотларидаги қимматбаҳо компонентларни (W, Mo, Fe, Re, Au, Ag, Cu) техник ва минералогик баҳолаш ва уларни ажратиб олиш ва тайёр махсулотларни - переннат аммоний, молибденли аммоний шаклда ҳамда таркибида нодир металлларни сақлаган мис бойитмаларини олиш, технологиясини ишлаб чиқиш» (2019-2021 йй.) мавзусидаги илмий тадқиқот лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади молибден саноати ташландиқ эритмаларидан молибден, рангли ва нодир металлларни ажратиб олишнинг самарали технологиясини яратиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг вазифалари:

технологик чиқиндиларни ва молибден саноати ташландиқ эритмаларини ҳосил бўлишини ўрганиш;

содали танлаб эритишнинг кимёвий тадқиқоти, молибденни сорбциялаш жараёнини ва молибден саноати ташландиқ эритмаларининг кимёвий ва минералогик таркибини ўрганиш;

оптимал сорбентни танлаш мақсадида турли хил қатронларда сорбциялаш жараёнини ва молибден ва ренийни содали-сорбциялаш жараёни шароитларини ўрганиш;

А – 100 (Mo) ва А – 170 маркали ионалмашинувчи қатронлар иштирокида ташландиқ эритмалардан молибден (VI) ва рений (VII) анионларини ионалмашинувчи ажратиб олиш жараёнини жадаллаштириш физик-кимёвий асосларини ўрганиш;

мураккаб таркибли ташландиқ эритмалардан металлларни селектив ва комплекс ажратиб олиш учун сорбциянинг мақбул шароитларини аниқлаш ва жараённинг кинетика ва мувозанат параметрларини ўрганиш;

назарий ва амалий тадқиқотлар натижалари ва уларнинг таҳлиллари асосида молибден ва бошқа қимматбаҳо компонентларни ташландиқ эритмалар ва қаттиқ чиқиндилардан ажратиб олишнинг самарали комплекс технологиясини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида «Олмалик тоғ-металлургия комбинати» акциядорлик жамиятининг «Ноёб металллар ва қаттиқ қотишмалар» илмий-ишлаб чиқариш бирлашмаси гидрометаллургик ишлаб чиқариш саноатининг ташландиқ эритмалари танланган.

Тадқиқотнинг предмети бўлиб молибден саноати ташландиқ эритмаларидан молибден, рангли ва нодир металлларни ажратиб олишнинг самарали технологиясини яратиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Замонавий усулларни ўзида жамлаган ишлаб чиқариш ташландиқ эритма ва қаттиқ чиқиндилардан рангли ва ноёб металлларни гидрометаллургик ажратиб олишнинг илмий-техник қайта ишлаш маълумотлари қўлланилди; назарий тадқиқотларнинг аналитик таҳлил усуллари, ноёб металлларнинг эритмалардаги ион ҳолатлари фазавий таҳлил қилиш учун аналитик, лаборатория синовлари, тажриба-саноат синовлари, электрон микроскопия, рентгенструктурали таҳлил, пробиркали, кимёвий таҳлил усулларида, тажриба синовлари натижаларининг математик қайта ишлаш усулларида кенг фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

содали - сорбциялаш технологиясининг физик - кимёвий қонуниятлари ўрганилди ва молибден ажратиб олишнинг ионалмашинув жараёнларининг жадаллаштириш усуллари аниқланган;

содали эритмалардан молибден (VI) анионларини сорбциялаш жараёни учун А - 100 (Мо) ва А - 170 маркали ионалмашинув қатронлари муқобил сорбентлар эканлиги ўрнатилган;

ташландиқ кек ва чиқиндиларни содали танлаб эритиш жараёни кинетикаси ва молибденни танлаб эритиш термодинамикаси ва сорбциялаш жараёни ўрганилган бўлиб, ионалмашинув технологиясининг оптимал параметрлари аниқланган;

содали - сорбциялаш технологиясини қўллаган ҳолда ташландиқ эритмалардан молибден ва рангли металлларни ажратиб олишнинг технологик схемаси ва дастгоҳлар занжир схемаси ишлаб чиқилган;

цементлаш орқали мис бойитмасини олиш ва бойитмани кейинги конвертерлаш жараёнида қайта ишлаш натижасида йўлдош усулда нодир металлларни ажратиб олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

молибден ва ренийни содали-сорбцияли ажратиб олишнинг технологик жараёнлари оптимал параметрлари ишлаб чиқилган;

А - 100 (Мо) ва А - 170 маркали ионалмашинувчи қатронлар иштирокида ташландиқ эритмалардан молибден (VI) ва рений (VII) анионларини ионалмашинувчи ажратиб олиш жараёнининг жадаллаштириш усуллари аниқланган;

содали - сорбциялаш технологиясини қўллаган ҳолда ташландиқ эритмалардан молибден ва рангли металлларни ажратиб олишнинг янги технологик схемаси ишлаб чиқилган;

«Мис бойитиш фабрикаси молибден ораликмаҳсулотини куйдириш жараёни куйиндисидан содали-сорбциялаш технологиясини қўллаб юқори тозаликдаги қўшмолибден аммоний олиш» номли технологик инструкция ишлаб чиқилган;

цементациялаш ва мис бойитмасини конветерлаш орқали қўшимча мис ва нодир металлларни олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги етарли даражада ўтказилган лаборатория ва ярим-саноат тажрибалари, тажриба синовларининг асосий ғояси қониқарли мос келадиган натижалар асосида, ташландиқ эритмалардан олинган махсулотларнинг сифати, шунингдек ижобий лаборатория ва саноат-тажриба синовлари далолатномалари билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотнинг илмий аҳамияти қаттиқ чиқинди ва ташландиқ эритмалар таркибидаги молибден, рений, мис, темир ва нодир металллар ионларининг жойлашиш ўрни аниқланганлиги ва мураккаб таркибли тузли ташландиқ нитрат ва сульфат эритмаларидан молибден ва ренийни танлаб ажратиб олишнинг ионалмашинув қатронлари танланганлиги назарий ва амалий жиҳатдан асосланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти чиқиндилардан қимматбаҳо компонентлар бўлмиш молибден, рений, мис, темир ва нодир металлларни тайёр махсулот сифатида ажратиб олиш ҳисобланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Молибден ишлаб чиқариш саноати ташландиқ эритмаларидан молибден, рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологиясини илмий тадқиқ этиш ва яратиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

такомиллаштирилган янги технологик схемани қўллаган ҳолда молибден ишлаб чиқариш саноати ташландиқ эритмаларидан молибден, рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологияси «Олмалиқ тоғ-металлургия комбинати» АЖда мис ишлаб чиқариш заводида жорий этилган «Олмалиқ тоғ-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 12 июндаги №АУ-004508-сон маълумотномаси). Натижада ташландиқ эритмадан молибденнинг ажралиш даражаси ошишига эришилди ҳамда қўшимча сифатида мис, олтин ва кумуш металлларини олиш имконини берган;

ноёб металлларни содали-сорбциялаб танлаб эритиш технологияси ҳамда содали эритмалардан ва шлам майдонлари ташланма эритмаларидан ионалмашинув қатронларини қўлаб молибденни селектив ажратиб олиш технологияси «Олмалиқ тоғ-металлургия комбинати» АЖда мис ишлаб чиқариш заводида жорий этилган («Олмалиқ тоғ-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 12 июндаги №АУ-004508-сон маълумотномаси). Натижада молибден саноати ташланма чиқиндиларидан молибденни 99,4-99,6 % тозаликдаги олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг натижалари 6 та халқаро ҳамда 5 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, жумладан 2 та республика ва 4 та ҳорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиш ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 123 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида олиб борилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унга бўлган талаб, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланган, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга қўлланиш бўйича тавсиялар, нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши келтирилган.

«Молибден бойитмаларини қайта ишлашнинг замонавий технологиялари ва хомашёларни комплекс қайта ишлашнинг долзарб муаммолари» деб номланган **биринчи бобида** адабиётлар таҳлили келтирилган бўлиб, бунда молибден, рений, мис, темир ва нодир металлларни ажратиб олишнинг бугунги кунда қўлланилаётган технологияларининг афзаллик ва камчиликлари муҳокама қилинган, шунингдек молибден саноати қаттиқ чиқинди ва ташландиқ эритмаларини қайта ишлашнинг ананавий технологиялари таҳлил қилинган.

Адабиётлар таҳлили бўлимида техноген эритмалардан молибденни ажратиб олишнинг ионалмашинув технологиялари кўриб чиқилган, молибденни ажралиш даражасини ошириш усуллари ўрганилган, шунингдек қаттиқ чиқиндилардан молибденни нитрат кислотали қайта ишлаш хорижий технологиялари ўрганилган. Адабиётлар таҳлили натижалари юқори самарали қатронлар иштирокида молибденни сорбциялаш жараёнларини жадаллаштириш усуллари тадқиқ қилиш долзарб вазифалардан эканлигини белгилаб беради.

«Ташландиқ эритмалардан молибден олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқот объектларини танлаш ва асослаш ҳамда экспериментларни ўтказиш методикалари» деб номланган **иккинчи бобида** қаттиқ ва суюқ чиқиндиларни ҳосил бўлиши бўйича тадқиқот объектлари аниқланди, ўрганилаётган материалларнинг кимёвий ва минералогик таркиби - тадқиқот объектлари ўрганилди ва таҳлил қилинди, кимёвий ва минералогик таҳлил маълумотлари асосида қаттиқ чиқиндилар ва саноат оқова сувларидан қимматбаҳо таркибий қисмларни ажратиб олиш бўйича тадқиқот усуллари ишлаб чиқилди ва ҳар бир тажриба учун ишлар кетма-кетлиги ишлаб чиқилган, яъни, шлам кекини магнитли ажратиш синовини ўтказиш, молибден, мис ва бошқа таркибий металлларни танлаб эритмага ўтказиш, эритмадан мисни чўктириш, молибден ва рений сақлаган эритмалардан уларни сорбциялаб ажратиб олиш ва ташландиқ эритмалардан фойдаланиб уларни зарасизлантириш бўйича жараёнлар кетма-кетлиги ишлаб чиқилди.

Шламли кекларни магнитли усулда бойитиш бўйича тажрибалар лаборатория саралагичида 360 кА/с магнит майдоннинг кучланганлигида узлуксиз режимида ўтказилади. Ишни бажараётганда куйидаги параметрлар ўзгарувчан бўлади: саралаш давомийлиги (5, 10, 15 дақиқа), Қ:С нисбат=1: 1, 1:2, 1: 3, ҳарорат (20, 30, 40 °С).

Олмалик кон-металлургия комбинати АЖнинг ИТБ НМИЧБда аралаштирилган эритмадан молибден, мис, рений ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқотлар ўтказиш учун услуб ишлаб чиқилди.

Диссертациянинг **«Ташландиқ эритма ва чиқиндилардан фойдали компонентларни ажратиб олишнинг технологик параметрларини аниқлаш ва**

тадқиқ қилиш» деб номланган **учинчи бобида** шламли кекни магнитли сепарацияси ва молибденит бойитмаси ҳамда таркибида 12-15 % сульфидли темир бўлган Олмалик ярим маҳсулотини азот кислотаси ёрдамида ишлов бериш натижасида уч валентли темир, гидратланган оксид шаклига 95,0 - 98,0% гача оксидланганлиги акс эттирилган тажриба синовлари натижалари келтирилган. Бундан ташқари, шламли кек таркибида 30 % темир гидроксиди сақловчи ферромолибденит кўп миқдорда мавжуд. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, оксидлар ва гидратланган темир оксидлари паст магнитли хусусиятга эга экан, бу эса темирни шламли кек таркибидан ажратиб олиш учун асосдир. Магнитли заррачалар ва ПАА (полиакриламид) қўшилиши билан сувли магнит сепарацияси ёрдамида катта миқдордаги темир бойитмага ўтиши мумкинлиги тадқиқотлар натижасида аниқланди.

Шундан сўнг магнитли сепарация эритмалари таркибидан мисни цементация қилиш бўйича тажрибалар бажарилди. Мисни цементация қилиш учун оптимал шартлар қўйидагича эканлиги аниқланди: чўктирувчининг Na_2S сарфи стехиометрик миқдирга нисбатан 1,50 баробар, температура 60°C , вақт 30 дақиқа, бу ерда миснинг чўкиш тезлиги 95,8%. Мис 22,4 %, олтин 8,0 г/т, кумуш 21,0 г/т. бўлган бойитма олинади. 2,4% Мо ва 0,011% Re таркибли шламли кекнинг магнитсиз маҳсулотидан молибден ва рений ажратиб олиш учун уни икки босқичли содали танлаб эритиш жараёни олиб борилади. Тажриба натижалари 1- жадвалда кўрсатилган. Магнитли сепарацияга К:С = 1:2 нисбатдаги минутига 300 мл. шламли кекнинг пулпаси юборилади. 1000 гр. кекдан 30 гр. магнитсиз маҳсулот олинди, қолган 70 гр. маҳсулот чиқиндига ўтади 200 мл.

1-жадвал

Шламли кекнинг сули магнитли сепарациясининг тажриба натижалари

№	Маҳсулот номи	Fe, %	Cu, %	Mo, %	Солиштирама оғирлик, т/м ³
1	Дастлабки кек	9,5	1,2	4,8	1,33
2	Магнитли фракция	26,9	0,05	0,2	1,24
3	Магнитсиз фракция	1,8	2,4	5,2	1,41

Рационал технологияни танлаш учун содали танлаб эритиш эритмаси ва шламли майдон ташландиқ эритмасининг таркиби (г/л): Мо 0,2÷2,0; Re 0,01÷0,05; NO_3 -25,2; SO_4 – 14,7) бирлаштирилган эритмаларидан молибден ва ренийни ажратиб олиш бўйича тажрибалар ўтказилди.

Танлаб эритишнинг биринчи босқичи: 3,98% молибден, 2,51% мис, К:С=1:4 ва сувсизлантирилган соданинг концентрацияси 120,0 г/л, харорат $80,0$ - $85,0^\circ\text{C}$; 2 соат давомида 200 гр. миқдорда чиқинди кек намунаси аралаштириш тезлиги 120 айл/дақ. ва ҳажми 3,0 литрли лаборатория реакторида танлаб эритилди (2-жадвал).

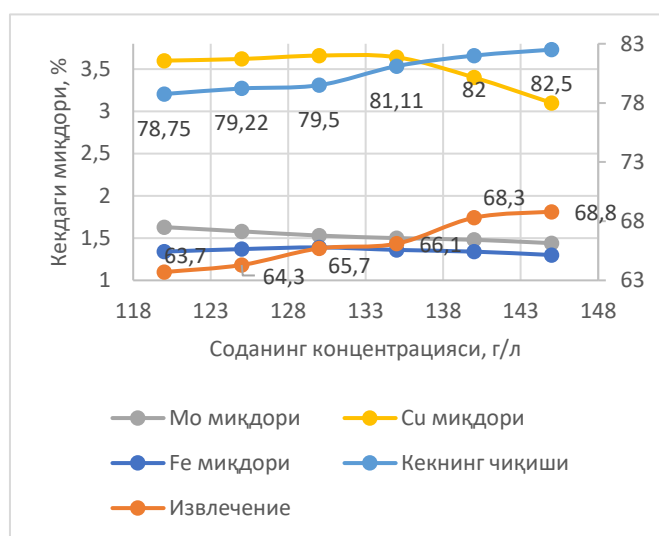
2-жадвал

Магнитли сепарация чиқиндиларидан молибден ва бошқа рангли металлларни ажратиб олиш учун 1 – босқич танлаб эритиш тажрибалари натижалари

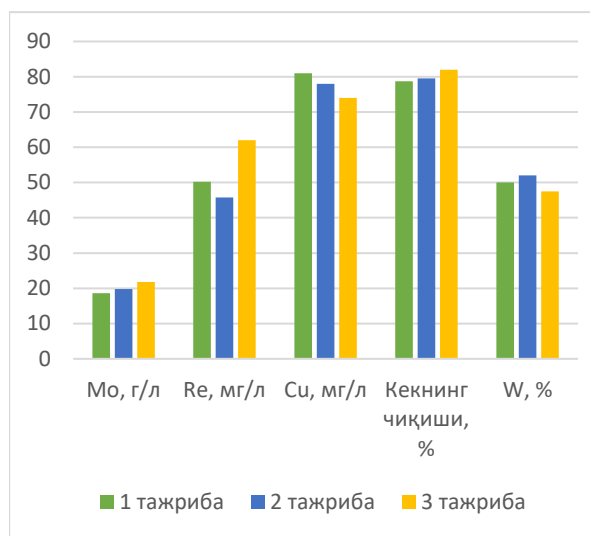
Намуна №	Олинган эритма таркиби			Олинган кек:							
				чиқиш, %			W, %	Кек таркиби, %			ε, %
	Mo, г/л	Re, мг/л	Cu, мг/л					Mo	Cu	Fe	
1			18,6	50,2	81,0	78,75	50	1,63	3,6	1,34	63,7

2	19,8	45,8	78,0	79,5	52	1,53	3,66	1,53	65,7
3	21,8	620	74,0	82,0	47,5	1,48	3,4	1,34	68,3

1-расмда магнитли сепарация чиқиндиларидан молибден ва бошқа рангли металлларни ажратиб олиш учун 1-босқич танлаб эритиш тажрибалари натижалари кўрсатилган.



1-расм. Техник сода концентрациясининг танлаб эритиш жараёнига таъсири



2-расм. Олинган эритманинг таркиби, кекнинг чиқиши ва олинган кекнинг намлигининг кальцийланган сода концентрациясига боғлиқлиги

атиб олиш учун танлаб эритиш жараёнига таъсири кўрсатилган. Натижалардан шуни хулоса қилса бўладики техник сода концентрациясининг ошиши молибденни ажратиб олиш даражасига ижобий таъсир қилади. Na_2CO_3 нинг концентрацияси 140-145 г/л бўлганида кескин ошиш кузатилади. Концентрациянинг кейинги ўсиши сезиларли натижа бермайди. рН-9, молибденнинг миқдори 18,6 г/л, ренийнинг миқдори 50,2 мг/л, миснинг миқдори 81,0 мг/л, сувсизлантирилган соданинг қолдиқ миқдори 28,8 г/л концентрацияли молибдатли эритма олинди.

Молибден 1,63%, мис 3,6%, темир 1,34% таркибли, чиқиши 78,75 % намлик 50,0 % бўлган кек олинди. Молибденни кекдан эритмага ўтиш даражаси 63,7 % ташкил этди.

Na_2CO_3 нинг концентрацияси ошиши билан олинадиган эритмадаги миснинг миқдори камаяди, Мо концентрацияси ошади, яъни эритмага ўтади.

Танлаб эритишнинг иккинчи босқичи: биринчи босқич танлаб эритишдан олинган, таркибида 1,63 % молибден бўлган кек 157,5 г миқдорда лаборатория реакторга юкланди ва соданинг концентрацияси 140,0 г/л., Қ:С=1:4, 80,0-85,0°C ҳароратда, 3 соат давомида танлаб эритиш жараёни олиб борилди. Молибденнинг концентрацияси 8,2 г/л, ренийнинг концентрацияси 12,0 мг/л, соданинг қолдиқ миқдори 65,6 г/л бўлган натрий молибдат эритмаси олинди. Биринчи босқич танлаб эритиш кекларидан молибденни иккинчи босқич эритмаларига ажратиб олиш даражаси 69,17 % ташкил этди (3-жадвал).

3-жадвал

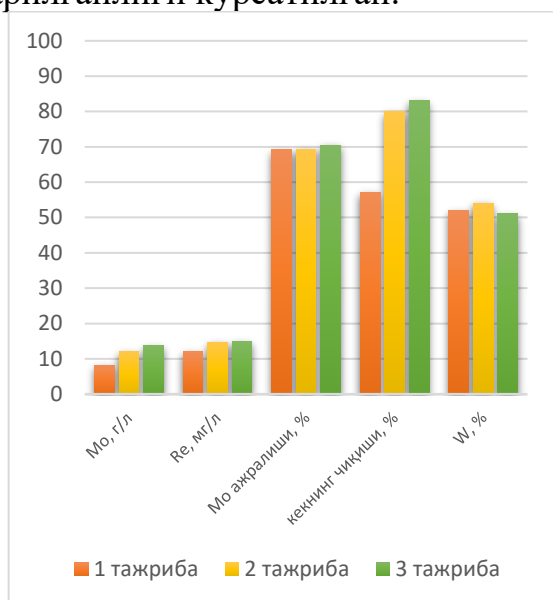
Т
ех
ик
со
да
а
кон
цен
тра
ция
син
инг
мол
иб
ден
ни
аж
ра

Магнитли сепарация чиқиндиларидан молибден ва бошқа қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш учун 2-босқич танлаб эритиш тажрибалари натижалари

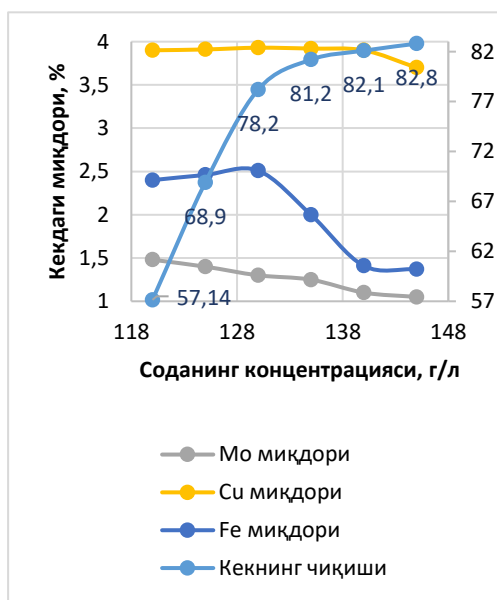
Намуна №	Олинган эритма таркиби			Олинган кек:					
	Mo, г/л	Re, мг/л	Na ₂ CO ₃ , г/л	Чиқиш, %	W, %	Кек таркиби, %			ε, %
						Mo	Cu	Fe	
1	8,2	12,0	65,6	57,14	52,0	1,48	3,9	2,4	69,17
2	12,0	-	76,0	80,0	54,0	1,3	3,93	2,51	69,32
3	13,8	-	68,0	83,0	51,0	1,1	3,9	1,41	70,5

3-4- расмларда магнитли сепарация чиқиндиларидан молибден ва бошқа қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш бўйича 2-босқич танлаб эритиш тажрибалари натижалари кўрсатилган. Расмлардан хулоса қилиш мумкинки, кекнинг чиқиши эритмадаги Na₂CO₃ миқдорига тўғри пропорционал.

4-расмда, соданинг концентрацияси 125 г/л дан 135 г/л гача бўлганида, жараёнда сезиларли ўзгариш юз берганлиги, яъни кекнинг чиқиши 57,14% дан 81,2 % гача кўтарилганлиги кўрсатилган.

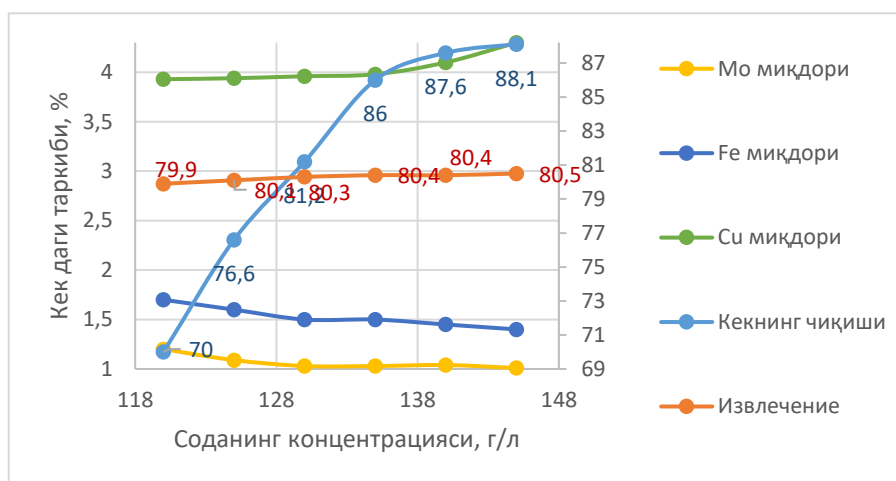


3-расм. Олинган махсулотнинг, кекни чиқишининг ва намлигининг соданинг концентрациясига боғлиқлиги графиги



4-расм. Сода концентрациясининг танлаб эритиш жараёнига таъсири (2-босқич танлаб эритиш учун)

Ювиш: 1,48 % молибден бўлган, 90,0 г иккинчи босқич кеки Қ:С=1:5 ювиш учун аралаштиргичли лаборатория реакторига юкланди ва икки босқичли ювишдан сўнг 4,2÷ 6, 2 г/л молибденли, 32,0÷9,0 г/л содали 1,52 литр ювилган сув олинди. Ювилган кекнинг чиқиши 70,0 % ташкил қилди, намлиги 48,0 %, таркиби (%): Мо 1,2, Re 0,016, MoS₂ 0,48, Fe 1,7, Cu 3,93. Молибденни ювилган эритмага ажралиш даражаси 56,36% ташкил этди. Икки босқичли танлаб эритиш ва кекни ювиш натижасида ташландиқ кекдан эритмага молибденнинг ажралиши 79,9 % ташкил этди (5-расм).



5-расм. Сода концентрациясининг танлаб эритиш жараёнига таъсири (2-босқич танлаб эритиш учун)

5-расмда соданинг концентрацияси 125 г/л дан 135 г/л гача бўлганида, жараёнда сезиларли ўзгариш юз берганлиги, яъни кекнинг чиқиши 70% дан 86% гача кўтарилганлиги кўрсатилган.

3-расм ва 4-расмлардан хулоса қилишимиз мумкинки, жараён параметрларини ўзгартиришнинг муҳим натижаси сода концентрациясининг 120÷135 г/л оралиғида ўзгарганда кузатилади.

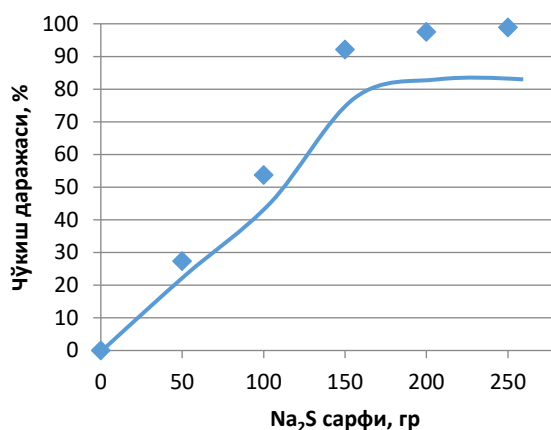
Кейинчалик А – 100 (Мо) ва А – 170 ионалмашинувчи қатронларда аралаш эритмалардан молибден ва ренийни сорбция жараёни ўрганилди.

Олинган лаборатория тадқиқотлари ҳамда тажриба-саноат синовлари натижаларининг яқинлиги шуни тасдиқлайдики, ишлаб чиқилган кекни ювиш билан икки босқичли содали танлаб эритиш технологияси, молибденни эритмага ўтишини 89,3÷90,1% гача таъминлайди ҳамда унинг таркибида 18,0-22,0 г/л молибден, олинган кекда эса 1,0 ÷ 1,03 % молибден бўлади. Олинган кек таркибида мис (3,5÷3,9 %), олтин 50,0 г/т, кумуш 84,0 г/т борлиги аниқланди ва олтин, кумуш, мис каби фойдали компонентларни ажратиш учун иккиламчи хом ашё сифатида хизмат қилади. Танлаб эритиш жараёнида олинган эритмалардаги ренийнинг миқдори, дастабки куйиндидаги миқдорига қараб 670,0 мг/л гача эканлиги аниқланди.

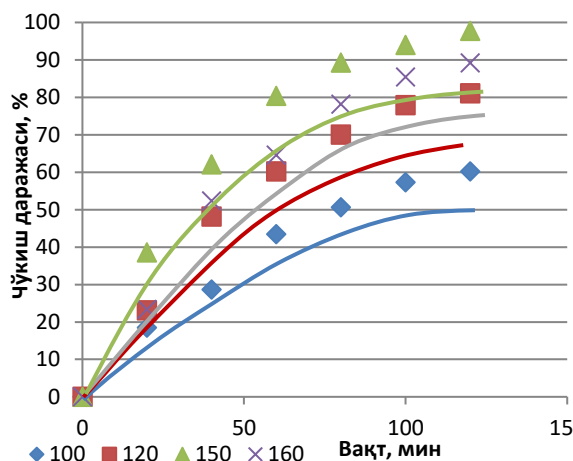
Шламли кек магнитли сепарациясининг ташландиқ эритмалари кимёвий таркиби жиҳатдан шламли майдон ташландиқ эритмалари билан бир хил эканлиги маълум, чунки шлам бир хил эритмадан ажралиб жиқади. Бинобарин, молибден, рений ва бошқа қимматбаҳо компонентларни ажратиш учун усулларини ўрганиш шламли майдоннинг аралаш эритмаларидан, темирни магнитли сепарациясининг ташландиқ эритмаларидан ва ИТБ ишлаб турган молибден ишлаб чиқариш жорий чиқиндиларидан олиб борилиши керак. Бу эритмалардан молибден, рений, мис, олтин ва кумушни ажратиш учун саноат аҳамиятига эга. Маълумки, ушбу эритмалардаги молибден ва ренийни ажратиш учун зарарли элемент мис-сулфат шаклидаги мис ҳисобланади. Ташландиқ эритмаларни мисдан тозалаш бўйича назарий ва лаборатория тадқиқотлари ўтказилди. Ташландиқ эритмалардан мисни цементация қилиш тажрибасининг методикаси қуйидагича: эритманинг зичлигини $d=1,15 \text{ г/дм}^3$ дан

$d=1,18 \text{ г/дм}^3$ чага парлантириб олинади, хажми 5 л бўлган лаборатория реакторига 3 литр парлантирилган ташландиқ эритма солинади ва мисни чўктириш учун стехиометрик зарур миқдорда 1-2 баробар натрий сулфиди қўшилади, 60-80°C ҳароратда аралаштирилади, эритмада мис сульфат чўкмаси ҳосил бўлади ва филтрлаш ёрдамида чўкма эритмадан ажратиб олинади.

6-расм ва 7-расмларда ташландиқ эритмаларни мисдан тозалаш бўйича лаборатория тадқиқотлари натижалари кўрсатилган. Шунингдек, лаборатория синовларида натрий сулфиди ёрдамида мисни чўктириш вақтининг таъсири ўрганиб чиқилди, ва 2 соат ичида миснинг максимал чўкиш даражасига эришилди. Ташландиқ эритмалардан мисни чўктиришнинг (цементациялаш) мақбул усули қўйидагича: Na_2S сарфи мисни чўктиришнинг стехиометрик миқдорининг 1,5 баробардан кам бўлмаган миқдорда, 60°C ҳароратда, 30 дақиқа. Ўрнатилган режимда мисни эритмадан чўктириш даражаси 95,8% гача етади.



6-расм. Ташландиқ эритмадан мисни чўкиш даражасининг Na_2S сарфи таъсирига боғлиқлиги



7-расм. Ташландиқ эритмадан мисни чўкишининг аралаштириш вақтига боғлиқлиги

Таркибида 22,4 % мис бўлган бойитма олинади . Мисдан тозиланган эритмаларнинг таркиби

да 6,0 Cu; 86,6 Mo; 9,1 Re; 59,95 Fe (мг/л) борлиги аниқланди. Олинган ТМА ва АМКнинг ишлаб чиқилган сорбция технологиясининг техник хусусиятлари 4-жадвалда келтирилган.

4-жадвал

Тажриба натижасида олинган ТМА и ПМА намуналарининг кимёвий таркиби

Кўрсаткич номи	Норма						
	Ts 00193950-083:2018		ГОСТ 2677-78	Тажриба рақами			
Масса улуши	1-нав	2-нав		№1	№2	№3	№4
Молибден ангидриди (MoO_3), % дан кам бўлмаган	76	74	78	67,33	83,66	92,87	91,17
Темир (Fe)%, дан	0,03	0,2	0,007	0,0025	0,004	0,017	0,007

кўп бўлмаган							
Алюминий (Al)%, дан кўп бўлмаган	0,005	0,04	0,005	0,0014	0,0014	0,0018	0,0017
Никел (Ni)%, дан кўп бўлмаган	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001	0,011	0,0037
Марганец (Mn)%, дан кўп бўлмаган			0,01	0,001	0,001	0,001	0,001
Кремний (Si)%, дан кўп бўлмаган	0,05	0,3	0,01	0,006	0,005	0,008	0,004
Кальций (Ca)%, дан кўп бўлмаган			0,004	0,006	0,003	0,005	0,005
Магний (Mg)%, дан кўп бўлмаган	0,001	0,001	0,0015	0,004	0,002	0,0036	0,0026
Мышьяк (As)%, дан кўп бўлмаган	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
Фосфор (P)%, дан кўп бўлмаган	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003		

Лаборатория тажрибалари ва тажриба-саноат дастгоҳларида ўтказилган синовларда, тадқиқ қилинаётган эритмалардан энг самарали ва селективлиги юқори бўлган молибден сорбцияси учун «Purolite» маркали А-100 (Mo) сорбенти ва ренийнинг сорбцияси учун «Purolite» маркали А-170 қатрони эканлиги аниқланди.

Диссертациянинг «Илмий ишлаб чиқариш бирлашмаси(ИЧБ)дан олинган молибден ишлаб чиқариш эритмаларини ва чиқиндиларни комплекс қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш» деб номланган тўртинчи бобида тажриба-саноат синовлари назарий тадқиқотлар ва лаборатория тажрибаларининг натижаларини келтирилган. Чиқиндилар ва чиқиндиларни қайта ишлашнинг охириги маҳсулотлари АМК, АРК бўлиб, улар амалдаги давлат стандартларига тўлиқ мос келди. АМКК АЖ ИИЧБ шлам майдонидан чиқиндиларни қайта ишлашнинг асосий технологик схемаси (8-расмда келтирилган) асосида қайта ишланди.

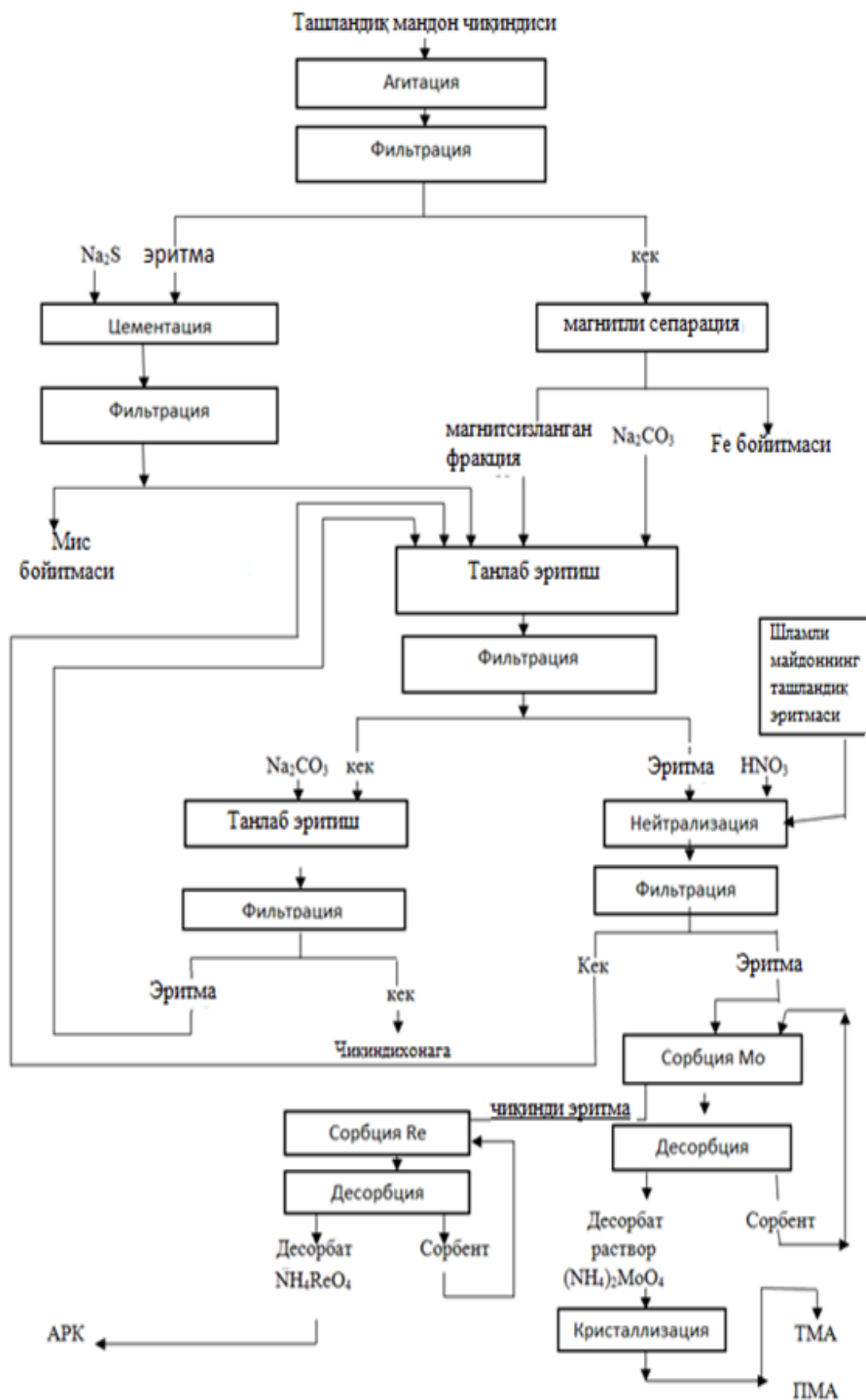
Технология қуйидагича амалга оширилади: Қ:С = 1:2-2.5-даги шламли майдондан олдинган филтрланган бўтана дозатор реакторига киради ва магнитли саралагичга магнитли (темирли) фракцияни магнитсиз қисмдан ажратиш учун киради. Магнитли фракция 30,0% гача темирни ўз ичига олган концентрат шаклида чиқарилади. Молибден, темир ва бошқа аралашмаларнинг сульфидли бирикмаларини ўз ичига олган бўтананинг номагнит қисми филтрлаш йўли билан ажратилиб, сода билан танлаб эритмага ўтказилади, натижада ҳосил бўлган эритма кремний, фосфор ва мышьяк аралашмаларидан тозалаш учун юборилади. Шламли кекни магнитли саралашдан кейин олинган эритма шлам майдонидан келган чиқинди эритманинг тиндирилган қисми билан аралаштирилади. Аралаштирилган эритмадан ҳисоблаб чиқарилган натрий сульфид қўшилиши билан мис чўкиндига туширилади. Таркибда молибден ва рений бўлган эритмани шламли кекнинг номагнит қисмини содали танлаб эритмага ўтказиш маҳсулдор эритмаси билан бирлаштирилади. Олинган эритма қўшимчалардан тозаланади. Шламли майдон эритмаси ва шламли кекнинг номагнит қисмини танлаб эритиш эритмаси ҳам кремний, фосфор ва мышьяк аралашмаларидан тозалашга юборилади. Тозаланган эритмадан молибден ва рений

сорбция усули билан олинади. Молибденнинг сорбцияси 6 та колоннада А-100 (Мо) маркали «Purolite» ион алмашувчисида турғун сорбент қатламида олиб борилди. Аммиак эритмаси билан тўйинган қатронлардан молибден ажралиб чиқади ва ҳосил бўлган аммоний молибдати эритмасидан аммоний тетрамолибдати (АТМ) тузлари кристалланади, бундан аммоний парамолебдати (АПМ) тузлари қайта кристалланиш натижасида олинади. Молибден (раффинат) сорбциясидан кейинги дастлабки эритмаси «Purolite» -170 қатронида ренийнинг сорбциясига юборилади. Ренийнинг сорбция ва десорбцияси цикллари сорбентларнинг турғун қатламида кетма-кет боғланган 5 та колоннада амалга оширилади. Тўйинган қатронлардан рений аммиак эритмаси билан десорбцияланиб, ренийнинг аммонийли эритмаси буғланиш орқали концентрлашга, эритмадан совутишга ва аммоний рений кислотаси тузининг (АРК) кристалланишига йўналтирилади. Технология қуйидаги технологик ва ускуналар занжир схемасида амалга оширилади (8- ва 9- расмларга қаранг), шлам майдонидан келадиган бўтана кўринишидаги чиқиндилар Қ:С =1:5-6 да дозатор реакторга ҳайдалади, саралагичда магнитли фракция (темир) номагнит фракциядан ажратилади ва филтрлаш ёрдамида қаттиқ ва суюқ фазалар ажратилади, мис натрий сульфиди билан чўкмага тушади, молибден ва рений таркибли эритма сорбциялаш бўлимига юборилади. Динамик шароитда сорбция жараёнига статик омиллар (ион алмашувчи мувозанатининг параметрлари), кинетик омиллар (алмашув тезлиги) ва эритма ҳаракати тезлиги таъсир қилади. Уларнинг бир вақтнинг ўзида ҳисобга олиниши сорбция динамикасини билдиради.

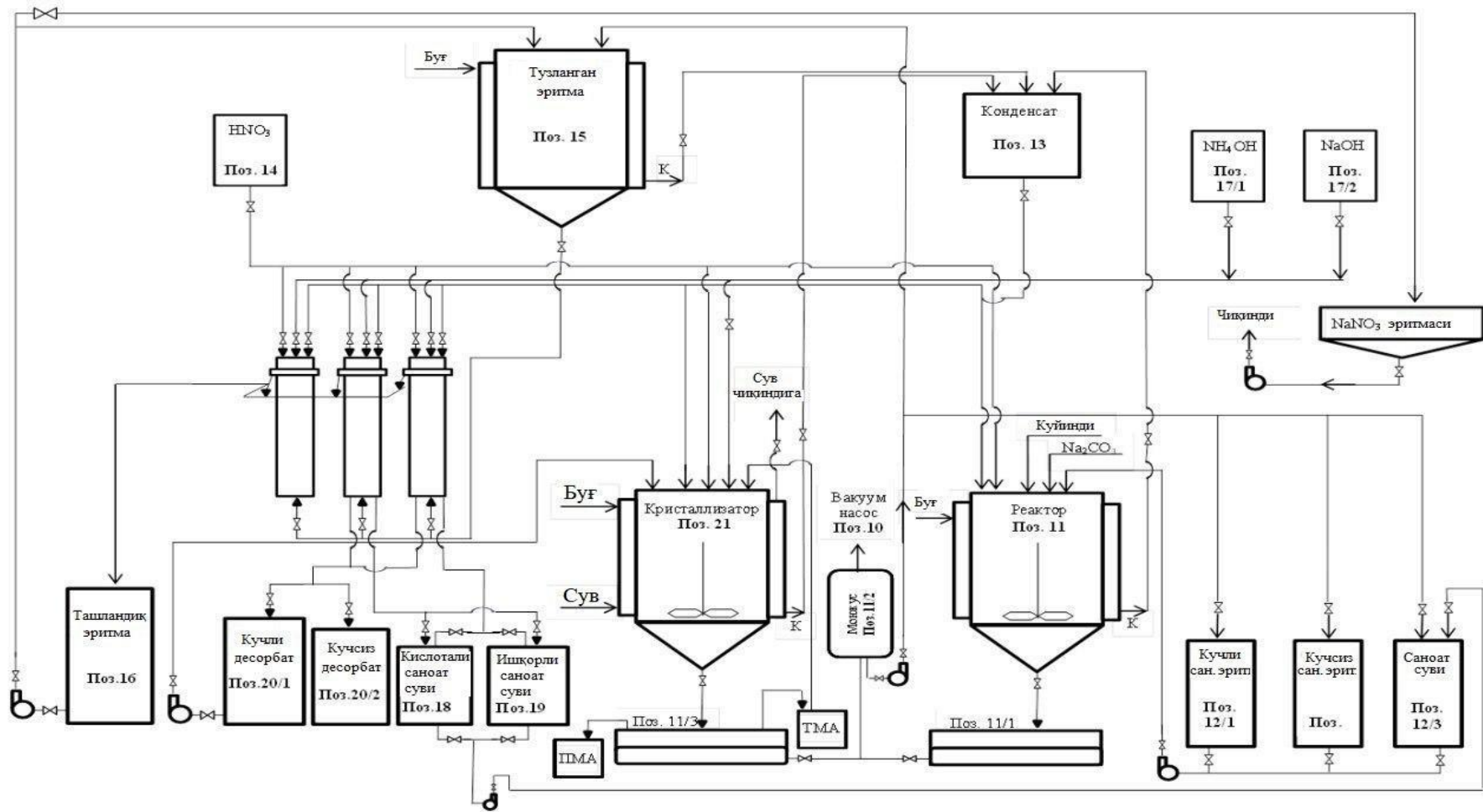
Адабиётлар таҳлилидан динамик шароитларда сорбциянинг икки даври мавжудлиги маълум: 1) тенг концентрация шароитининг шаклланиш даври τ_0 ; 2) тенг концентрациянинг шароитининг параллел равишда ўтказиш даври, $\tau_{пар}$.

Молибденнинг сорбцияси А-100 (Мо) ион алмашувчиси ёрдамида олти кетма-кет уланган колонналарда амалга оширилади, молибден билан тўйинган қатронлар десорбция ва АМК ишлаб чиқариш учун ва қатронларни қайта тўлдириш учун юборилади. Сорбция колонналари каскадидан эритмадан чиқарилган молибден (раффинат) А-170 қатронида рений сорбциясининг иккинчи циклига юборилади. Рений сорбциясининг иккинчи цикли биринчи циклга ўхшаб кетма-кет боғланган бешта колоннада амалга оширилади. Қатронлар тўйинганидан кейин рений элюати десорбцияланади ва ювинди сув ҳажмининг 50% гача буғлантирилади, анион рений кислотаси тузлари (АРК) эритмадан совутиш орқали кристалланади.

Тажриба синовлари ва тажриба-саноат ускуналарида ўтказилган синовлар натижалари шуни кўрсатадики, магнитли саралашда темирнинг 70% таркибида 29,6% гача темир бўлган темир концентрати шаклида ажратилганлиги, мис сульфиди кўринишидаги миснинг 90% ва сода-сулфат маҳсулдор эритмасидан чўкаётганлиги, содали эритмадан А-100 (Мо) анионитга молибденнинг 92,0 ÷ 95,1% АМСга ажралаётгани, А-170 анионитга ренийнинг 65,0 - 71,0% АРКга ажралаётгани аниқланди.



8-расм. Молибден саноати ташландиқ эритмалари ва ИЧБ эритмаларини қайта ишлашнинг технологик схемаси



9-расм. Тажриба-саноат бўлимнинг дастгохлар занжири схемаси

Синовлар «Олмалиқ КМК» АЖ мис эритиш заводида ишлаб чиқилган янги тажриба-саноат ускунасида ўтказилди. Синов натижалари лаборатория тажрибалари натижаларини тўлиқ тасдиқлади, натижада олинган тижорат маҳсулотлари ҳозирги давлат стандартларига тўлиқ мос келади.

Ушбу технологияни жорий этилиши қимматбаҳо компонентларни қўшимча равишда ажратиб олиш натижасида шубҳасиз иқтисодий самара беради ва саноат чиқиндилари кўпайиб кетган жойлардаги экологик вазиятни яхшилайти.

Хулосалар

1. Магнетит миқдори $1,33 \text{ т/м}^3$, ўртача таркиби, %: 4,8 Мо (шундан 2,1 оксидланган кўринишда ва 2,7 сульфид ҳолатида); 1,2 Cu; 0,03 Re; 0,24 W, шунингдек 9,5 Fe; 4,3 SiO₂ 2,58 I; As, P, Sb қўшимчалар; 6,0 ионалмашинув қатронлари (ишлатилган); 4,4 и/ч чиқиндиси (тош, щепи ва б.) ва 42% лик жигаранг тусга эга бўлган молибден саноати чиқиндиларидан шлам тавсия этилди.

2. Тажриба синовлари натижасида мг/л: 60000 NH₄NO₃; 80000 (NH₄)₂SO₄; 45000 NaNO₃; 12000 Na₂SO₄; 7,43-86,9 Мо; 14,67-1320 Cu; 2,71-5,20 Pb; 1,87-9,18 Re; 0,4 As; 1,59 S; 28,2 SiO₂; 962,24-4193,3 Ca; 28,1-966,1 Mg; 13,63-100,44 Al; 5,0-30,0 Ti; 67,33-599,54 Fe; 6,15-35,8 Ba; 0,32-4,04 Au; 1,03-14,09 Ag суюқ ташландик чиқиндиларнинг тузли таркиби тавсия этилди.

3. Намли магнитли сепарацияни қўллаш билан шламли майдон кекларидан (олинган концентрат таркибида 26,9% гача) темир бойитмаси олиш технологияси ишлаб чиқилди.

4. Магнитли сепарациядан сўнг ташланма кекни содали танлаб эритмага ўтказиш технологияси ишлаб чиқилди ва бунда молибденни ажралиш даражаси 88,9 % гача етди ва мисли чўкинди олиш билан шламли майдондан ташлама эритмаларни тозалаш технологияси ишлаб чиқилди. Бунда 22,4% гача мис миқдорли мисли концентрат олинди. Жараёнда мисни мис бойитмасига ажралиш даражаси 90,2 % ни ташкил этди.

5. Шламли майдон ташланма эритмаларидаги молибден ва ренийнинг аниқланган тузли ва кимёвий таркибига ва ионли ҳолатига асосан, уларни активлантирилган кўмирда ва ион алмашинув қатронда сорбциялаш, экстракциялаш усуллари билан фойдаланиш билан ажратиб олиш тавсия қилинди. Молибденни ташландик эритмалардан сорбциялаш (ажратиб олиш даражаси 95%) учун самарали ва юқори танловчанликка эга сорбент «Purolite» А-100 (Мо), ренийни сорбциялаш учун эса (ажралиш даражаси 88%) «Purolite» А-170(Re) сорбенти тавсия этилди.

6. Молибденни ва ренийни намли магнитли сепарация, содали танлаб эритмага ўтказиш, чўктириш, сорбция-десорбция усуллари билан фойдаланиш билан молибден оксиди ишлаб чиқаришнинг ташланма чиқиндиларини ва эритмаларини комплекс қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилди. Натижада, 99,8 % соф ҳолдаги ПМА охириги маҳсулоти олинди, шунингдек, йўл йўлакай 22,4 % мис сақлаган, 8,0 г/т олтин, 21,0 г/т кумуш таркибли бойитмаси (ярим маҳсулоти) тавсия этилди.

7. Тажриба-саноат қурилмасида ишлаб чиқилган технология синовлари ўтказилди ва олинган натижалар асосида «Олмалиқ КМК» АЖ нинг тайёр маҳсулотига қимматбаҳо компонентларни юқори даражали ажратиб олиш билан молибденни гидрометаллургик ишлаб чиқариш чиқиндиларини комплекс қайта ишлаш бўйича цех лойиҳасини ишлаб чиқишда фойдаланиш учун технологик регламент ишлаб чиқилди.

8. Сорбциялаш бўлинмаси ташландиқ эритмалардан натрийли селитра тайёр маҳсулотини ишлаб чиқариш бўйича техник ечим таклиф қилинди. ГОСТ 828-77 стандартга жавоб берувчи натрийли селитра олинди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ТАШКЕНТСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ»
ТАШКЕНТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

ШОДИЕВ АББОС НЕЪМАТ УГЛИ

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ
МОЛИБДЕНА, ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СБРОСНЫХ
РАСТВОРОВ МОЛИБДЕНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**05.02.01 – Материаловедение в машиностроении. Литейное производство. Термическая
обработка и обработка металлов давлением. Металлургия черных, цветных и редких
металлов» (технические науки)**

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

Ташкент– 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером В2019.2.PhD/T1132

Диссертация выполнена в Навоийском государственном горном институте.
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.gurfi.uz) и информационно-образовательном портале «ZİYONET» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	Хасанов Абдурашид Салиевич доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Якубов Матмуджон Махамаджонович доктор технических наук, профессор
	Худоёрв Сулейман Рашидович кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	Институт минеральных ресурсов

Защита диссертации состоится «8» сентября 2020 года в 11⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc 03/30.12.2019 К/Т.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а, тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan_va_taraqqiyo@mail.ru, в здании ГУП «Фан ва тараккиёт», 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номером №25). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан 3 сентября 2020 года (протокол реестра №25 от 28 августа 2020 г.).



С.С. Негматов

Председатель научного совета по присуждению учёных степеней, академик АНРУз

М.Г. Бабаханова

Учёный секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, к.х.н., с.н.с.

И.Талипов

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению учёных степеней, д.т.н., с.н.с.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время в современной гидрометаллургической промышленности для извлечения редких металлов сорбция широко используется для улучшения качества сырья и продуктов глубокой очистки технологических растворов. При этом большое значение имеют содово-сорбционные методы, которые в сочетании с другими известными методами (аммиачными, электрохимическим, экстракцией, мембранным и др.) могут обеспечить не только соблюдение экологических требований, но и регенерацию ценных компонентов.

На сегодняшний день, во всем мире из азотно-сернокислой пульпы молибден выделялся растворением молибденовой кислоты, а из жидкой фазы сорбцией аммиачные соли молибдена. Технология многостадийная и громоздкая в аппаратном оформлении, довольно низким извлечением молибдена, в результате которого молибден с твердыми отходами и растворами сбрасывались на хвостовое хозяйство. В этом аспекте разработка новых технологий и усовершенствование существующих технологий для повышения сквозного извлечения драгоценных металлов являются актуальными задачами науки и практики в производстве редких металлов. В республике горно-металлургическая промышленность страны добивается создания и внедрения новых инновационных и усовершенствованных технологий комплексной добычи всех драгоценных металлов с использованием полиметаллических руд. В Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи «повышения промышленности на качественно новый уровень, глубокой переработки местных источников сырья, ускорения производства готовой продукции, освоения новых видов продукции и технологий»¹. В этом аспекте важное значение имеет научное исследование, направленное усовершенствованию и разработке новых технологий для полного извлечения драгоценных металлов в аффинированном виде из отработанного электролита медного завода АО "Алмалыкский горно-металлургический комбинат".

Данное диссертационное исследование в определенной степени направлено на выполнение задач, предусмотренных в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-3145 от 24 июля 2017 года «О мерах по совершенствованию управления научно-исследовательскими и проектно-изыскательскими работами в сфере промышленного освоения месторождений рудных полезных ископаемых», в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4124 от 17 января 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли», в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с

¹ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

приоритетным направлением развития науки и технологий республики VIII. «Науки о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

Степень изученности проблемы. В области развития производства редких и драгоценных металлов из рудного сырья цветных металлов, а также извлечения их из отходов и вторичного сырья внесли свой значительный вклад такие зарубежные и отечественные ученые: Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г., Уткин Н.И., Тарасов В.П., Палант А.А., Трошкина И.Д., Чекмараев А.М., Пирматов Э.А., Шарипов Х.Т., Санакулов К.С., Юсупходжаев А.А., Якубов М.М., Хасанов А.С., Хаспулатов В.Ш., Chen T., Меретуков М.А., Dutrizac J., Hoffman J., Cooper W., Набойченко С.С., Степанов В.П., Смирнов М.П., Грейвер Т.Н. и др.

Вместе с тем, существуют проблемы, имеющие важное значение для науки и практики горно- металлургического производства редких металлов, которые связаны с проблемами комплексной переработкой минерального сырья и охраной окружающей среды, в частности, до извлечению редких и благородным металлов. Исследованию и разработке технологии извлечения молибдена, цветных и благородных металлов из сбросных растворов молибденового производства посвящена настоящая диссертационная работа.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего учебного учреждения. Диссертационная работа выполнена в рамках плана научно-исследовательских работ Навоийского государственного горного института, а также в рамках проекта прикладных исследований Министерства инновационного развития – А-ОТ-2019-4- «Технико-минералогическая оценка ценных компонентов (W, Mo, Fe, Re, Au, Ag, Cu) в отходах и полупродуктов НПО АГМК и разработка технологии их извлечения и получения товарной продукции-перрената аммония AP-O, аммония молибденовокислого и медного концентрата, содержащего благородные металлы» (2019-2021 гг.).

Целью исследования является разработка эффективной технологии извлечения молибдена, цветных и благородных металлов из сбросных растворов молибденового производства.

Задачи исследования:

изучение образования технологических отходов и сбросных растворов;

химическое исследование содового выщелачивания, сорбции и молибденового производства и определение минералогического и химического состава сбросных растворов молибденового производства;

определение условий содово-сорбционного выщелачивания молибдена и рения и сорбции при использовании различных марок смолы для определения оптимального сорбента;

физическая интенсификация ионообменных процессов извлечения анионов молибдена (VI) и рения (VII) из сбросных растворов с применением ионообменных смол А – 100 (Mo) и А – 170;

нахождение оптимальных условий сорбции с целью как совместного, так и селективного извлечения металлов из сбросных растворов сложного состава, исследование равновесных и кинетических параметров процесса;

на основании результатов, проведенных теоретических и практических исследований и их анализа разработать эффективную технологию комплексной

переработки сбросных растворов и твердых отходов с извлечением молибдена и других ценных компонентов.

Объектом исследования являются сбросные растворы гидрометаллургического производства молибдена Научно-производственного объединения «Редких металлов и твердых сплавов» АО «Алмалыкский ГМК».

Предметом исследования является разработка технологии извлечения молибдена, цветных и благородных металлов из сбросных растворов молибденового производства.

Методы исследования. Применены современные методы, включающие научно-техническую информацию по переработке промышленных отходов и сбросных растворов гидрометаллургических производств цветных и редких металлов; теоретические исследования с использованием аналитического, ионного состояния редких металлов в растворах; лабораторные эксперименты, опытно-промышленные испытания; электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, пробирный и химический методы анализа, математические методы обработки результатов лабораторных испытаний.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

изучены физико-химические закономерности содово-сорбционной технологии и определены способы интенсификации ионообменных процессов извлечения молибдена;

установлено, что оптимальными сорбентами для сорбции анионов молибдена (VI) из содового раствора являются ионообменные смолы А – 100 (Мо) и А – 170;

изучена кинетика процесса содового выщелачивания сбросных кеков и отходов, изучена термодинамика процесса выщелачивания и сорбции молибдена и определены оптимальные параметры ионообменной технологии;

разработана технологическая схема и схема цепи аппаратов извлечения молибдена и цветных металлов из сбросных растворов с применением содово-сорбционной технологии;

разработана технология получения концентрата меди методом цементации и с дальнейшей переработки кека конвертированием с попутным извлечением благородных металлов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны оптимальные параметры технологического процесса содово-сорбционного выщелачивания молибдена и рения;

определены способы интенсификация ионообменных процессов извлечения анионов молибдена (VI) и рения (VII) из сбросных растворов с применением ионообменных смолах А – 100 (Мо) и А – 170;

разработана новая технологическая схема извлечения молибдена и цветных металлов из сбросных растворов с применением содово-сорбционной технологии;

разработана технологическая инструкция «Содово-сорбционной технологии получения аммонийных парамолибдатов высокой чистоты из огарка обжига молибденового промпродукта МОФ» ;

разработана технология дополнительного получения меди и благородных металлов методом цементации и конвертированием медного концентрата.

Достоверность полученных результатов обоснована значительным объемом лабораторных и полупромышленных испытаний, сходимостью результатов испытаний

с лабораторными исследованиями, качеством полученных продуктов переработки сбросных растворов, а также актами лабораторных и опытно-промышленных испытаний.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в определении форм нахождения ионов ценных компонентов молибдена, рения, меди, железа и благородных металлов в твердых отходах и сбросных растворах и выбора ионно-обменных смол для избирательного извлечения молибдена и рения из сложного солевого состава сбросных растворов нитратов и сульфатов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в извлечении ценных компонентов молибдена, рения, меди, железа и благородных металлов из отходов в готовую продукцию. Полученная продукция имеет высокую рентабельность и конкурентоспособна на мировом рынке.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологии извлечения молибдена, цветных и благородных металлов из сбросных растворов молибденового производства:

предложена усовершенствованная новая технологическая схема извлечения молибдена, цветных и благородных металлов из сбросных растворов молибденового производства и внедрена в медеплавильном заводе АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка АО «АГМК» №АУ-004508 от 12 июня 2020 года). В результате обеспечены повышение степени извлечения молибдена и получение дополнительных продуктов - меди, золота и серебра;

разработанная технология содово-сорбционного растворения редких металлов и селективного извлечения молибдена из растворов содового выщелачивания и сбросных растворов со шламового поля на ионно-обменных смолах внедрена в медеплавильном заводе АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка АО «АГМК» №АУ-004508 от 12 июня 2020 года). В результате технологии позволило извлечение молибдена с чистотой 99,4-99,6 % из сбросных растворов молибденового производства.

Апробация результатов исследования. Апробация результатов данного исследования произведена на 6 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 12 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан для публикации основных результатов исследований, в том числе 2 статьи в республиканских и 3 зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 123 страницы компьютерного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуется объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты

исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе **«Современное состояние технологии переработки молибденовых концентратов и актуальные проблемы комплексного использования сырья»** проведен литературный анализ работ, обсуждаются достоинства и недостатки технологии извлечения молибдена и рения, меди, железа и благородных металлов, используемых на сегодняшний день, а также были анализированы традиционные технологии переработки твердых отходов и сбросных растворов молибденового производства.

В аналитическом обзоре рассмотрены ионообменные технологии извлечения молибдена из техногенных растворов, пути и возможности увеличения извлечения молибдена, также зарубежный опыт извлечения молибдена из твердых кеков методом азотнокислого выщелачивания. Аналитический обзор литературы свидетельствует о том, что исследования по интенсификации процессов сорбции с применением высокоэффективных сорбентов являются актуальными.

Во второй главе **«Выбор и обоснование объектов исследования и методики проведения экспериментов по разработке технологии извлечения молибдена из сбросных растворов»** были определены объекты исследования по образованию твердых и жидких отходов, изучены и анализированы химический и минералогический составы исследуемых материалов – объектов исследований, на основе данных химического и минералогического анализа разработаны методики проведения исследований по извлечению ценных компонентов из твердых отходов и промышленных стоков, разработана последовательность выполнения работ для каждого проводимого эксперимента, т.е. для проведения испытаний магнитной сепарации шламового кека, выщелачивания молибдена, меди и других компонентов в продуктивный раствор, осаждения меди из растворов, сорбционного извлечения молибдена, рения из объединенных растворов и утилизации промышленных стоков переработки. Опыты магнитного обогащения шламовых кеков проводились в лабораторном сепараторе с мощностью магнитного поля 360 кА/ч, в непрерывном режиме. При выполнении работы переменными являются следующие параметры: продолжительность сепарации (5, 10, 15 мин), соотношение Т:Ж = 1:1, 1:2, 1:3, температура (20, 30, 40 °С). Разработана методика для проведения исследований по разработке технологии извлечения молибдена, меди, рения и благородных металлов из объединенных растворов выщелачивания и растворов шламового поля НПО ПРМиТС АО "Алмалыкский ГМК".

В третьей главе диссертации **«Исследование и определение технологических параметров извлечения ценных компонентов из сбросных отходов и растворов»** описаны условия проведения ряда экспериментов по магнитной сепарации шламового кека азотнокислотного разложения молибденитового концентрата и Алмалыкского промпродукта содержащих 12,0 – 18,0 сульфидного железа, которое в процессе азотнокислой обработки до 95,0 – 98,0 % окисляются до трехвалентного состояния в форме гидратированных оксидов железа. Кроме того, в составе шламового кека содержится значительное количество ферромолибденового кека узла очистки производственных растворов молибдена от железа, содержащего до 30 % гидроксида железа. Исследованиями установлено, что оксиды и гидратированные оксиды железа

обладают слабыми магнитными свойствами, что является основой для магнитной сепарации железа из состава шламового кека. Экспериментами установлено, что мокрой магнитной сепарацией с добавлением магнитных частиц и ПАВ (полиакриламид) возможно выделение значительного количества железа в концентрат.

Далее проведены эксперименты по цементации меди из растворов после магнитной сепарации железа. Определено, что оптимальными условиями цементации меди являются: расход осадителя Na_2S – 150% от стехиометрического количества, температура 60°C, время 30 минут, при этом степень осаждения составило 95,8%. Получен концентрат с содержанием меди 22,4 %, золота 8,0 г/т, серебро 21,0 г/т.

Для извлечения молибдена и рения из немагнитной части шламового кека с содержанием, (г/л): 2,4 Мо; 0,011 Re подвергался двухстадийному содовому выщелачиванию. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

На магнитную сепарацию подавалось 300 мл в минуту пульпа шламового кека при Т:Ж=1:2. Из 1000,0 гр. кека получен 30 гр. отмагниченного продукта, остальная часть 70 гр. переходит в кек в хвостовую пульпу 200 мл.

Для разработки рациональной технологии проведены эксперименты по извлечению молибдена рения из объединенных растворов содового выщелачивания с сбросными растворами со шламового поля, (г/л): Мо 0,2÷2,0; Re 0,01÷0,05; NO_3 -25,2; SO_4 – 14,7.

Первая стадия выщелачивания: проба хвостового кека магнитной сепарации в количестве 200,0 г, с содержанием (в, %): 3,98 молибдена, 2,51 меди, при соотношении Т:Ж=1:4 и концентрации кальцинированной соды 120,0 г/л, при температуре 80,0-85,0°C в течение 2,0 часов подвержена выщелачиванию в лабораторном реакторе объёмом 3,0 литра, со скоростью перемешивания 120 об/мин.(таблица 2.)

Таблица 1

Результаты экспериментов по мокрой магнитной сепарации
шламового кека

№ пробы	Наименование продукта	Fe, %	Cu, %	Mo, %	Удельный вес, г/м ³
1	Исходный кек	9,5	1,2	4,8	1,33
2	Магнитная фракция	26,9	0,05	0,2	1,24
3	Отмагниченная фракция	1,8	2,4	5,2	1,41

Таблица 2

Результаты экспериментов 1-стадии выщелачивания по извлечению молибдена и других ценных компонентов из хвостов магнитной сепарации

№ опыта	Состав полученного раствора			Полученный кек:					
				Выход, %	W, %	Состав кека, %			ε, %
	Mo, г/л	Re, мг/л	Cu, мг/л			Mo	Cu	Fe	
1	18,6	50,2	81,0	78,75	50	1,63	3,6	1,34	63,7
2	19,8	45,8	78,0	79,5	52	1,53	3,66	1,53	65,7
3	21,8	620	74,0	82,0	47,5	1,48	3,4	1,34	68,3

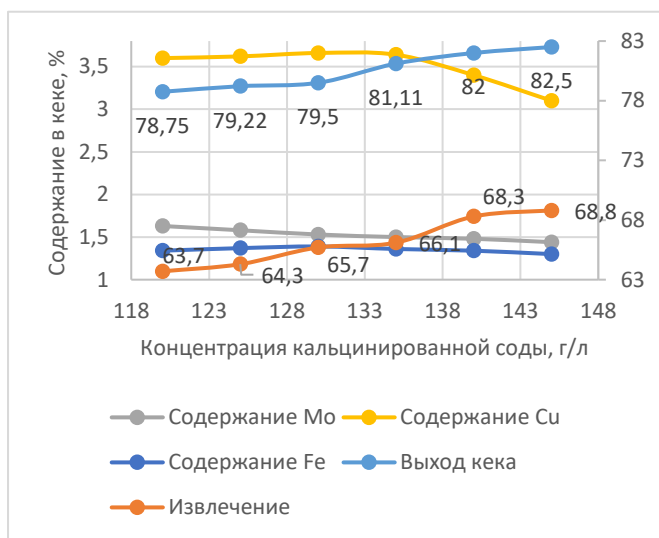


Рис.1. Влияние концентрации кальцинированной соды на процесс выщелачивания

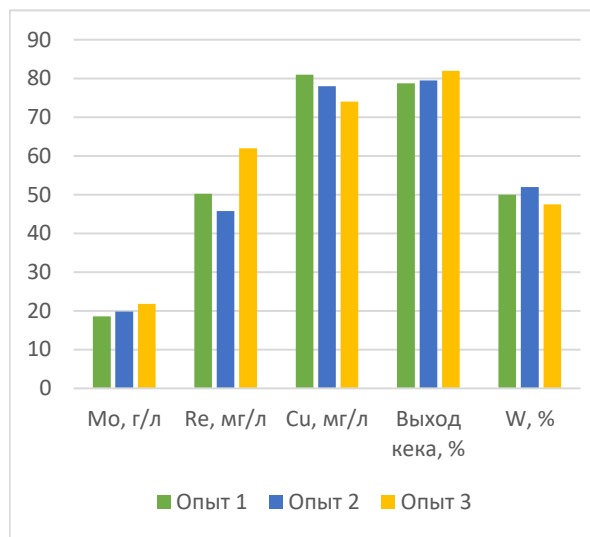


Рис. 2. Зависимость состава полученного раствора, выхода кека и влажности полученного кека от концентрации кальцинированной соды

а
рис
унк
е 1
при
вед
ен
ы
рез
уль
тат
ы
экс
пер
име

нтов 1-стадии выщелачивания по извлечению молибдена и других ценных компонентов из хвостов магнитной сепарации. Показано влияние концентрации кальцинированной соды на процесс выщелачивания на извлечение молибдена из растворов. По данным можно сделать вывод, что увеличение концентрации кальцинированной соды положительно влияет на степень извлечения молибдена. А резкий скачок наблюдается при подаче Na_2CO_3 концентрации 140-145 г/л. Дальнейшее увеличение концентрации не дает значимый результат. Получен молибдатный раствор с концентрацией: молибдена 18,6 г/л, рения 50,2 мг/л, меди 81,0 мг/л, железо не обнаружено, остаточное содержание кальцинированной соды составило 28,8 г/л, pH-9,0.

Получен кек, с выходом 78,75 % с влажностью 50,0 %, с содержанием (в %): молибдена 1,63, меди 3,6, железа 1,34. Степень извлечения молибдена из кека в раствор составила 63,7 %. Зависимость состава полученного раствора, выхода кека и влажности полученного кека от концентрации кальцинированной соды приведены на рисунке 2. С увеличением концентрации Na_2CO_3 в составе полученного раствора медь уменьшается, концентрация Mo увеличивается, т.е. переходит в раствор.

Вторая стадия выщелачивания: загружен в лабораторный реактор кек после первой стадии выщелачивания в количестве 157,5 г. с содержанием молибдена в кеке 1,63 %, при соотношении Т:Ж=1:4, с концентрацией кальцинированной соды в растворе 140,0 г/л., при температуре 80,0-85,0°C вели выщелачивание в течение 3,0 часов. Получен раствор молибдата натрия с концентрацией 8,2 г/л молибдена, 12,0 мг/л рения с остаточным содержанием кальцинированной соды 65,6 г/л. Получен вторичный кек с выходом 57,14 % , влажностью 52,0 %, с содержанием (в %): молибдена 1,48, меди 3,9, железа 2,4. Степень извлечения молибдена в раствор на второй стадии составил 69,17 % из кека первичного выщелачивания.

Таблица 3

Результаты экспериментов 2-стадии выщелачивания по извлечению молибдена и других ценных компонентов из хвостов магнитной сепарации

№ опыта	Состав полученного раствора			Полученный кека:					
	Mo, г/л	Re, мг/л	Na ₂ CO ₃ , г/л	Выход, %	W, %	Состав кека, %			ε, %
						Mo	Cu	Fe	
1	8,2	12,0	65,6	57,14	52,0	1,48	3,9	2,4	69,17
2	12,0	-	76,0	80,0	54,0	1,3	3,93	2,51	69,32
3	13,8	-	68,0	83,0	51,0	1,1	3,9	1,41	70,5

На рисунках 3 и 4 приведены результаты экспериментов 2-стадии выщелачивания по извлечению молибдена и других ценных компонентов из хвостов магнитной сепарации. Из рисунков можно сделать вывод, что выход кека прямо пропорционален содержанию Na₂CO₃ в растворе. На рисунке 4 показано, что при концентрации кальцинированной соды от 125 до 135 г/л наблюдается значимое изменение в процессе, т.е. выход кека увеличивается от 57,14 до 81,2 %.

Промывка: Кека второй стадии выщелачивания с содержанием молибдена 1,48 %, с в количестве 90,0 г загружен на промывку в лабораторный реактор с перемешивающим устройством в соотношении Т:Ж=1:5 для двухкратной промывки и получено 1,52 литра промывной воды с содержанием молибдена 4,2÷6,2 г/л, кальцинированной соды 32,0÷9,0 г/л. Выход промытого кека составил 70,0 % с влажностью 48,0 % с содержанием (в %) Mo 1,2, Re 0,016, MoS₂ 0,48, Fe 1,7, Cu 3,93. Степень извлечения молибдена в промывной раствор составила - 56,36%. В итоге двухстадийного выщелачивания и промывки кека достигнуто 79,9 % извлечение молибдена в раствор из шламового кека (рис. 3.8 и табл. 3.5).

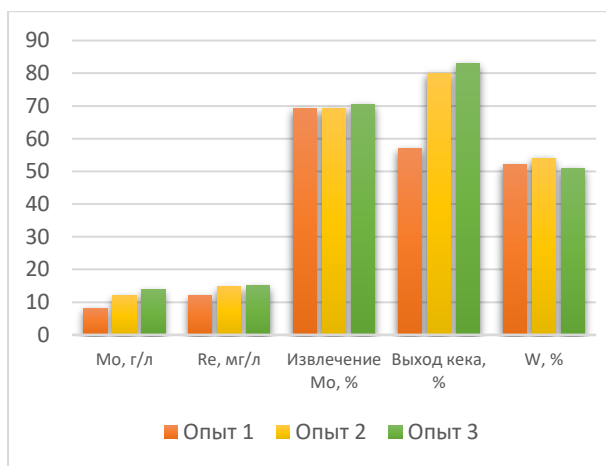


Рис. 3. Зависимость состава полученного раствора, выхода кека и влажности полученного кека от концентрации кальцинированной соды

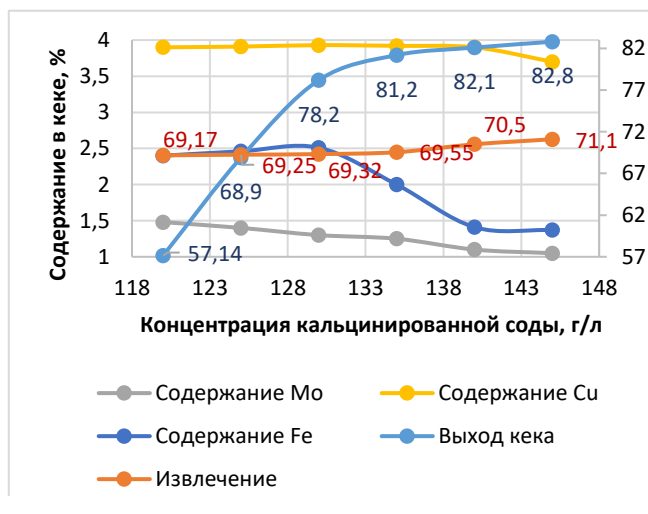


Рис. 4. Влияние концентрации кальцинированной соды на процесс выщелачивания (2-стадия выщелачивания)

На рисунке 5 показано, что при концентрации кальцинированной соды от 125 до 135 г/л наблюдается значимое изменение в процессе, т.е. выход кека увеличивается от 70 % до 86 %. Из рисунков 3.7. и 3.8. можно сделать вывод, что значимый результат изменения параметров процесса наблюдается при изменении концентрации кальцинированной соды в диапазоне 120÷135 г/л. Далее исследована сорбция молибдена и рения из объединенных растворов на ионообменных смолах А – 100 (Mo) и А – 170. Сходимость полученных результатов лабораторных исследований и опытно-промышленных испытаний

подтверждает, что разработанная технология двухстадийного содового выщелачивания с промывкой кеков обеспечит перевод молибдена в раствор в пределах 89,3÷ 90,1%, с содержанием 18,0-22,0 г/л молибдена и получать кеки с содержанием молибдена 1,0 ÷ 1,03 %.

В составе полученного кека также содержались медь (3,5÷3,9 %), золото 50,0г/т, серебро 84,0 г/т, которые являются попутным вторичным сырьем для извлечения ценных компонентов меди, золота и серебра. В процессе выщелачивания отмечено содержание рения в продуктивных растворах до 670,0 мг/л в зависимости от содержания его в исходном огарке. Известно, что маточные растворы узла магнитной сепарации шламового кека по химическому составу идентичные со сбросными растворами из шламового поля, так как шлам выделен из этого же раствора. Следовательно, исследование способов извлечения молибдена, рения и других ценных компонентов необходимо вести из объединённых растворов шламового поля, маточных растворов магнитной сепарации железа и текущих сбросных растворов действующего молибденового производства НПО.

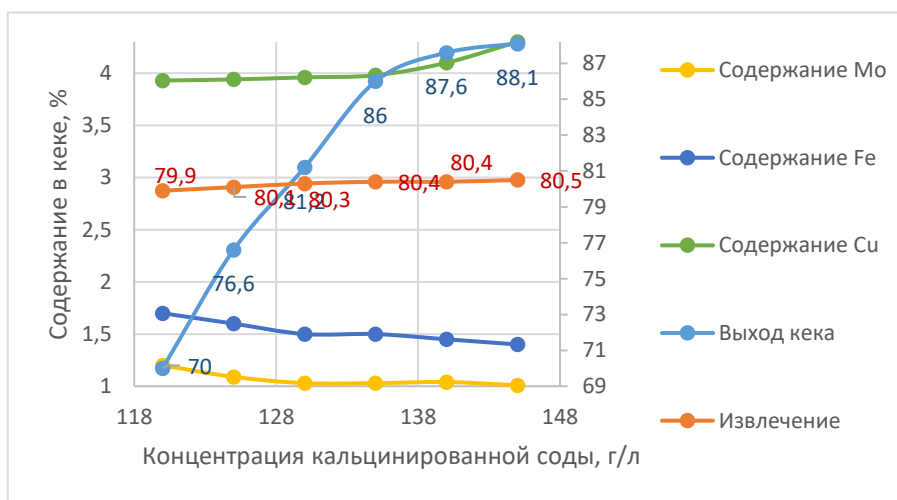


Рис. 5. Влияние концентрации кальцинированной соды на процесс выщелачивания (2-стадия выщелачивания)

Промышленный интерес представляет извлечение из этих растворов молибдена, меди, рения, золота и серебра.

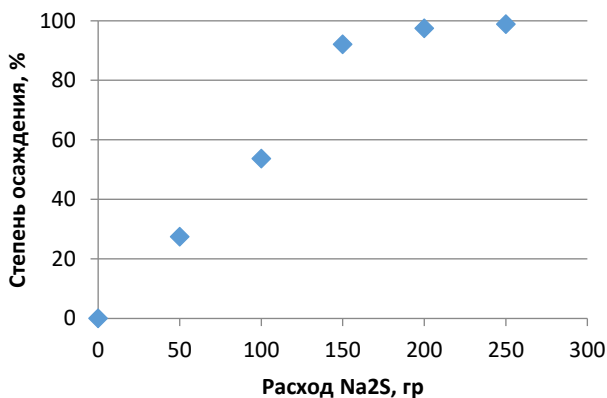


Рис. 6. Зависимость степени осаждения меди из сбросного раствора от расхода Na₂S

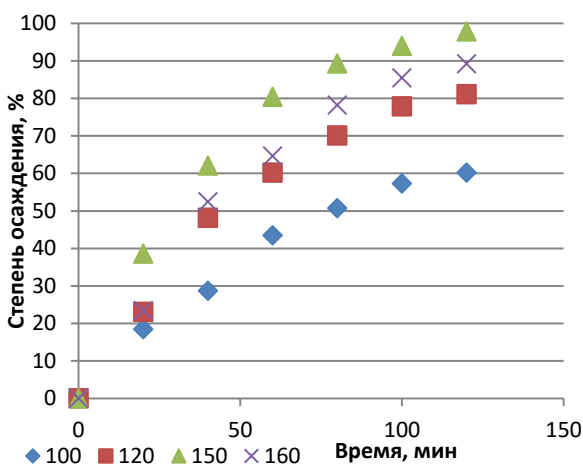


Рис. 7. Зависимость степени осаждения меди из сбросного раствора от времени контакта.

И

зв
стн
о,
что
в
дан
ны
х
рас

творах основным примесным элементом для извлечения молибдена и рения является медь в форме сульфата меди. Проведены теоретические и лабораторные исследования по очистке сбросных растворов от меди. Методика проведения эксперимента по цементации (осаждения) меди из сбросных растворов заключается в следующем: предварительно упариванием плотность раствора увеличивается с $d=1,15$ г/дм³ до плотности $d=1,18$ г/дм³, в лабораторный реактор объемом 5,0 литров набирают 3,0 литра упаренного сбросного раствора и добавляют расчетное количество сернистого натрия 100,0-200,0% от стехиометрически необходимого количества для осаждения меди, перемешивают при температуре не более 60,0-80,0°C, из раствора выпадают осадки сульфида меди, фильтрацией осадок отделяют от раствора. Полученные результаты лабораторных экспериментов по очистке сбросных растворов от меди представлены на рисунках 6 и 7. Из кривых видно, что с увеличением расхода сульфида натрия степень осаждения меди увеличивается и достигает 96 % при расходе Na₂S 250 гр. Также лабораторными испытаниями изучено влияние времени осаждения меди с применением сульфида натрия, который приводил к максимуму осаждению меди в течение 2 часов. Установлено, что оптимальным режимом осаждения (цементация) меди из сбросных растворов являются: расход Na₂S – не менее 150% от стехиометрического количества для осаждения меди, при температуре 60°C, времени - 30 минут. В установленном режиме степень осаждения меди из раствора достигает до 95,8%. При этом получают концентрат с содержанием меди - 22,4 %. Очищенные растворы от меди содержали (в, мг/л): 6,0 Cu, 86,6 Mo, 9,1 Re, 59,95Fe. Технические характеристики полученных ТМА и АМК разработанной сорбционной технологии представлены в таблице 4.

Лабораторными экспериментами и испытаниями на опытно промышленных установках установлено, что более эффективными и избирательными из экспериментируемых растворов являются для сорбции молибдена сорбент «Purolite» марки А-100 (Mo) и для сорбции рения сорбент «Purolite» марки А-170. Установлено, что извлечение молибдена из объединённых растворов составляет 95,0%, рения не менее 88,0%.

В четвертой главе диссертации **«Разработка технологии комплексной переработки сбросных отходов и растворов молибденового производства НПО»** приведены опытно-промышленные испытания, которые подтвердили результаты теоретических исследований и лабораторных экспериментов. Конечной продукцией переработки сбросных отходов и растворов со шламового поля были АМК, АРК, которые полностью соответствовали действующим ГОСТам. Принципиальная технологическая схема переработки отходов со шламового поля НПО «АО «АГМК» приведена на рисунке 8.

Технология осуществляется следующим образом: предварительно отфильтрованная пульпа со шламового поля при Т:Ж =1:2-2,5 поступает в реактор дозатор и направляется на магнитный сепаратор для отделения магнитной фракции (железо), от немагнитной. Магнитная фракция выделяется в виде концентрата, содержащего до 30,0% железа. Немагнитную часть шламовой пульпы, содержащей сульфидные соединения молибдена, железа и другие примеси, отделяли фильтрацией и подвергали содовому выщелачиванию, полученный продуктивный раствор направляли на очистку от примесей кремния, фосфора и мышьяка. Раствор, полученный после магнитной сепарации шламового кека, смешивали с осветленной

частью сбросного раствора со шламового поля. Из смешанного раствора осаждали медь с добавлением расчетного количества сернистого натрия. Маточный раствор, содержащий молибден и рений объединяли с продуктивным раствором содового выщелачивания немагнитной части шламового кека.

Таблица 4

Химический состав полученных опытных образцов ТМА и ПМА

Наименование показателя	Норма						
	Ts 00193950-083:2018		ГОСТ 2677-78	№ опыта			
Массовая доля	Сорт 1	Сорт 2		Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	Опыт №4
Молибденового ангидрида (MoO ₃), % не менее	76	74	78	67,33	83,66	92,87	91,17
Железа (Fe)%, не более	0,03	0,2	0,007	0,0025	0,004	0,017	0,007
Алюминия (Al)%, не более	0,005	0,04	0,005	0,0014	0,0014	0,0018	0,0017
Никеля (Ni)%, не более	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001	0,011	0,0037
Марганца (Mn)%, не более			0,01	0,001	0,001	0,001	0,001
Кремния (Si)%, не более	0,05	0,3	0,01	0,006	0,005	0,008	0,004
Кальция (Ca)%, не более			0,004	0,006	0,003	0,005	0,005

Магния (Mg)%, не более	0,001	0,001	0,0015	0,004	0,002	0,0036	0,0026
Мышьяк (As)%, не более	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
Фосфор (P)%, не более	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003		

Полученный раствор подвергается очистке от примесей. Раствор со шламового поля и продуктивный раствор выщелачивания немагнитной части шламового кека, также подвергали очистке от примесей кремния, фосфора и мышьяка. Из очищенного раствора сорбционным способом извлекается молибден и рений. Сорбцию молибдена проводили в шести последовательно соединенных колоннах с неподвижным слоем сорбента на ионите «Purolite» марки А-100 (Мо). Из насыщенной смолы раствором аммиака десорбировали молибден, из полученного раствора молибдата аммония кристаллизовали соли тетрамолибдата аммония (ТМА), из которого перекристаллизацией получали соли парамолибдата аммония (ПМА). Маточный раствор после сорбции молибдена (рафинат) направляли на сорбцию рения на смоле «Purolite»-170. Циклы сорбции и десорбции рения осуществляли в последовательно соединенных пяти колоннах с неподвижным слоем сорбента. Из насыщенной смолы осуществили десорбцию рения раствором аммиака, а полученный аммониевый раствор рения направляли на концентрирование упариванием, охлаждением из раствора и кристаллизацией соли аммоний рениево-кислый (АРК).

Технология осуществляется по следующей технологической схеме и схеме цепи аппаратов (рис. 8 и 9): отходы в виде пульпы из шламового поля при Т:Ж = 1:5-6 перекачиваются в реактор – дозатор, на сепараторе отделяют магнитную фракцию (железо), из немагнитной фракции фильтрацией отделяют твердые отходы из жидкой фазы медь осаждают сернистым натрием, раствор, содержащий молибден и рений направляют в сорбционный передел. На процесс сорбции в динамических условиях влияют статические факторы (параметры ионообменного равновесия), кинетические факторы (скорость обмена) и скорость движения раствора. Одновременный их учет дает динамику сорбции.

Из литературных источников известно представление о двух периодах сорбции в динамических условиях: 1) периоде формирования фронта равных концентраций (работающего слоя) τ_0 ; 2) периоде параллельного переноса фронта равных концентраций, $\tau_{пар}$. Сорбцию молибдена проводят в шести последовательно соединенных колоннах на ионите А-100 (Мо), насыщенную молибденом смолу направляют на десорбцию и получение АМК и перезарядку смолы. Вышедший из раствора из каскада колонн сорбции молибден (рафинат) направляют на второй цикл сорбции рения на смоле А-170. Второй цикл сорбции рения осуществляют аналогично первому циклу на пяти последовательно соединенных колоннах. После насыщения смолы осуществляют десорбцию рения элюат и промывную воду подвергают упарке до 50 % объема, охлаждением из раствора кристаллизуют соли аммоний рениевокислого (АРК).

В результате проведенных лабораторных экспериментов и испытаний на опытно-промышленной установке установлено, что при магнитной сепарации 70 % железа выделяют в виде железного концентрата с содержанием железа до 29,6 %, из

продуктивного содо-сульфатного раствора осаждают до 90 % медь в виде сульфида меди, из объединенного раствора на анионите А-100 (Мо) извлекают молибден 92,0÷95,1 % в АМК, на анионите А-170 извлекают рений 65,0 - 71,0 % в АРК.

Проведены испытания в новой разработанной опытно-промышленной установке МПЗ АО «Алмалыкский ГМК». Результаты испытаний полностью подтвердили результаты лабораторных экспериментов, полученная товарная продукция полностью соответствует действующим ГОСТ АМК, АРК.

Внедрение данной технологии даст несомненный экономический эффект благодаря дополнительному извлечению ценных компонентов и улучшит экологическую обстановку в местах скопления техногенных отходов.

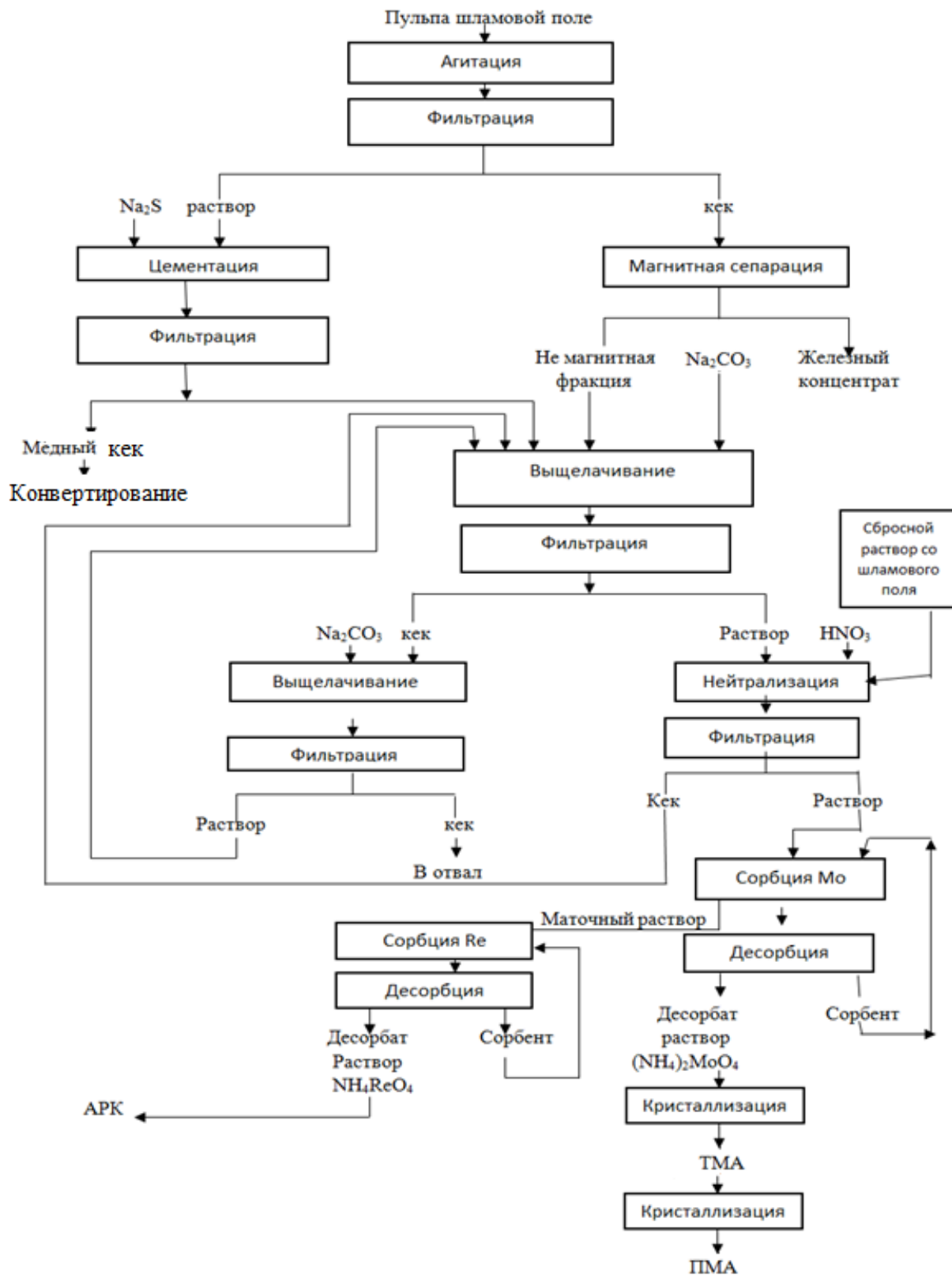


Рис. 8. Принципиальная технологическая схема переработки сбросных отходов и растворов НПО

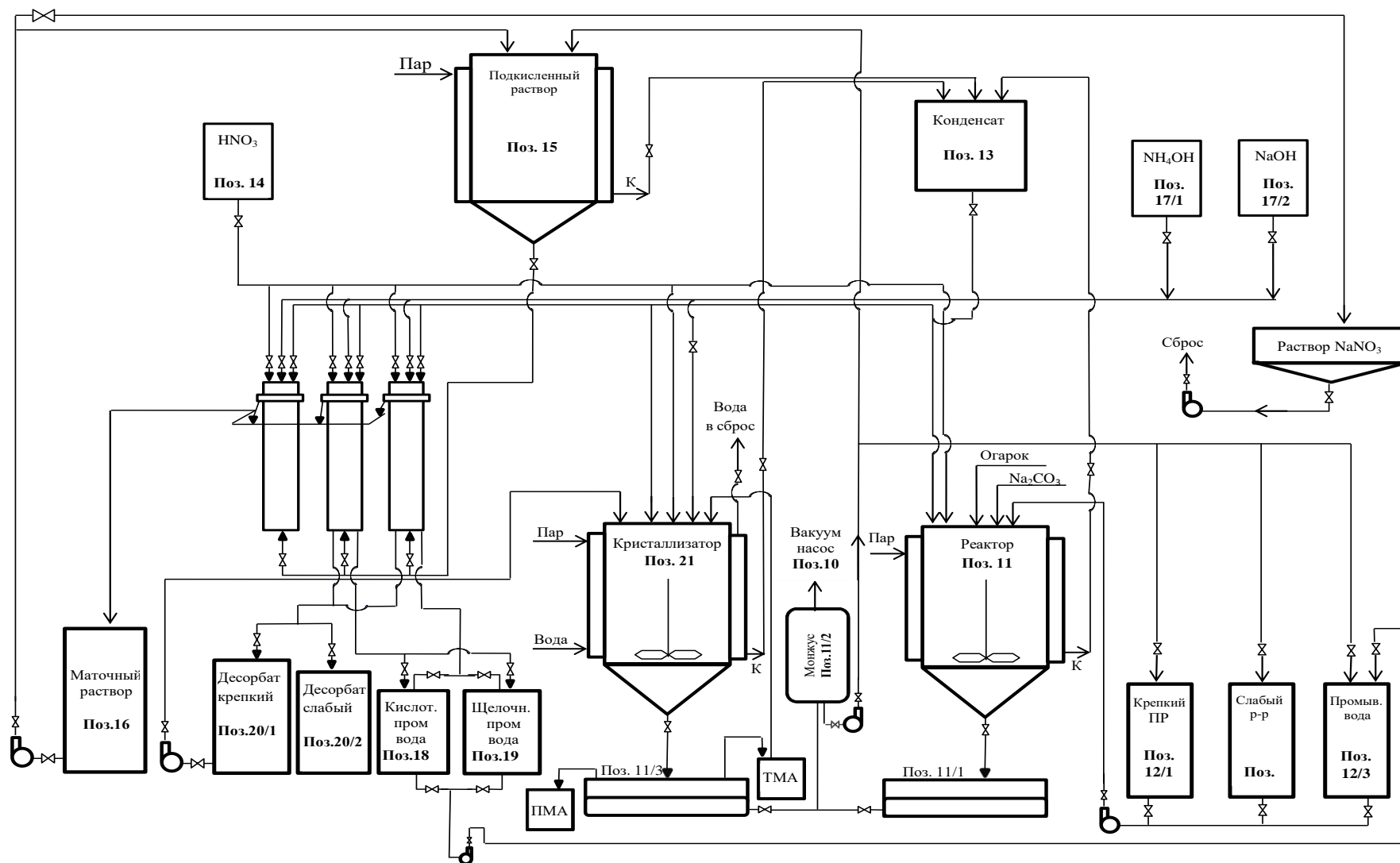


Рис. 9. Схема цепи аппаратов опытно-промышленного участка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В качестве исходного сырья предлагаются шламы коричнево-бурывого цвета из отходов молибденового производства, магнетит с удельным весом $1,33 \text{ т/м}^3$, содержит (усредненная проба, в %) 4,8 Мо (в т.ч. 2,1 окисленного и 2,7 сульфидного); 1,2 Cu; 0,03 Re; 0,24 W, а также 9,5 Fe; 4,3 SiO₂ 2,58 I; As, P, Sb следы; 6,0 ионнообменные смолы (б/у); 4,4 промышленный мусор (галька, щепка и пр.) и 42 влаги.

2. На основе исследований предложен солевой и элементный состав жидкой части (раствор) отходов (по усредненным пробам): (в мг/л): 60000 NH₄NO₃; 80000 (NH₄)₂SO₄; 45000 NaNO₃; 12000 Na₂SO₄; 7,43-86,9 Мо; 14,67-1320 Cu; 2,71-5,20 Pb; 1,87-9,18 Re; 0,4 As; 1,59 S; 28,2 SiO₂; 962,24-4193,3 Ca; 28,1-966,1 Mg; 13,63-100,44 Al; 5,0-30,0 Ti; 67,33-599,54 Fe; 6,15-35,8 Ba; 0,32-4,04 Au; 1,03-14,09 Ag.

3. Разработана технология очистки кеков шламового поля от железосодержащих примесей с применением мокрой магнитной сепарации.

4. Разработана технология содового выщелачивания сбросного кека, достигнуто извлечение молибдена в продуктивный раствор до 88,9 % и разработана технология очистки сбросных растворов со шламового поля от меди с получением медного осадка, при этом получен медный концентрат с содержанием меди до 22,4%. Извлечение меди в медный концентрат составило 90,2 %.

5. На основе установленного солевого и химического состава предложено ионное состояние молибдена и рения в сбросных растворах со шламового поля исследовано извлечение их с использованием методов экстракции, сорбции на активированном угле и ионообменных смолах. Предложено более эффективный и избирательный для сорбции молибдена сорбент «Purolite» А-100 (Мо) (извлечение молибдена из сбросных растворов составило 95,0 %) и для сорбции рения сорбент «Purolite» А-170 (степень сорбции до 88,0 %).

6. Разработана технология комплексной переработки сбросных отходов и растворов производства оксида молибдена с использованием способов мокрой магнитной сепарации, содового выщелачивания, осаждения, сорбции-десорбции молибдена и рения на ионообменных смолах. В результате получена конечная продукция ПМА с чистотой 99,8%, а также предложена технология попутного извлечения концентрата с содержанием меди 22,4 %, золота 8,0 г/т, серебра 21,0 г/т.

7. Разработана технология на основе опытно-промышленной установки и на основании полученных результатов подготовлен технологический регламент для проектирования проекта цеха по комплексной переработке отходов гидromеталлургического производства молибдена с высоким извлечением ценных компонентов в готовую продукцию НПО АО «Алмалыкский ГМК».

8. Рекомендовано техническое предложение для производства товарной натриевой селитры из сбросных растворов сорбционного передела. Получена натриевая селитра по качеству, соответствующая ГОСТ 828-77.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV
SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 AT STATE UNITARY ENTERPRISE
«FAN VA TARAKKIYOT»**

**STATE UNITARY ENTERPRISE «FAN VA TARAKKIYOT»
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

SHODIEV ABBOS NEMAT SON

**RESEARCH AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR
EXTRACTION OF MOLYBDENUM, NON-FERROUS AND NON-
REMEAL METALS FROM WASTE SOLUTIONS OF MOLYBDENUM
PRODUCTION**

05.02.01-Materials science in mechanical engineering. Foundry production.
Heat treatment and handling of metals pressure. Metallurgy
of ferrous, non-ferrous and rare metals (materials science and
metallurgy sciences)

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

Tashkent – 2020

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2019.2.PhD/T1132

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, English (resume)) on the scientific council website (www.gupft.uz) and on the website of «Ziyonet» information and educational portal (www.ziyonet.uz).

Scientific Consultant: **Hasanov Abdurashid Saliyevich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Yakubov Maxmudjon Maxamadjonovich**
doctor of technical sciences, professor

Xudoyorov Suleyman Rashidovich
candidate of technical sciences, docent

Leading organization: **Institute of mineral resources**

The defense will take place on 8 september 2020 at 11⁰⁰ the meeting of Scientific council DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (99871) 246-39-28/(99871) 227-12-73, e-mail: fan_va_taraqkiyot@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (is registered under №25). Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (99871) 246-39-28/(99871) 227-12-73.

Abstract of dissertation sent out on 3 september 2020 y.
(mailing report № 25 on «28» 08 2020 y.).



S.S. Negmatov
S.S. Negmatov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

M. G. Babakhanova
M. G. Babakhanova
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees,
candidate of chemical sciences, s.r.a.

N. Talipov
N. Talipov
Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, s.r.a.

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of research work development of an effective technology for the extraction of molybdenum, non-ferrous and noble metals from waste solutions of molybdenum production.

The objects of the research work the waste solutions of hydrometallurgical production of molybdenum of the Research and Production Association "Rare Metals and Hard Alloys" Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC.

Scientific novelty of the research work is as follows:

the physicochemical regularities of the soda-sorption technology have been studied and the methods for intensifying the ion-exchange processes of the extraction of molybdenum have been determined;

it was found that the optimal sorbents for the sorption of molybdenum (VI) anions from a soda solution are ion-exchange resins A - 100 (Mo) and A - 170;

the kinetics of the process of soda leaching of waste cakes and waste was studied, the thermodynamics of the process of leaching and sorption of molybdenum was studied, and the optimal parameters of the ion exchange technology were determined;

a technological scheme and a circuit diagram of the apparatus for extracting molybdenum and non-ferrous metals from waste solutions using soda-sorption technology have been developed;

a technology for producing copper concentrate by cementation and further processing of cake by converting with associated extraction of precious metals has been proposed.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results on the development of technology for the extraction of molybdenum, non-ferrous and noble metals from waste solutions of molybdenum production:

an improved new technological scheme for the extraction of molybdenum, non-ferrous and noble metals from waste solutions of molybdenum production was proposed and introduced in the copper smelter of JSC Almalyk Mining and Metallurgical Combine (reference of JSC AMMC No. AU-004508 dated June 12, 2020). As a result, an increase in the degree of extraction of molybdenum and an additional product - copper, gold and silver;

the developed technology of soda-sorption dissolution of rare metals and selective extraction of molybdenum from soda leaching solutions and waste solutions from the sludge field on ion-exchange resins was introduced in the copper smelting plant of JSC Almalyk Mining and Metallurgical Combine (reference of JSC AMMC No. AU-004508 dated 12 June 2020). As a result, the technology allowed the extraction of metallic molybdenum with a purity of 99,4-99,6% from waste solutions of molybdenum production.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, lists of used literature and applications. The volume of the thesis is 123 pages of computer text.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, part I)

1. Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Саидахмедов А.А., Туробов Ш.Н. Изучение возможности извлечения молибдена и рения из техногенных отходов // Горный вестник Узбекистана г. Навои. 2019г. -№3 С. 51-53. (05.00.00; №7).

2. Пирматов Э.А., Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Туробов Ш.Н., Хамидов С.Б. Современное оборудование, применяемое в гидрометаллургической переработке редких металлов. // UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ - Москва, 2019. - №11 С. 33-39. (02.00.00; №1).

3. Шодиев А.Н., Саидахмедов А.А., Туробов Ш.Н., Хакимов К.Ж., Эшонкулов У.Х. Исследование технологии извлечения редких и благородных металлов из сбросных растворов шламового поля. // UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ - Москва, 2020. - №5 С. 37-40. (02.00.00; №1).

4. Шарипов Х.Т., Пирматов Э.А., Шодиев А.Н., Хасанов А.С., Туробов Ш.Н. Изучение возможности извлечения молибдена и других металлов содовым выщелачиванием из отходов сбросных растворов // Композицион материаллар // – Ташкент, 2020. № 3. С. 56-59 (05.00.00; №13).

II бўлим (II часть, partII)

5. Шодиев А.Н., Туробов Ш.Н., Намазов С.З., Хамидов М.Б., Шукиров О.М., Яндашев А.А. Извлечение редких металлов из технологических растворов, образующихся при выщелачивании огарка. XII International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» BOSTON. (USA). October10-11, 2019 г. С. 22-28.

6. Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Туробов Ш.Н., Каршибоев Ш.Б., Рахимов К.Х., Ахматов А.А. Способы извлечения редких металлов из техногенных отходов металлургического производства. XIII International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» BOSTON. (USA). December 29-30, 2019 г. С. 17-23.

7. Шодиев А.Н., Туробов Ш.Н., Саидахмедов А.А., Хамидов С.Б. Исследование технологии извлечения ценных компонентов из отходов молибденового производства. Международная узбекско-белорусская научно-техническая конференция композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства Ташкент 2020 21-22 мая 2020 г. С. 292-294.

8. Шодиев А.Н., Саидахмедов А.А. Исследование технологии извлечения редких и благородных металлов из техногенных отходов // «Илм-фан тараққийетига ёшларнинг инновацион ёндошувлари» Қарши – 2020 г. 14-май С. 325-327

9. Пирматов Э.А., Пирматов А.Э., Хасанов А.С., Шодиев А.Н. Extracting ammonium perrenate from high purity molybdene solutions. International conference on «Integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects» Navoi, Uzb. 2019 y. P.56-60.

10. Шодиев А.Н., Хужакулов А.М., Олимов Ф.М., Ахмедова Д.А., Туробов Ш.Н. Исследование Возможности извлечения Редких металлов из отходов металлургического производства // ВЕСТНИК НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ - Москва, 2020 - №13. С. 26-31 (05.00.00; №13).

11. Пирматов Э.А., Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Азимов О.А. Research of technology for extraction of rare and noble metals from reset cues and sludge field solutions // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)- Москва, 2020. № 6, С. 13-18.

Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналидан 25.08.2020
йилда таҳрирдан ўтказилди.

Бичими 60x84¹/₁₆. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи: 2,5. Адади 100. Буюртма № 98.

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