

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

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК - ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

ХАКИМОВ КАМОЛ ЖЎРАЕВИЧ

КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ САНОАТИ ТЕХНОГЕН ЧИҚИНДИЛАРИНИ
ҚАЙТА ИШЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ ВА УЛАРДАН
ОҚИЛОНА ФОЙДАЛАНИШ

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

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2022

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

Хакимов Камол Жўраевич

Кон металлургия саноати техноген чиқиндиларини қайта ишлаш технологиясини яратиш ва улардан оқилона фойдаланиш..... 3

Хакимов Камол Жўраевич

Разработка и рациональное использование технологии переработки техногенных отходов горно-металлургической промышленности..... 21

Khakimov Kamol Juraevich

Development and rational use of technology for processing industrial waste from the mining and metallurgical industry.....37

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....40

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

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК- ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

ХАКИМОВ КАМОЛ ЖЎРАЕВИЧ

**Кон - металлургия саноати техноген чиқиндиларини қайта ишлаш
технологиясини яратиш ва улардан оқилона фойдаланиш**

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

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.1.PhD/Т2093 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Қарши муҳандислик - иқтисодиёт институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар: **Хасанов Абдурашид Солиевич**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Камолов Турсунбой Очилович**
техника фанлари доктори

Шарипов Хасан Турапович
кимё фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот: **Миллий технологик тадқиқотлар университети**
«МИСиС»нинг Олмалик шаҳридаги филиали

Диссертация ҳимояси Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУК ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «03» февраль 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-қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» ДУКнинг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (33-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 2022 йил «19» январь куни тарқатилди.
(2021 йил «13» декабрдаги № 33-21 -рақамли реестр баённомаси).



С.С. Негматов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, ЎзРФА академиги, т.ф.д., профессор

М.Э. Икратова
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., к.и.х.

А.М. Эминов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунё миқёсида XXI асрнинг ривожланиш стратегияси «Барқарор ривожланиш моҳияти» деб ном олган бўлиб, иқтисодиётнинг ривожланиши - биосфера барқарор мувозанатини бузмаган ҳолатда, табиий иқлимни ва ривожланиб бораётган муҳитни бузмаган ҳолатда олиб борилишини назарда тутди. Бу ўринда, техноген чиқиндилар жаҳон иқтисодиёти барқарор ривожланишига тўсқинлик қилувчи муаммо сифатида қаралиб, техноген чиқиндиларни ҳосил қилувчи етакчи корхоналар сифатида рангли металлургиянинг энг жадал ривожланувчи соҳаси мис, олтин ва кумуш ишлаб чиқариш саноати пешқадамлик қилади. Бунда техноген чиқиндиларни қайта ишлаб рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологияларини яратиш ҳамда амалиётга қўллаш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда олтин ишлаб чиқарувчи етакчи давлатлар техноген чиқиндиларни қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича кенг миқёсдаги тадқиқотларни олиб бормоқда. Олтин ва кумушни қайта ишлаш технологияси ҳозирда гравитация усулида бойитиш жараёнларини такомиллаштиришга катта эътибор берилмоқда. Бу борада металлургия саноати техноген чиқиндиларидан олтин, кумуш ва бошқа қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш жараёнида қолдиқ маҳсулот таркибида қимматбаҳо компонентлар миқдорини камайитириш кон-металлургия саноати амалиётида алоҳида аҳамиятга эга.

Республикада тоғ-кон металлургия саноати барча қимматли компонентларни комплекс ажратиб олиш мақсадида минерал хом ашёни, ҳусусан, техноген чиқиндиларни қайта ишлашнинг такомиллашган ва янги технологияларни ишлаб чиқишга катта эътибор қаратилиб, давлат стратегик ва иқтисодий аҳамиятга эга бўлган чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг тўртинчи бандида «...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 техноген чиқиндиларидан нодир металлларни 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» Фармонида, 2019 йил 23 июлдаги ПҚ 4401-сонли «Ер қаърини геологик жиҳатдан ўрганишни янада

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

такомиллаштириш ва хомашё базасини ривожлантириш ва қайта тиклаш давлат дастурини амалга ошириш чора – тадбирлари туғрисида», 2019 йил 4 октябрдаги ПҚ 4477 – сонли, «2019-2030 йиллар даврида Ўзбекистон Республикаси «яшил» иктисодиётига ўтиш стратегиясини тасдиқлаш туғрисида»ги қарорлари ҳамда ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга мазкур диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII. «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хом ашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Олтин таркибли техноген чиқиндилар, уларни бойитишда гравитацион технологияларни қўллаш ва ундан олтин таркибли гравитацион бойитма олиш бўйича илмий ишланмалар ривожига қуйидаги олимлар ўзларининг хиссаларини қўшганлар: В.Н. Шохин, А.Г. Лопатин, М.Д. Барский, В.П.Быстров, С.С. Набойченко, С.И. Митрофанов, С.М. Кожажметов, М.С. Благов, И.Н. Плаксин, П.В. Ляшченко, С.И. Полкин, Э.В. Адамов, К.А. Разумов, И.В.Шадрунова, О.В.Замятин, С.А.Квятковский, С.С. Негматов, Қ.С Санақулов, А.А. Юсупходжаев, М.М. Муталова, С.А. Абдурахмонов, О.М. Мустақимов, А.С. Хасанов, Э.А. Пирматов, Х.А. Аҳмедов, Х.Т. Шарипов, Ш. Даминова, М.Г. Сағдиева, А.Н. Шодиев, Б.Т. Бердияров ва бошқалар тадқиқот ишлари олиб борганлар.

Мавжуд ишларни таҳлил қилиш асосида шуни таъкидлаш керакки, техноген чиқиндиларни қайта ишлаш орқали, нодир ва рангли металлларни ажратиш олиш бўйича барча таклиф қилинган тадқиқот ишлари, чиқиндилар таркибидаги тўпланган олтин, кумуш ва бошқа қимматбаҳо металлларнинг миқдорини камайтириш бўйича комплекс тадқиқотлар олиб борилган. Шу билан бир қаторда техноген чиқиндилар таркибидан олтин ва бошқа қимматбаҳо компонентларни кейинчалик қайта ишланмайдиган миқдоргача ажратиш олиш муаммоси тўлиқ ўрганилмаган. Ушбу диссертация техноген чиқиндилар таркибидан мис, олтин, кумуш ва қимматбаҳо металлларни ажратиш олиш учун қулай шароитлар яратиш каби муаммоларни ҳал қилишга бағишланган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги «Фан ва тараққиёт» Давлат унитар корхонасининг илмий тадқиқот режасига мувофиқ №02 – 2088 «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ ва «Фан ва тараққиёт» Давлат унитар корхонаси ўртасидаги «Олтин ишлаб чиқаришнинг чиқиндисиз, энергия - ва ресурс тежамкор экологик тоза технологиясини қўллаш» ва № 1/05.2021 - сонли «На проведение лабораторных испытаний» мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади кон металлургия саноати техноген чиқиндиларини қайта ишлаш технологиясини яратиш ва улардан оқилона фойдаланишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

оксидланган маъдан намуналарининг минерал таркиби ва унинг кимёвий, физик хусусиятларини ўрганиш орқали металлларни синфлар бўйлаб тақсимлаш билан дастлабки чиқиндиларни тўлиқ элакли илмий таҳлил қилиш ва унинг қонуниятларини аниқлаш;

тажриба натижасида маъдандаги нодир металлларнинг эритмага ўтиш, кислота сиғими, унинг сарфи учун мақбул омилларини тадқиқ қилиш;

гравитацион усул билан Чодак конидаги эски техноген чиқиндиларнинг эрувчанлик даражаси ва бирикмадан ажратиб олиш хусусиятларини ва унинг фазавий таркибини илмий тадқиқ этиб тузилиши, цианда эриш даражаси ва кимёвий хоссалари орасидаги боғлиқликни аниқлаш;

гравитация усули билан олтин ва кумушни ажратиб олишга асосланган технологияни яратиш ва уни тажриба-саноатда синаб кўриб, энг мақбул омилларини қўллаш;

чиқиндиларни гравитацион усулда бойитишнинг асосий технологик кўрсаткичларини ишлаб чиқиш ва технологик регламент яратиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида «Қалмоққир» кони балансдан ташқари 9-уюмдаги оксидланган рудалар ва Чодак кони олтин бойитиш фабрикасининг қолдиқ техноген чиқиндилари танланган.

Тадқиқотнинг предмети Қалмоққир кони балансдан ташқаридаги оксидли рудани аналитик таҳлил этиб ундан мис, олтин ва кумушни ажратиб олиш ва Чодак кони консервация қилинган техноген чиқиндиларини гравитация жараёнини қўллаган ҳолда нодир металлларни ажратиб олиш технологияларни яратиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда замонавий комплекс тадқиқот усуллари рентгенофазавий таҳлил, геологик-технологик хариталаш усуллари, тажриба саноат синовлари, гранулометриқ таҳлил, пробиркали, кимёвий, минерологик ва фазали таҳлил усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

оксидланган балансдан ташқари рудаларни қайта ишлаш технологияси яратилган ва консервация қилинган техноген чиқиндилардан нодир металлларни ажратиб олиш технологиясини қўллашнинг назарий ва илмий имкониятлари асосланган;

балансдан ташқари оксидли рудани қайта ишлашнинг кислота сарфига боғлиқ ҳолда энг мақбул технологик омиллари ва гидрометаллургик технологияси ишлаб чиқилди;

эски консервация қилинган олтин таркибли техноген чиқиндининг кимёвий ва минерологик таркибидаги олтинни нано ва микро зарраларининг гранулометриқ таркиби, майинлиги илмий асосланган ҳолда гравитация ва цианлаш натижасида ажратиб олиш имкониятлари ишлаб чиқилган;

гравитация усулининг асосий технологик омиллари илмий асосланиб, унинг жараёнга таъсир этувчи қонуниятлари ишлаб чиқилган;

олтин таркибли эски техноген чиқиндидан олтин ва кумушни ажратиб олишнинг энг мақбул гравитацион технологияси яратилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

оксидланган рудалар таркибидаги керакли компонентлар ва рангли нодир металлларнинг кинетик хусусиятлари аниқланган ва улардан ажратиб олиш усуллари тажрибада синаб кўрилиб, мақбул усул танланган;

оксидланган балансдан ташқари рудалардан рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологияси ишлаб чиқилган;

Чодак кони эски техноген чиқиндидан нодир металлларни ажратиб олиш гравитация технологияси яратилган;

Чодак кони эски техноген чиқиндидан олтинни ажратиб олиш даражаси 75% гача ва кумуш 78% гача кўтарилиб, таркибида 3,5-5 г/т гача бўлган олтин ҳамда 18-28 г/т гача кумушли бойитма олинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги етарли даражада ўтказилган лаборатория ва ярим-саноат тажрибалари, хар иккала тавсия этилган жараёнда ҳам мисли оксидли рудаларини қайта ишлаш ҳамда Чодак кони техноген чиқиндиларини қайта ишлаш технологиясидаги дастлабки хом ашё ва кейинги бойитманинг минералогик, кимёвий, физикавий ҳамда фазавий тахлиллари, тадқиқотлар натижасида олинган бойитма таркибида олтин ва кумушнинг юқори концентрацияси ва қолдиқ маҳсулот таркибида олтин ва бошқа қимматбаҳо компонентларнинг минимал даражада қолиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотнинг илмий аҳамияти шундан иборатки, техноген чиқиндиларни қайта ишлаш бўйича барча олинган натижалар жадвал, диаграмма, фазовий тахлиллар ҳамда график усулларида ўрганилиб, у жараёнга таъсир қилувчи барча асосий технологик омилларнинг муқобил варианты ишлаб чиқилди ва назарий жиҳатдан асосланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган техноген чиқиндиларни қайта ишлаш борасидаги олинган натижалар ойига қўшимча равишда мис, 3 кг дан ортиқ олтин ва 20 кг дан ортиқ кумуш олинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Кон металлургия саноати техноген чиқиндиларини қайта ишлаш технологиясини яратиш ва улардан оқилона фойдаланиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Қалмоққир кони балансдан ташқари оксидли рудалардан мис ва нодир металлларни ажратиб олиш технологияси «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ нодир металллар ажратиб олиш жараёнида жорий этилган («Олмалик КМК» АЖнинг 2021 йил 9 декабрдаги №АС-010095-сон маълумотномаси). Натижада мисни эритмага ўтказиб, ундаги олтин ва кумушни гравитация усули билан қайта бойитиш ва тозалаш усуллари орқали гравитация бойитма ва қолдиқ чиқиндини олиш имконини берган;

Чодак конига қарашли техноген чиқинди таркибида ўртача олтин – 0,67 г/т ва кумуш 13 г/т бўлган, устки қисми консервация қилинган, чиқиндиларни қайта ишлаш технологияси «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ нодир металлларни ажратиб олиш жараёнида жорий этилган («Олмалиқ КМК» АЖнинг 2021 йил 9 декабрдаги №АС-010095-сон маълумотномаси). Натижада Чодак кони чиқиндиларини гравитацион бойитишда 1 йилда қўшимча 98 кг олтин ва 108 кг кумуш металлларини ажратиб олиш, чиқиндиларни қайта ишлаш орқали чиқиндилар таркибидаги олтинни 0,13 г/т га ва кумушни 1,3 г/т гача камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг натижалари 2 та халқаро ҳамда 4 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 12 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола, жумладан 2 та республика ва 5 та ҳорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 115 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.

«Техноген чиқиндилар ва балансдан ташқари рудаларни қайта ишлашнинг замонавий ҳолати» деб номланган биринчи бобда техноген чиқиндиларни комплекс қайта ишлаш ва уларнинг таркибидан олтин, кумуш, рангли ва ноёб металлларни ажратиб олиш технологияларини яратиш ва ишлаб чиқаришга жорий этиш муаммолари, Олмалиқ кон – металлургия комбинати АЖда техноген чиқиндиларни батафсил илмий тадқиқот қилиш учун балансдан ташқари “Қалмоққир” рудаларини ўрганиб чиқилганлиги, оксидланган рудалар ҳақида батафсил маълумот берилган.

Фойдали қазилмаларни қазиб олишнинг кўпайиши гравитация усулида бойитиш усуллариининг ривожланишига асос бўлди. Полиметалл ва таркибида олтин сақловчи рудаларни қайта ишлашда бошқа бойитиш жараёнлари билан бир қаторда гравитация жараёнларнинг роли ва аҳамияти йилдан-йилга ортиб

бормокда. Ҳозирда гравитация жараёнларни такомиллаштиришга катта эътибор берилмокда. «Механобр инжиниринг» АЖ, «Гинтцветмет», «Гипронискел институти» МЧЖ, «НИИИПИ ТОМС» МЧЖ, Оутотес «(Финляндия), ОАЖ» Геология фанлари маркази; «Бойитиш металлургияси» (Қозоғистон), «Ўзгеорангметлити», Тош ГТУ қошидаги «Фан ва тарағиёт» давлат унитар корхонаси (Ўзбекистон), Ўзбекистон Республикаси Давлат геология кўмитаси хузуридаги «Минерал ресурслар институти» ва «Иргиредмет» (Россия Федератсияси), «Метсо» компаниялари илмий-тадқиқот институтлари томонидан юқори илмий даражада илмий-тадқиқот ва лойиҳалаш ишлари олиб борилмокда.

Диссертациянинг иккинчи «Тадқиқот объекти ва усуллари» бобида тадқиқотнинг объектлари сифатида «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ га қарашли, «Қалмоққир» кони балансдан ташқаридаги 9-уюмдаги оксидланган рудалар ва Чодак кони олтин бойитиш фабрикасининг қолдиқ техноген чиқиндилари танланган. Олмалик кон-металлургия комбинати АЖ конларида балансдан ташқари оксидли, сульфидли ва аралаш маъданлар 65,4°млн т. ортиқ хажмда жойлашган бўлиб, илмий тадқиқотимиз 9 чиқинди уюми ва Чодак конига қарашли чиқинди омбори бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилди. Илмий иш бўйича бажарилган тадқиқот натижалари бўйича шу нарса аниқландики, «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ уюмларида ва Чодак конига қарашли техноген чиқиндилар таркибидан мис, олтин ва кумушни ажратиб олишда ва қайта ишлаш технологиясидан фойдаланилган.

Шунга боғлиқ ҳолда, геологик – технологик хариталаш намуналарини тадқиқ қилиш кўрсатилган технологияни қўллаган ҳолда олиб борилди.

«Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ га қарашли оксидланган рудаларининг 1 та ташкил этувчи геологик – технологик хариталаш бўйича илмий тадқиқот олиб борилди. № 9 уюмининг намуналар тавсифи 1-жадвалда берилган. Олмалик кон-металлургия комбинати АЖ даги оксидланган маъданлар намуналаридаги маъдан ҳосил қилувчи элементлар темир ва олтингургурт билан ифодаланган. Темир миқдори 4,0-7,10% миқдорда бўлади.

Оксидланган шаклдаги темир кўп. Олтингургуртнинг масса улуши 0,20-2,2% ташкил этади. Оксидланган маъданларда асосий қимматбаҳо компонентлар мис ва олтин ҳисобланади. Намуналарда мис миқдори 0,120-0,7% чегараларда бўлади. 9 - уюм намуналарида Си деярли тўлиқ оксидланган шаклда бўлади, 92,0-95,0% ташкил этади. Айрим намуналарда сульфидли ва оксидланган Си нисбатан тенг ўзаро нисбатда бўлади.

1-жадвал

№ 9 чиқинди уюмидан олинган намуна таснифи

Уюм номи	Руда захиралари, минг. т*	Уюмлардаги оксидланган маъданларнинг умумий захира улуши	Намунанинг ҳақиқий массаси, кг
№ 9	3806,1	5,9	100,0

«Қалмоққир» конининг руда намунасида рангли металллар орасида мис 0,175% миқдорда аниқланган. 2-жадвалда маълумотлари бўйича шу нарса

аниқландики, мис 60% сульфидли шаклда ифодаланган, 48% мис оксидланган шаклда бўлади, бу мутлак миқдорда 0,09% ташкил этади.

2-жадвал

Балансдан ташқари маъдан намунасида миснинг фазавий таҳлили

Миқдори	Мис шакллари				Жами
	Сульфидли		Оксидланган		
	Бирламчи	Иккиламчи	Боғланган	Эркин	
Мутлак,%	0,085	0,010	0,019	0,053	0,164
Нисбий,%	50,8	7,0	12,0	30,2	100,0

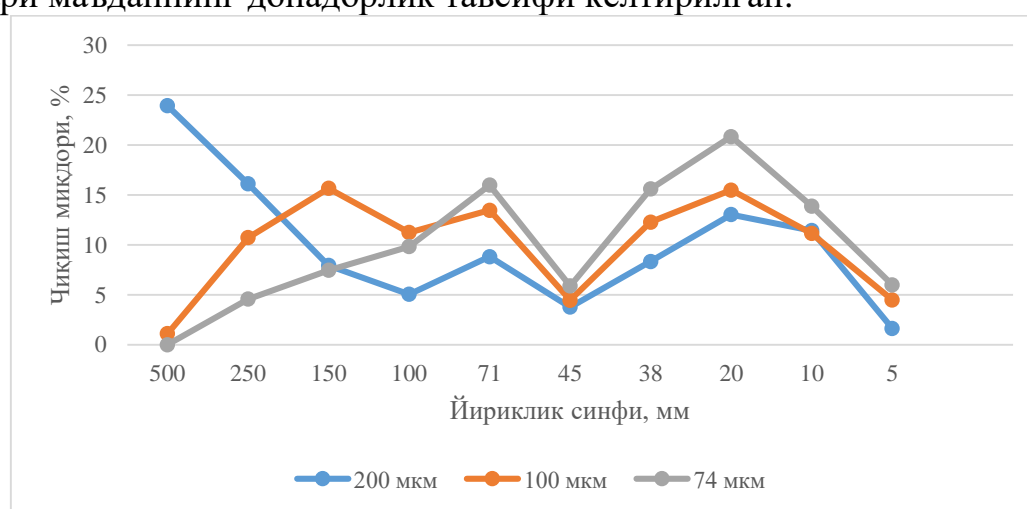
Балансдан ташқари маъдан намунасидаги олтин ва кумуш миқдори бевосита пробали таҳлил усули билан аниқланди. Натижалар ишончлилигини ошириш учун таҳлил тўртта параллел тортилган миқдорларда бажарилди. Пробали таҳлил натижалари 3-жадвалда келтирилган. Пробали таҳлил маълумотлари бўйича намунада олтиннинг ўртача миқдори 0,46 г/т ташкил этади, намуна чегараларида ушбу кўрсаткич озроқ ўзгаради. Кумуш миқдори ўртача 2,24 г/т ташкил этади.

3-жадвал

Балансдан ташқари намунада олтин ва кумушнинг пробирли таҳлили натижалари

Тортилган руда рақами	Миқдори, г/т	
	Au	Ag
1	0.51	1.85
2	0.36	1.76
3	0.42	2.41
4	0.47	2.28
Ўртача	0.46	2.24

1-расмда олинган натижа янчишнинг турли йириклигида балансдан ташқари маъданнинг донадорлик тавсифи келтирилган.



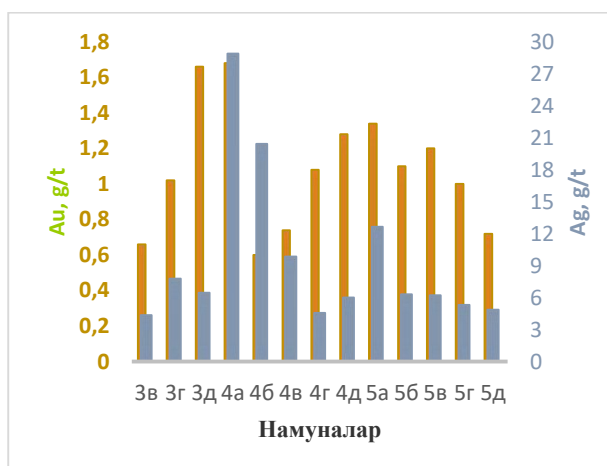
1-расм. Янчишнинг ҳар хил йириклигида балансдан ташқари маъдан намунасининг донадорлик тавсифи

2-расмда турли йирикликкача янчилган маъданда зарралар очилиши даражаси бўйича халькопиритнинг тақсимланиши ҳақида маълумотлар берилган. Олиб борилган тадқиқотларда шу нарса аниқландики, балансдан ташқари маъдан намунасида олтиннинг йириклиги 10 мкм дан ошмайди, металлнинг асосий масса улуши - 47,13% йирикликнинг 0-2 мкм оралиғида тўпланган.

Чодак конидан олинган дастлабки наъмунадаги ва кекни қайта ишланган маҳсулоти концентратини минералогик таҳлили амалга оширилди. Кек концентрати руда намунасининг аралашган турига киради: а) сульфид; б) магнетит-гематит; в) оксидланган минераллар. Кек концентрати % ларда: пирит ~ 5; арсенопирит ~ 1-3; темир гидроксидлари ~ 3-5; магнетит + гематит ~ 1-2; халькопирит - ноёб белгилар; сфалерит, пирротит ва аргентит - бир белгилар ва иккиламчи гиперген минераллар - борнит, халькоцит, ковеллитдан ташкил топади.



2-расм. Зарралар очилиши даражаси бўйича халькопиритнинг тақсимланиши



3-расм. Турли чуқурликдан олинган наъмуналар таркибидаги олтин ва кумушнинг миқдори

Чиқиндихонанинг 3 қатлаmidан 3 турдаги наъмуналар олинди (усти қатлам 1-2,5 м, ўрта қатлам 4,0-5,5 м, остки қатлам 6,0-7,0 м) ва ҳар бир қатламдан олинган наъмуналарни майдаланган ва майдаланмаган ҳолда гранулометриқ таркибини таҳлил қилинди (3-расм).

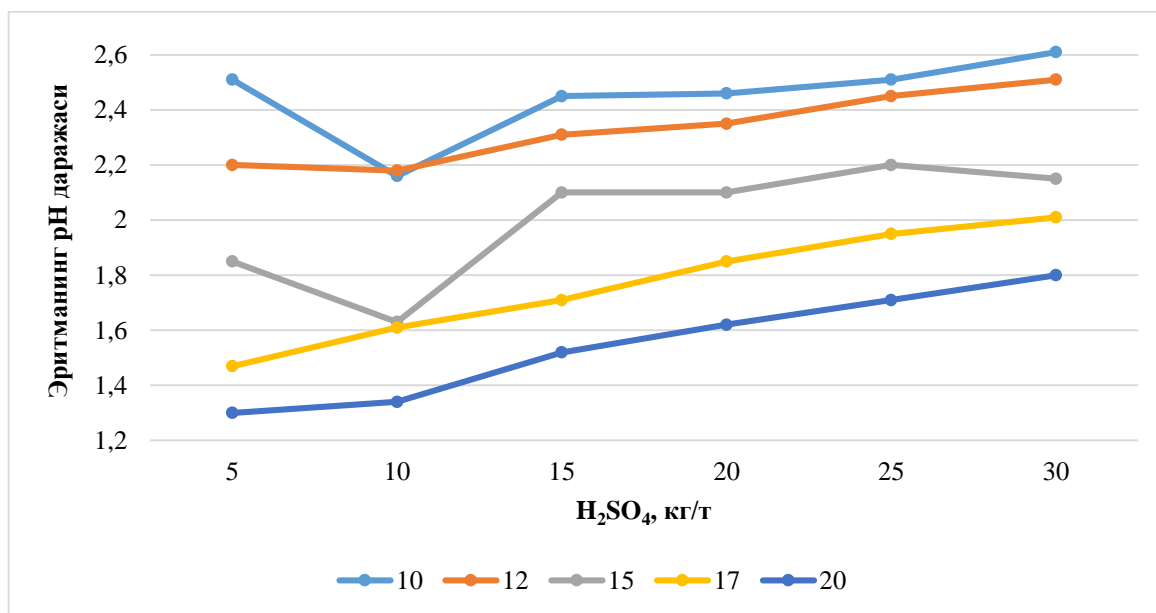
Диссертациянинг «Гидрометаллургия усули билан бойитилувчанликни тадқиқ қилишнинг назарий ва амалий асослари» номли учинчи бобида бойитишнинг гравитацияли усуллари билан тадқиқ қилишга «Қалмоққир» кони балансдан ташқари рудалар намунаси киритилди.

Модда таркибини ўрганиш маълумотлари бўйича «Қалмоққир» кони балансдан ташқари рудалар намунасидаги соф олтин миқдори (амальгамация билан ажратиб олинган) 32,56% ташкил этади. Бу қиймат «Қалмоққир» кони рудаларини жорий қайта ишлашга қараганда бир ярим марта кўпдир. Руда таркибида эркин олтиннинг мавжудлиги уни гравитацияли концентратга ажратиб олишни мўлжаллаш имконини беради.

Миснинг уюмда сульфат кислотали танлаб эритмага ўтказиш жараёнини синаб кўриш маъданнинг бирлаштирилган намуналарида ўтказиладиган

бевосита ярим саноатли синовлардан ташқари, технологияларни кейинги ишлаб чиқиш учун зарур бўлган қуйидаги қўшимча технологик тадқиқотларни ўз ичига олади.

Ажратиб олиш босқичида сульфат кислотанинг аниқ сиғимини аниқлаш учун оксидланган маъдан уюмлари композитли намуналарининг кислота сиғимини баҳолаш бўйича синовлар ўтказилди. Ажратиб олиш босқичида кислотанинг аниқ сиғимини аниқлаш намунасининг -20 мм йириклигига нисбатан ўтказилди. Тадқиқотнинг боришида олинган бўтана *pH* даражасининг кислота сарфига боғлиқлиги 4-расмда кўрсатилган.



4-расм. Эритманинг *pH* даражасини колоннадан чиқишда эритмалар миқдорига боғлиқлиги

Айланадиган барабанда эритмани аралаштиришда маъданни бўлаклашга сульфат кислотанинг мақбул сарфланишини танлаш бўйича синовлар кислота сиғимини ўрганишнинг олдинги синовига ўхшаш ўтказилди. Тажриба учун - 2,0 кг массали тортилган намунадан фойдаланилди.

Синовларни бажариш усулларидаги ўртасидаги фарқ қуйидагилардан иборат:

эритмани аралаштириш эритмали барабанининг доимий айланишида узлуксиз олиб борилди;

барабанга юкланадиган сув миқдори 2,0 л ташкил этди (тестда идишдаги сув юкланиши 0,4 л ташкил этди). Тестни бажаришда намуна янчилиши даражасини камайтириш мақсадида барабанга сув юкланиши ошириб борилди.

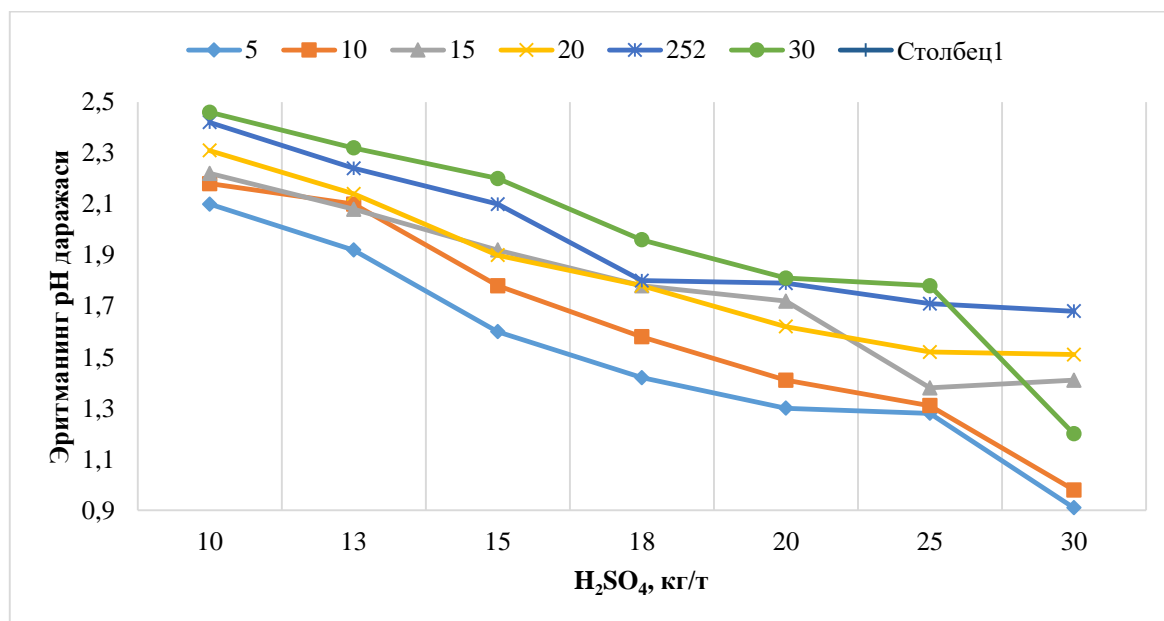
Тестни бажаришда олинган кислота сарфланишига бўтана *pH* даражасининг боғлиқлиги 5-расмда берилган.

Сульфат кислота эритмасининг реакциясини кремний оксиди билан ўзаро таъсири билан изоҳланиши мумкин:



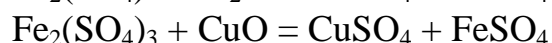
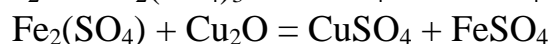
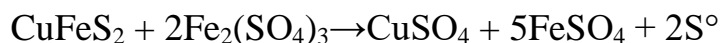


ҳалкопирит сиртининг бир қисмини шунга ўхшаш тузилишга эга бўлган темир сульфат (III), $5\text{CuFeS}_2 + 12\text{O}_2 \rightarrow \text{Cu}_5\text{FeS}_4 + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

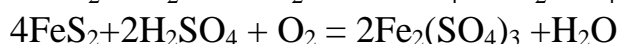
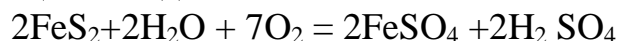


5-расм. Колоннадан чиқишда эритманинг рН даражасининг эритмалар миқдорига боғлиқлиги

Халкопирит эришининг кейинги босқичларида темирнинг эритмага ўтиши сезиларли даражада камаяди ва охириги босқичда темир нисбати эритмадаги жами мисга тўғри келадиган бирликка яқинлашади. Жараён реакциялари:



Тадқиқот қилинган оксидли баланسدан ташқаридаги рудада мис асосан малахит ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$), Азуриит ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}_2\text{O}$), Куприт (Cu_2O), Тенорит (CuO), Хризоколла ($\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Халькопирит (CuFeS_2), темир эса пирит (FeS_2) холида учрайди. Бу оксидлар, хатто сульфидлар сульфат кислотада тўлиқ эритмада III валентли темир сульфат кислотада яхши эрийди ва қуйидаги кимёвий реакция кечади:



Натижада, ҳосил бўлган темир сульфати хатто кам бўлсада оксидли руда таркибидаги халькопиритни тўлиқ эритмага ўтказиши.



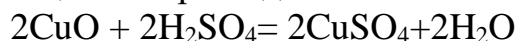
Деярли барча жараёнда хаво пуркаб туриш, ёки ҳавонинг жараёнга кириши билан тезлашмоқда, элементар ҳолдаги мис зарраларини сульфат кислота оксидлаб, уни суний тенорит ҳолига ўтказиб беради. Яъни:



гарчан, концентрацияси ошган пайтда табиий ўта майда, майин мис заррачалари билан сульфат кислотали мис сульфатини ҳосил қилади.

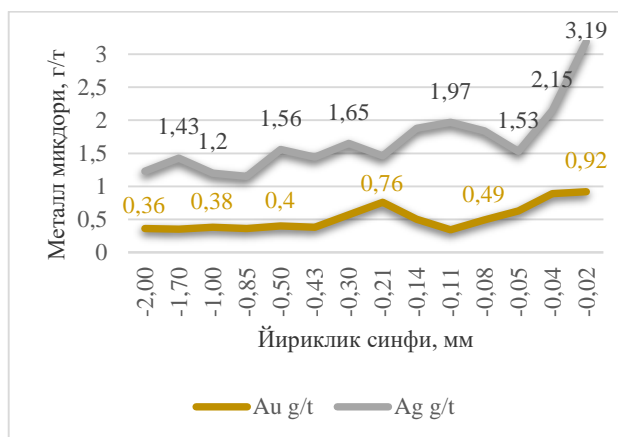


Тенорит эса яхши реакцияга киришади.

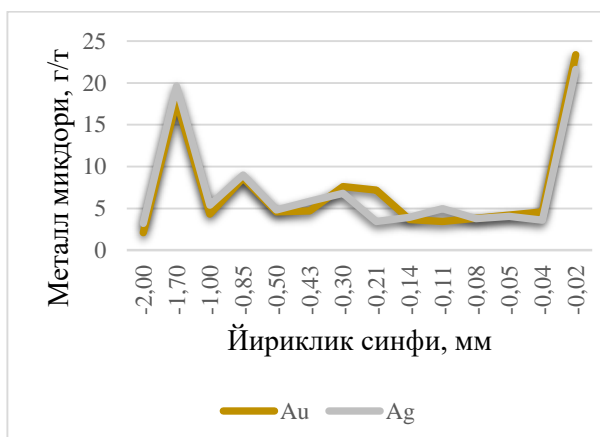


Қалмоққир кони балансдан ташқари руда намунаси учун техник топширикга мувофиқ, элакли таҳлил ўтказилди. Таҳлил учун махсулотнинг йириклиги -2 мм ташкил этди. Таҳлилни бажаришда ҳар бир синфда олтин, кумуш, мис, молибден, темир, олтингугурт миқдори ва йириклик синфи бўйича уларни тақсимлаш аниқланди.

-2 мм йирикликдаги дастлабки балансдан ташқари намунада элакли таҳлил намуналари бўйича махсулотнинг нотекис тақсимланиши ва уни кўпроқ йирик синфларда концентрациялаш текшириб борилади: -1,7 +0,5 мм синфнинг жами чиқиши 45,5% ташкил этади. -0,5 + 0,02 мм йириклик оралиғида махсулот 2,36 дан 6,35% гача чиқишининг озроқ ўзгариб туриши билан тўлқинсимон тақсимланади. -0,020 + 0 мм шламли синфда -15,05% махсулот чиқишининг анча кескин ўзгариши белгиланади. Донадорлик тавсифи маълумотлари бўйича балансдан ташқари маъдан намунасида олтин миқдори 0,54 г/т ташкил этади ва турли синфларда 0,36 г/т дан 0,92 г/т гача ўзгаради (6-расм).



6-расм. Маъдан намуналарининг йириклик синфига кўра олтин ва кумуш миқдорининг боғлиқлиги



7-расм. Олтин ва кумуш заррачаларининг синфлар бўйича тақсимланиши

Балансдан ташқари руда намунасида олтин учун -0,212 + 0,140 ва - 0,20 + 0 мм йириклик синфларида тақсимланишнинг икки хусусияти кузатилади (7-расм). Йирикликнинг бу синфларида металл концентрацияси даражаси 1,4-1,75 шартли бирликни ташкил этади.

Бойитишнинг аралаш схемалари таркибида марказдан қочирма концентраторлардан фойдаланиш мумкин. Янги эритманинг ағдарма чиқиндиларини бойитишда якуний майдалаб янчишни нодир металлларни ажратиб олишда майдалаб янчишни ҳисобга олган ҳолда, ярим саноат шароитларда аниқлаган мақсадга мувофиқдир. Бойитишнинг 3-босқичидан

сўнг гравитация билан ажратиб олинган олтиннинг умумий миқдори концентратнинг 1,6% чиқишида 24,2% ташкил этди.

«Техноген чиқиндиларни гравитация усулида қайта ишлаш технологиясини яратиш» деб номланган тўртинчи бобда гравитацион бойитиш усуллари - зичлиги, ўлчами ва шакли бўйича фарқ қилувчи минерал заррачаларнинг тортишиш кучи ва қаршилиқ кучлари таъсирида, суюқликлардаги ҳаракат тезлигининг фарқига боғлиқ бўлган усуллари келтирилган. Гравитацион бойитиш тадқиқоти учун ускуна - энг оддий бойитиш ускунаси бўлган, олтин, кумуш ва платина олиш учун ишлатиладиган коцентрацион қўзғалмас шлюз қабул қилинди. Чодак руда бошқармасида 1 миллион 844 минг.т ҳажмдаги Шинавазсой чиқинди сақлаш омбори мавжуд. Қимматбаҳо компонентларнинг таркиби ҳақида батафсил маълумот 4-жадвалда келтирилган.

4-жадвал

«Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ га қаршли Чодак чиқинди сақлаш омборида жойлашган чиқиндиларни бойитиш

№	Номланиши	Миқдор, минг. т	Олтин		Кумуш	
			г/т	кг	г/т	кг
1	Шинавазсой чиқинди сақлаш омбори (1970-1979 йилларда тўпланган)	1, 844	0,67	1 096,6	13,0	29,9

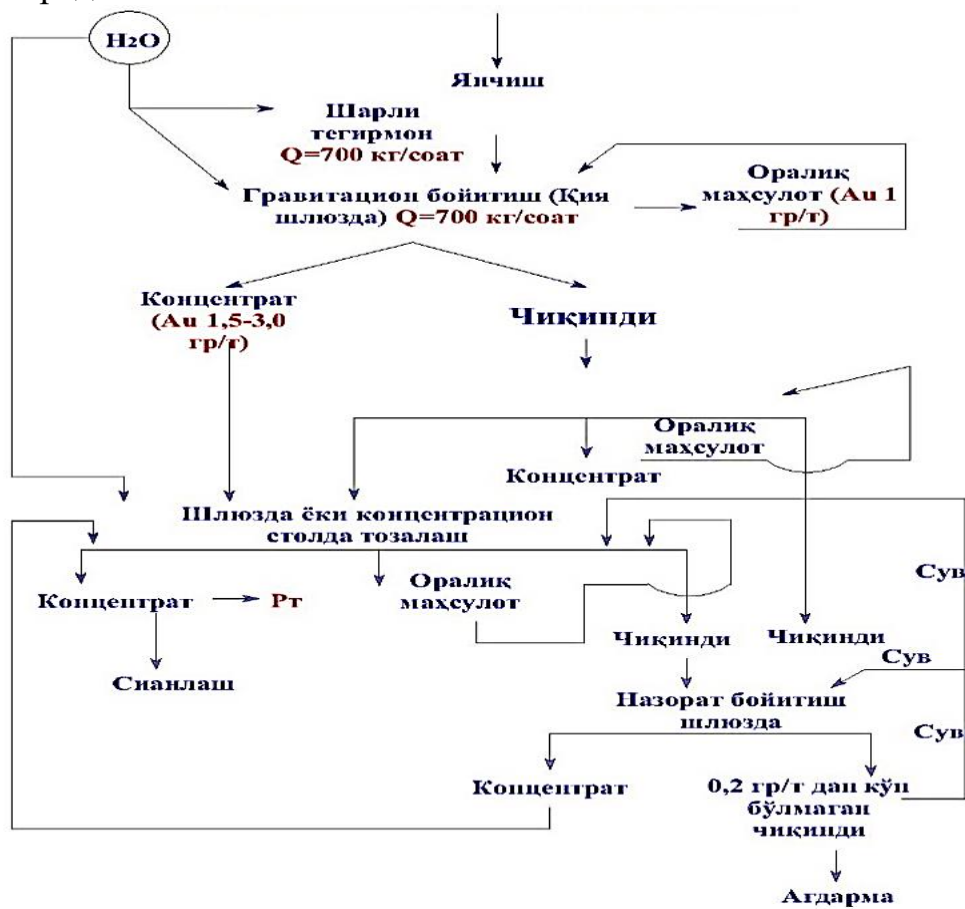
Чиқиндилардан олтин, платина, палладий ва кумушни олиш учун коцентрацион столлар билан биргаликда қалинлиги 30 мм бўлган тахталардан, узунлиги биттаси 9 м ва 6 м бўлган 2 дона, ён томонларнинг баландлиги 0,2-0,3 м бўлган шлюзлар тайёрланди. Шлюзлар эстакадада тиргакка ўрнатилади. Тадқиқотлардаги шлюзларнинг умумий узунлиги 21 м бўлиб, 3-50 град. бурчак остида ўрнатилади. Шлюзга чиқиндиларни етказиб бериш тўхтатилади ва чўкма концентрат чиқарилади. Трафаретлардан олдин улар 5-10 дақиқа давомида 1,5 ÷ 1,7 м/с тезликда сув оқимида ювилади.

Концентрат олингандан сўнг, шлюз яна мустаҳкамланади ва ишга туширилади, жараён технологик схема бўйича давом этади (9-расм), яъни, олинган концентрат тозалаш учун коцентрацион столга ўтказилади. Тозалашдан сўнг концентрат цианлаш учун юборилади ва чиқиндилар шлюзларга қайта берилади, сўнгра 0,13-0,2 г/т олтин ва 1,3 г/т кумуш бўлган чиқиндилар ағдармага тўпланади.

Концентрат олингандан сўнг, шлюз яна мустаҳкамланади ва ишга туширилади, жараён технологик схема бўйича давом этади (9-расм), яъни, олинган концентрат тозалаш учун коцентрацион столга ўтказилади.

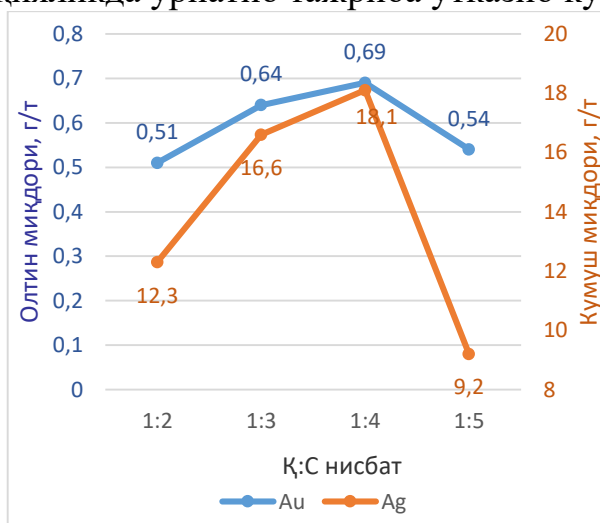
Шундай қилиб, тутиб қолувчи қопламалари билан коцентрацион шлюзларнинг ишлаши даврий жараён ҳисобланади. Олинган концентрат коцентрацион столда тозаланади бойитманинг чиқиши столда 2,35 дан 7,5%, гача, оралиқ маҳсулотнинг чиқиши эса 5,2% дан ташкил қилади. Концентрат ва оралиқ маҳсулотнинг ажралиши 82,0% гача, камбағал таркибли чиқиндиларни бойитиш бўйича тавсия этилган шлюзлар юқори коцентрация даражаси билан тавсифланади.

Бўтананинг куюқ суюқлик нисбатларига қараб бўтана зичлиги ҳам мос равишда ўзгаради.

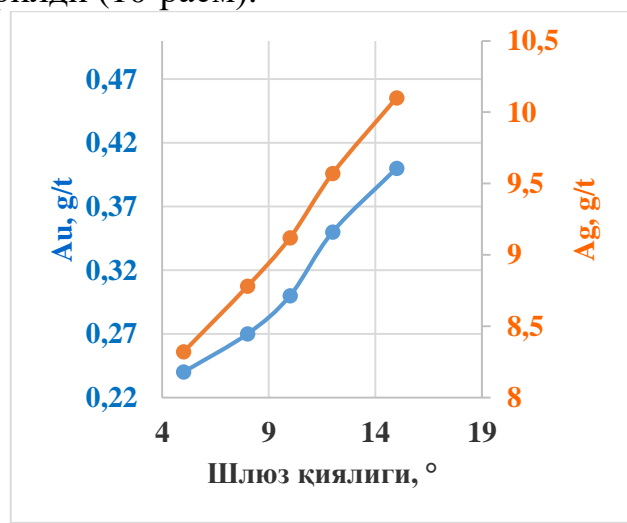


9-расм. Чиқиндини гравитацион усулда бойитишнинг технологик схемаси

Шлюзнинг ишлаш жараёнига таъсир этувчи омиллардан яна бири шлюзнинг қиялиги ҳисобланади. Шунинг учун шлюз қиялигини ҳар хил қияликда ўрнатиб тажриба ўтказиб кўрилди (10-расм).



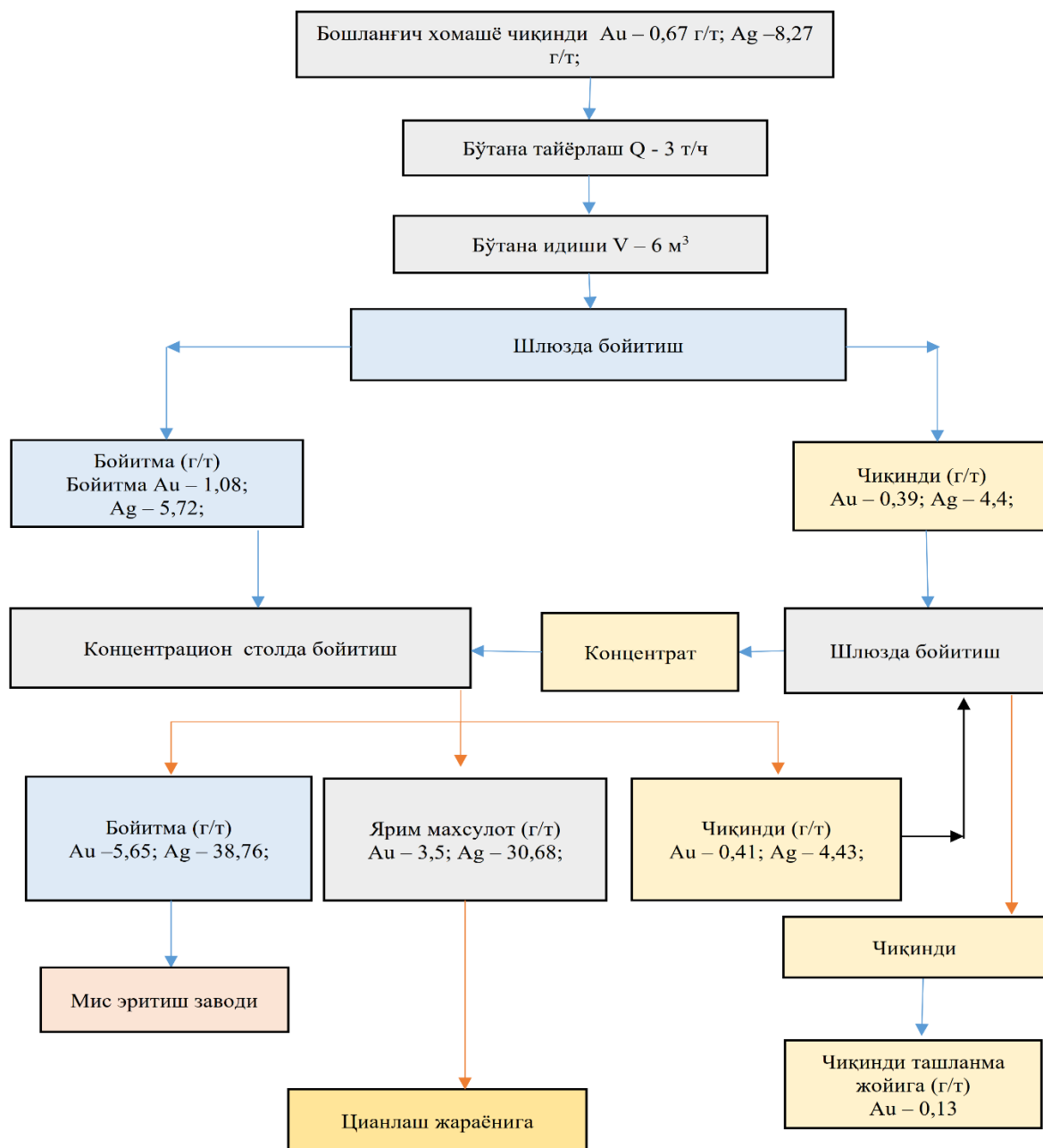
10-расм. Қ:С нинг шлюзда бойитилиш жараёнига таъсири



11-расм. Шлюз чиқиндисининг таркибидаги олтин миқдорининг шлюз қиялигига боғлиқлиги

Шлюзларда бойитишда намуна катталиги шлюз қиялиги ва Қ:С ўртасидаги боғлиқликлар қуйдагича олиш мумкин, руданинг йириклиги 15 мм бўлганида Қ:С = 1:4 ёки Қ:С = 1:8, шлюз қиялигини 25 ёки 15 % оралиғида олинди. Агар руданинг йириклиги -0,15 мм бўлса, Қ:С=1:4 ёки Қ:С =1:8 шлюз қиялигини 15 ёки 8% оралиғида олиш мумкин. Юқоридаги назариядан келиб чиқиб тажриба ишлари олиб борилди (11-расм).

Чодак кони чиқиндиларини қайта ишлашнинг технологик схемаси қуйдаги 12-расмда келтирилган.



12-расм. Чодак кони чиқиндиларни қайта ишлашнинг технологик схемаси

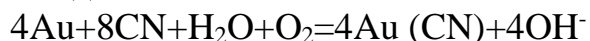
Шлюзларда бойитиш пай-тида сув истемоли жуда кенг диапазонда ўзгариб туради. Барча гравитацион бойитиш тажриба-ларда концентратлар

чиқиши 1,5 – 2,0%, олтин таркиби 7,7–8,0 г/т гача, кумуш 25–30 г/т, флотация усулида бойитилганда 25% дан ошмайди. Бу гарчи яхши натижа бўлсада, умумий олтин ажратиб олиш миқдори 50-55% дан ошмаган. Яъни 45-50% олтин яна чиқинди сифатида, ағдарма чиқиндихонасига ташлаб юборилган.

Цианлаш учун Чодак олтин бойитиш фабрикасидаги 40 литрли агитатордан фойдаланиб Қ:С =1:2, 1:3 ва 1:4 олинди. СаО-0,2%, τ- 6,8,12,18 соат, NaCN – 0,1, 0,02, 0,03, 0,05, 0,08 % ларда тажриба ўтказилди ва ҳар 1,5 – 2,0 соатда рН, NaCN концентрациялари текшириб турилди.

Цианлаш пайтида олинган гравиконцентрат d-0,071 мм 70-80 % ни ташкил этди. Аввалги тажрибаларда кумоқлик d-0,071 мм 60-65 % ни ташкил қилган бўлиб 10-12 % олтин эритмага ўтказиш даражаси тушиб кетган эди. Шунинг учун илмий тажриба мобайнида унинг майдалиги цианлаш пайтида катта ахамият касб этганлиги тасдиқланди.

№ 1 намунада Қ:С = 1:1,6, СаО-0,2%, τ- 12, соат, цианли эритмани 0,02; 0,05; 0,08 % даражада олиб борилди. Бироқ олтин ва кумушнинг эритмага ўтиш фоизи 68,4 % ва 37,5 % дан ошмади. Шунда d-0,071 мм 65 % дан 85% гача кўтариб, олинган гравконцентратни тегирмонда 30 мин вақт мобайнида майдаланди, натижада 86 % олтин, 50 % кумуш эритмага ўтказилди. Бироқ бу кўрсаткичлар паст ҳисобланади. Шундан кейин цианлашни 18 соатга кўтарилиб олтинни 92,4 % га, кумушни 73,5 % гача олиб ўтишга эришилди. Циандаги эритма ҳарорати доимий 35-40⁰С ни ташкил этган бўлса, цианид эритмаси 0,08 % энг оптимал меъёр ҳисобланади. Умумий цианлаш кимёвий реакцияси куйидагича кечади:



Асосан NaCN қўлланилади, эритмага ўтиб олтин цианли комплекс бирикма ҳосил қилгач уни Олмалик рух заводидан чиқаётган рух кукуни билан цементация қилинади.

ХУЛОСА

1. Миснинг уюмда сульфат кислотаси ёрдамида уюмли танлаб эритиш орқали мис, олтин ва кумушни эритмага ўтказиш учун кислота сарфининг оптимал миқдори 10-14 кг/т ни ташкил этиши аниқланди.

2. Қалмоққир кони балансдан ташқаридаги рудалар уюмидаги мис эритмага ўтказилгач, ундаги олтин ва кумушни гравитация усули билан қайта бойитиш ва тозалаш тавсия этилди.

3. Чодак олтинни қайта ишлаш заводи чиқиндиларининг минералогик, кимёвий ва фазавий таркибида олтин ва кумушнинг ўртача 70% га яқини цианлаш йўли билан олиниши аниқланди.

4. Олтиннинг 3 турдаги маҳсулоти, 4,4 г/т дан 12,88 г/т гача бўлган концентрат, ҳамда 0,6 г/т дан 4,7 г/т гача бўлган оралик маҳсулот ва 0,2- 0,5 г/т олтин миқдори бўлган чиқинди олиниши аниқланди.

5. Гравитацион бойитишда чиқиндиларни цианлаш йўли билан ажратилиши орқали Au-91,84%; Ag-64,81%, цианидланган қолдиқларда Au

миқдори 0,30 г/т; Ag 5,83 г/т атрофида олиниб, олтин цианлашдан кейин асосан қолдиқларда сульфидларда кам тарқалган ҳолда ва металл қолдиқли кўринишида қолиши аниқланди.

6. Қолдиқ маҳсулотларни 0,071 мм дан кам бўлган заррача ҳажмини 82% дан ортиқ майдалаш тавсия этилди.

7. Чодак кони чиқиндиларни гравитацион бойитиш натижасида коцентрат ва оралиқ маҳсулот 2,5 - 4 г/т олтин ва 18 - 22 г/т кумуш олинди, чиқиндида 0,13- г/т олтин ва 1,3 г/т кумуш қолиши аниқланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ХАКИМОВ КАМОЛ ДЖУРАЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ГОРНО-
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

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

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

Тошкент-2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2021.1.PhD/Т2093 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Каршинском инженерно-экономическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета (www.gupft.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Хасанов Абдурашид Солиевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Камолов Турсунбой Очилович
доктор технических наук

Шарипов Хасан Турабович
доктор химических наук, профессор

Ведущая организация:

**филиал Национального исследовательского
технологического университета «МИСиС»
в г. Алмалык**

Защита диссертации состоится «03» февраля 2022 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: www.gupft.uz), в здании «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (зарегистрированный номером №33). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан «19» января 2022 г.
(протокол реестра №33 от 13 декабря 2021 г.)



С.С. Негматов

Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, академик АН РУз, д.т.н., профессор

М.Э. Икрамова
Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., с.н.с.

А.М. Эминов
Председатель научного семинара при научном совете
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Сегодня во всем мире стратегия развития XXI века называется «Суть устойчивого развития», что означает, что экономическое развитие осуществляется без нарушения устойчивого баланса биосферы, без нарушения естественного климата и развивающейся среды. В этом аспекте, антропогенные отходы рассматриваются как проблема, препятствующая устойчивому развитию мировой экономики и как ведущие предприятия, образующие техногенные отходы, наиболее быстро развивающимся сектором цветной металлургии является медная, золотая и серебряная промышленность. В связи с этим важное значение имеет разработка и внедрение технологии извлечения цветных и редких металлов из техногенных отходов.

В мире на действующих предприятиях в широком масштабе проводятся исследования по разработке технологии переработки техногенных отходов. В настоящее время особое внимание уделяется на усовершенствование технологии переработки золота и серебра в процессе обогащения гравитационным методом. В этом аспекте, в практике горно-металлургической промышленности уменьшение содержания ценных компонентов в составе техногенных отходов и извлечение золота, серебра и других драгоценных металлов имеет особое значение.

В Республике проводится ряд мероприятий с целью комплексного извлечения всех ценных компонентов из минерального сырья горно-металлургической промышленности, в частности техногенных отходов, и достигнуты определенные результаты. В четвертом пункте программы Стратегических действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан по «... вывести отрасль на качественно новый уровень, глубокая переработка местного сырья, ускорение производства готовой продукции, разработка новых видов продукции и технологий ...»² поставлены важные задачи. В этом аспекте важную роль играют исследования, направленные на создание и совершенствование новых технологий извлечения редких металлов из техногенных отходов АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан от 24 июля 2017 года №ПП-3145 «О мерах по совершенствованию управления научно-исследовательскими и проектно-изыскательскими работами в сфере промышленного освоения месторождений рудных полезных ископаемых», и в Постановлении Президента Республики Узбекистан от 23 июля 2019 года №ПП-4401 «О мерах по реализации государственной программы по развитию и реабилитации базы данных», от 4 октября 2019 года №ПП-4477 «Об утверждении стратегии перехода Республики Узбекистан к «зеленой» экономике на 2019-2030 годы», а также других нормативно-

² Указ Президента Республики Узбекистан № ПФ-4947 «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы».

правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII. «Науки о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

Степень изученности проблемы. В области переработке золотосодержащих техногенных отходов, использование гравитационной технологии при обогащении их и получение гравитационного золотосодержащего концентрата горно-металлургической промышленности, внесли значительный вклад такие ученые как: В.Н. Шоксин, А. Лопатин, д.м.н. Барский, В.П. Быстров, В.А. Смирнов, Ю.П. Купряков, М.М. Смирнов. Лаперник, С. Набойченко, С. Митрофанов, С. Кояхметов, М. Акопов, М. Благов, И. Плаксин, П. Лященко, С. Польшкин, Е.В. Адамов, К. Разумов, О. Замятин, С.А. Квятковский, С. Негматов, А.А. Юсупходжаев, М. Якубов, М.А. Муталова, С.А. Абдурахмонов, К. Санакулов, О. Мустакимов, А. Хасанов, Е.А. Пирматов, Х.А. Ахмедов, Х. Шарипов, Ш. Даминова, М. Сагдиева, А. Шодиев, Б. Бердияров и др.

Исходя из анализа имеющихся работ, следует отметить, что за счет переработки техногенных отходов проведены комплексные исследование по разделению редких и цветных металлов позволят снизить количество золота, серебра и другие драгоценные металлы, накопленные в отходах. В связи с этим, проблема полного извлечения золота и других ценных компонентов из техногенных отходов полностью не изучено. Данное диссертационное исследование посвящен решению такой проблемы, как создание благоприятных условий для извлечения золота, серебра и драгоценных металлов из техногенных отходов.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках хозяйственного договора между АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» и государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» ТГТУ имени Ислама Каримова по теме: №02-2088 «Об использовании экологически чистых, безотходных и энерго- и ресурсберегающих технологий производства золота» и №1/05.2021 «На проведение лабораторных испытаний».

Целью исследования разработка и рациональное использование технологии переработки техногенных отходов горно-металлургической промышленности.

Задачи исследования:

определение закономерностей полноситового анализа и изучение первичных отходов с распределением металлов по классам, изучение минерального состава образцов окисленной руды и ее химических и физических свойств;

исследование оптимальных факторов для расхода кислот и кислотную емкость в результате эксперимента в переходе благородных металлов из руд в раствор;

исследование свойств степени растворимости и разделения из техногенных отходов и их пространственного состава, определение зависимости химических свойств и степень растворение в цианиде гравитационным методом Чодакского ЗИФа;

разработка и испытание создания технологии основанной на извлечение золота и серебра гравитационным методом, с выбором оптимальных факторов;

разработка основных технологических параметров гравитационного обогащения отходов и создание технологических регламентов.

Объектами исследования являются «Кальмакирская» руда помимо забалансовые окисленные руды 9-й партии и остаточные техногенные отходы Чодакского горно-обогатительной фабрики.

Предметом исследования является аналитический анализ забалансовой оксидной руды АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» и создание технологии извлечение редких металлов с использованием процесса гравитации консервированных техногенных отходов, принадлежащих Чодакскому золото извлекательную фабрику.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы широко применены современные комплексные методы исследований, электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, пробирный, химический и фазовый методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

обоснован теоретические и научные возможности с применением технологии извлечения благородных металлов из консервированных техногенных отходов и создано технологии переработки забалансовых окисленных руд;

разработан гидрometаллургическая технология в зависимости от расхода кислоты и наиболее оптимальные технологические факторы переработки забалансовой оксидной руды;

разработан возможности извлечения в результате гравитации и цианировании с обоснованием гранулометрического состава нано- и микрочастиц в химико-минералогическом составе техногенных отходов с содержанием старого консервированного золота;

разработаны закономерности влияющие на процесс гравитационного метода и научно обоснованы основные технологические факторы;

разработана наиболее оптимальная гравитационная технология извлечения золота и серебра из золотосодержащих техногенных отходов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

выбран оптимальный метод и испытаны на практике способы извлечения цветных редких металлов из окисленных руд и определены необходимые компоненты и кинетические свойства;

разработана технология извлечения цветных и редких металлов из руд помимо окисленного остатка;

разработана гравитационная технология извлечения редких металлов из старых техногенных отходов Чодакского месторождения;

получен концентрат со степенью извлечения золота из старых техногенных отходов Чодакского месторождения увеличился до 75%, серебра до 78% при концентрации золота 3,5-5 г/т и серебра 18-28 г / т.

Достоверность полученных результатов обоснована совокупностью использованием современных физико-химических методов по повышению извлечения ценных компонентов в результате применения разработанных технологических режимов во взвешенном состоянии и применение оптимального параметра образование шлаков и подтверждающие уменьшение количества меди в составе шлака, а также положительными актами лабораторных и полупромышленных испытаний.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость данного исследования заключается в том, что все результаты, полученные при переработке техногенных отходов, изучаются в таблицах, диаграммах, фазовых анализах и графиках, а также разработан и теоретически обоснован оптимальный вариант всех основных факторов, влияющих на процесс.

Практическая значимость результатов исследования объясняется результатами, полученными при переработке техногенных отходов, в результате которых в месяц извлекается медь и более 3 кг золота, более 20 кг серебра.

Внедрение результатов исследований. На основе проведенных научных исследований по разработке и рациональному использованию технологий переработки техногенных отходов в горно-металлургической промышленности получены следующие результаты:

технология извлечения меди и благородных металлов из окисленных забалансовых руд месторождения Кальмакыр внедрен в процессе извлечения благородных металлов АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (Справка №АС-010095 АО «Алмалыкский ГМК» от 9 декабря 2021 года). В результате, появились возможность выщелачивания меди, что позволило извлекать гравиоконцентрат и остаточные отходы путем гравитационного обогащения и аффинажа золота и серебра;

техногенные отходы Чодакского месторождения в среднем содержат 0,67г/т золота и 13 г/т серебра, верхняя часть консервирована, технология переработки отходов внедрена в процессе извлечения благородных металлов АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (Справка №АС-010095 АО «Алмалыкский ГМК» от 9 декабря 2021 года). В результате, появились возможность извлечение дополнительных 98 кг золота и 108 кг металлического серебра в год при гравитационном обогащении отходов Чодакского месторождения и снизило содержание золота в отходах на 0,13 г/т и серебра на 1,3 г/т.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования оглашены на 2 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 12 научных трудов. Из них 7 статей, в том числе 2 статьи в республиканских и 5 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 115 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, список использованных литератур и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан. Изложены научная новизна и практические результаты исследований, раскрыта научно-теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены данные о внедрении результатов исследования, апробации работы, сведения по опубликованным источникам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние переработки забалансовых руд и техногенных отходов**» приведены подробная информация по окисленным рудам и разработка технологий комплексной переработки техногенных отходов и извлечения из них золота, серебра, цветных и редких металлов и внедрение в производство, детальное исследование техногенных отходов и забалансовую Кальмакырскую руду АО «Алмалыкский ГМК».

Увеличение добычи полезных ископаемых является основой для развития методов гравитационного обогащения. Роль и значение гравитационных процессов, наряду с другими процессами обогащения при переработке полиметаллических и золотосодержащих руд, растет из года в год. Научно-исследовательские и проектные работы на высоком научном уровне выполняются научно-исследовательскими институтами компаний АО «Механобр инжиниринг», «Гинцветмет», ООО «Институт Гипроникель», ООО «НИИПИ ТОМС», Оутотес (Финляндия), ОАО «Центр геологических наук»; «Обогащенная металлургия» (Казахстан), «Узгеоцветметлити», ГУП «Фан ва тараккиёт» при Таш ГТУ (Узбекистан), «Институт минеральных ресурсов» Госкомгеологии Республики Узбекистан и «Иргиредмет» (Российская Федерация), «Metso» и большое внимание уделяется на улучшению гравитационных процессов.

Во второй главе диссертации «**Объект и методы исследование**» выбрано в качестве объектов исследования остаточные техногенные отходы Чодакской

золоторудной обогатительной фабрики и забалансовая окисленная руда 9-го месторождения Кальмакырского месторождения АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат». В горах АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» находятся забалансовые окисленные, сульфидные и смешанные руды в количестве более 65,4 млн тонн и наши научные исследования проводились на 9 полигонах и хвостохранилище Чодакского месторождения. По результатам исследований выявлено, что извлечение меди, золота и серебра из состава техногенных отходов АО «Алмалыкский ГМК» и Чодакского ГОКа, также включать технологию переработки. В связи с этим изучение образцов геолого-технологического картирования проводилось по указанной технологии.

Проведены научные исследования по геолого-технологическому картированию окисленных руд АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат». Описание образцов № 9 приведено в таблице 1. В образцах окисленных руд АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» рудообразующие элементы представлены железом и серой. Содержание железа находится в пределах 4,0-7,10%.

Таблица 1

Классификация образцов из отвала № 9

Номер отвала	Запасы руд, тыс. т*	Окисленные руды в месторождениях в проценте от общих запасов	Реальная масса образца, кг
№ 9	3806,1	5,9	100,0

На рисунке 1, приведена описание гранулометрической характеристики забалансовой руды при различных масштабах измельчения.

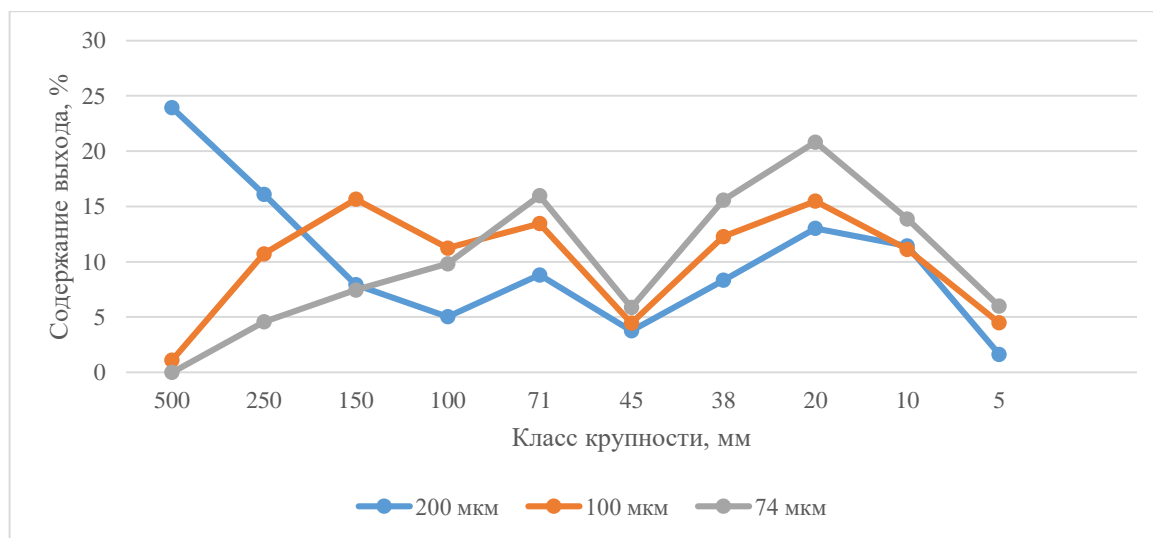


Рис. 1. Гранулометрическая характеристика забалансовой пробы руды при разном измельчении

На рисунке 2 показано распределение халькопирита в зависимости от степени раскрытия частиц в руде, раздробленной до различных размеров. Исследования показали, что в забалансовой пробе руды крупность золота не превышает 10 мкм, основная масса металла - 47,13% крупности собирается в диапазоне 0–2 мкм.

Проведен минералогический анализ исходной пробы с месторождения Чодак и концентрата, переработанного кека. Концентрат кека представляет собой смешанный тип руды: а) сульфидный; б) магнетит-гематитовый; в) окисленные минералы. Концентраты кека состоит из %: пирит ~ 5; арсенопирит ~ 1-3; гидроксиды железа ~ 3-5; магнетит + гематит ~ 1-2; халькопирит, сфалерит, пирротин и аргентит - один признак и вторичные гипергенные минералы - борнит, халькоцит, ковеллит.



Рис. 2. Распределение халькопирита по степени раскрытия частиц

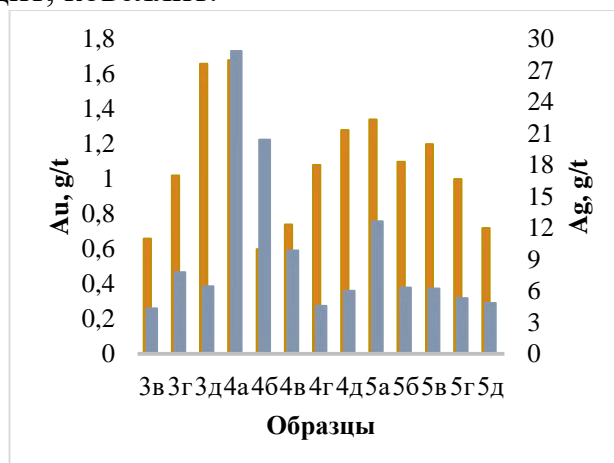


Рис. 3. Количество золота и серебра в пробах, взятых с разной глубины

3 типа образцов были взяты из 3 слоев полигона (верхний слой 1-2,5 м, средний слой 4,0-5,5 м, нижний слой 6,0-7,0 м), и образцы из каждого слоя были раздроблены на гранулометрический состав (рис. 3).

В третьей главе диссертации «Теоретические и практические основы изучения обогащения гидрометаллургическими методами» приведены образцы забалансовых руд месторождения «Кальмакыр» в исследование методами гравитационного обогащения. Согласно исследованию состава вещества, количество чистого золота (выделенного путем амальгамирования) в забалансовой пробе руды «Кальмакыр» составляет 32,56%. Эта величина в полтора раза превышает текущую переработку руды месторождения «Кальмакыр». Наличие в руде свободного золота позволяет планировать его извлечение на гравитационный концентрат.

Тестирование процесса селективного выщелачивания меди в кучке с серной кислотой включает следующие дополнительные технологические исследования, необходимые для дальнейшего развития технологии, в дополнение к прямым полупромышленным испытаниям, проведенным на объединенных образцах руды.

Для определения точной емкости серной кислоты на стадии извлечения были проведены испытания по оценке кислотной емкости составных образцов окисленных рудных месторождений. Определение точной емкости кислоты на стадии извлечения проводилось при размере образца -20 мм. Зависимость уровня pH пульпы, полученная в ходе исследования, в зависимости от расхода кислоты представлена на рисунке 4.

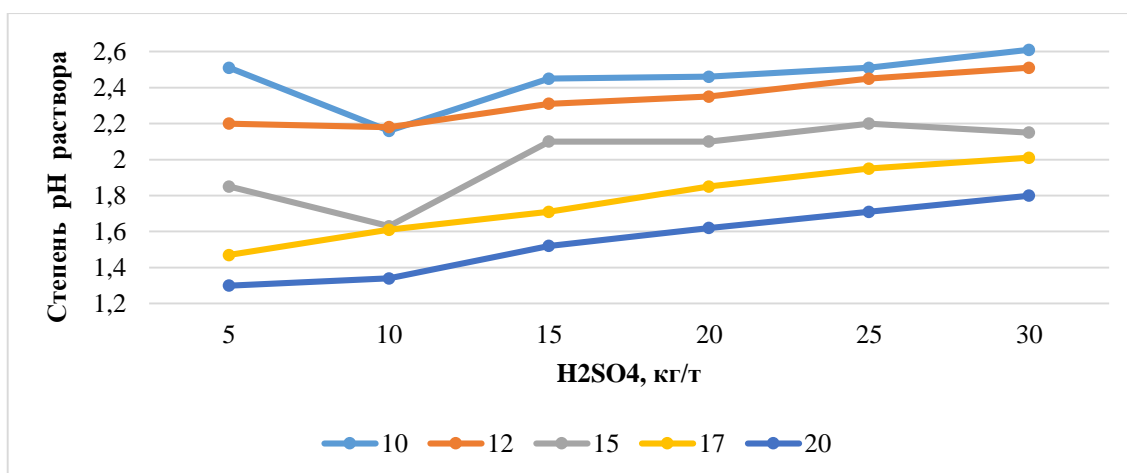


Рис. 4. Зависимость степени рН раствора от количества раствора при выходе из колонки

Тесты для выбора оптимального расхода серной кислоты на разделению руды при перемешивании раствора во вращающемся барабане были выполнены аналогично предыдущему тесту исследования кислотной емкости. Для испытаний использовали навеску образца массой -2,0 кг.

Различия между методами испытаний заключаются в следующем: перемешивание раствора осуществлялось непрерывно при постоянном вращении барабана для раствора;

количество загруженной в барабан воды составляло 2,0 л (при испытании нагрузка на емкость составляла 0,4 л). Во время испытаний увеличивали водную нагрузку на барабан, чтобы снизить степень измельчения образца.

Зависимость степени рН пульпы от расхода кислоты, полученная во время испытания, показана на рисунке 5.

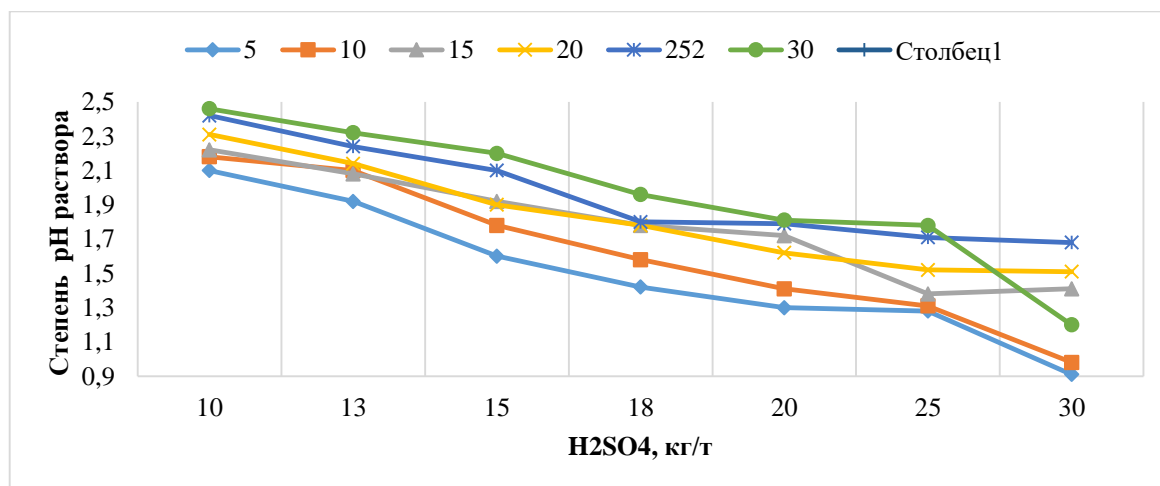
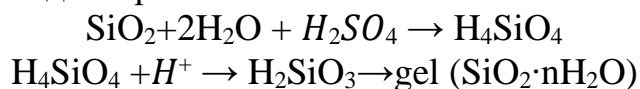


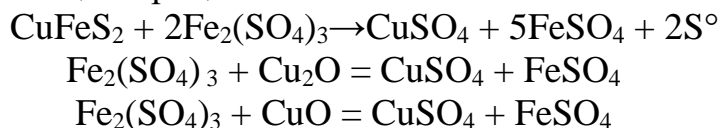
Рис. 5. Зависимость степени рН раствора от количества раствора при выходе из колонки

Растворы серной кислоты можно объяснить взаимодействием раствора серной кислоты с оксидом кремния:



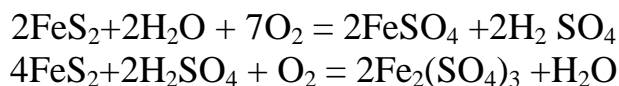
часть поверхности халькопирита представляет собой сульфат железа с аналогичной структурой (III), $5\text{CuFeS}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cu}_5\text{FeS}_4 + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

На более поздних стадиях плавления халькопирита переход железа в раствор значительно снижается, и на заключительной стадии содержание железа в растворе приближается к единице, соответствующей общему количеству меди. Реакции процесса:

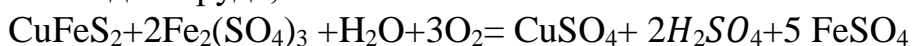


В исследованной забалансовой руде медь в основном встречается в виде: малахита ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$), азурита ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}$), куприта (Cu_2O), тенорита (CuO), хризокolla ($\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), халькопирита (CuFeS_2), а железо в виде пирита (FeS_2).

Эти оксиды, даже сульфиды III валентной железа хорошо растворяются в растворе серной кислоты в котором происходит следующая химическая реакция:



В результате полученный сульфат железа полностью растворяет халькопирит в оксидной руде, хотя и в меньшей степени.



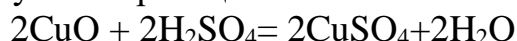
Почти во всех процессах воздух распыляется или ускоряется за счет поступления воздуха в процесс, который окисляет частицы меди в элементарном состоянии в серной кислоте и превращает ее в искусственный тенорит. Это:



хотя при увеличении концентрации он естественным образом образует серноокислый сульфат меди с очень мелкими частицами меди.



Тенорит тоже хорошо вступает в реакцию:



В соответствии с техническим заданием на забалансовую пробу руды месторождения «Кальмакыр» был проведен ситовый анализ. Размер продукта для анализа -2 мм. В ходе анализа было определено распределение золота, серебра, меди, молибдена, железа, серы в каждом классе и их размер.

Помимо начального остатка в крупности -2 мм, образец исследуют на предмет неравномерности распределения продукта по образцам ситового анализа и его концентрацию в более крупных классах: общий выход класса -1,7 + 0,5 мм составляет 45,5%. В диапазоне размеров -0,5 + 0,02 мм продукт распределяется волнообразно с небольшим изменением выхода от 2,36 до 6,35%. В шламе класса -0,020 + 0 мм наблюдается более резкое изменение выхода на -15,05%. По данным гранулярности, количество золота в забалансовой пробе руды составляет 0,54 г/т и варьируется от 0,36 г/т до 0,92 г/т в разных классах (рис. 6).

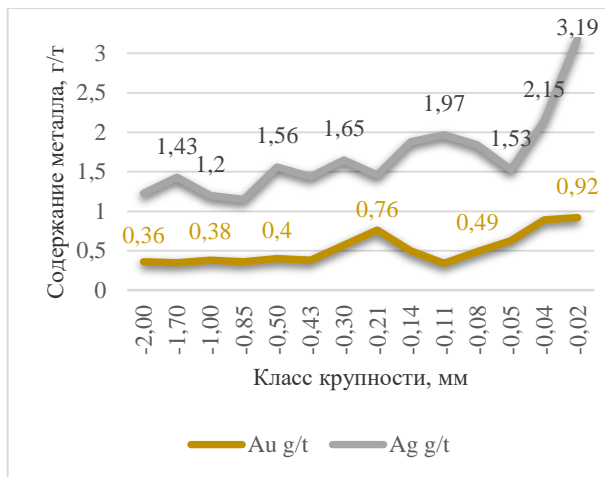


Рис. 6. Зависимость количества золота и серебра от крупности проб руды

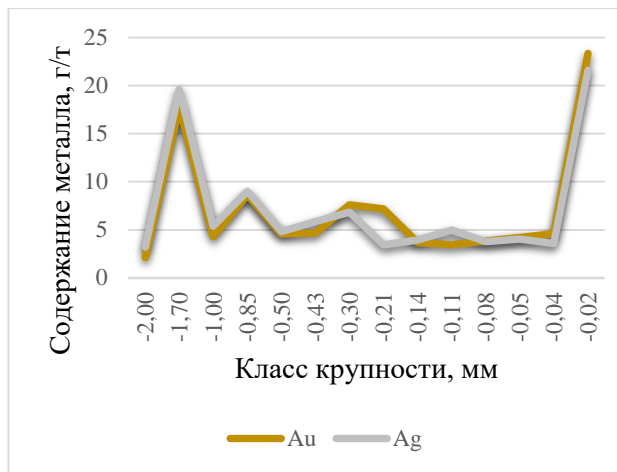


Рис. 7. Распределение частиц золота и серебра по классам

В пробе забалансовой руды наблюдаются два свойства распределения для золота классов крупности $-0,221 + 0,140$ и $-0,20 + 0$ мм (рис. 7). В этих классах величины степень концентрации металлов составляет 1,4–1,75 усл. ед.

Центробежные концентраторы могут использоваться в схемах смешанного обогащения.

При обогащении хвостов нового раствора окончательное измельчение подходит для целей, определенных в полупромышленных условиях, с учетом измельчения при разделении редких металлов.

После 3 степени обогащения общее количество золота, которое должно быть извлечено самотеком, составило 24,2% при выходе концентрата 1,6%.

Четвертая глава, озаглавленная «Разработка технологии переработки техногенных отходов самотеком», приведены методы гравитационного обогащения - методы, которые зависят от разницы в скорости движения жидкостей под действием силы тяжести и сопротивления минеральных частиц, которые различаются по плотности, размеру и форме. Оборудование для наших исследований гравитационного обогащения представляло собой концентрированный стационарный шлюз, используемый для извлечения золота, серебра и платины, который представляет собой простейшее оборудование для обогащения. Чодакское рудное управление имеет хвостохранилище Шинавазсай мощностью 1 миллион 844 тысячи тонн. Подробная информация о составе ценных компонентов приведена в таблице 4.

Таблица 4

Обогащение отходов на Чодакском складе отходов АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»

Наименование	Количество, тыс. т	Золото		Серебро	
		г/т	кг	г/т	кг
Хранилище отходов Шинавазсай (Собран с 1970-1979 гг.)	1 8447	0,6	1 096,6	13,0	29,9

Для получения золота, платины, палладия и серебра из отходов вместе с концентрационными таблицами используются 2 доски толщиной 30 мм, одна длиной 9 м и 6 м, высота сторон 0,2-0,3 м шлюзов. Шлюзы устанавливаются на эстакаде. Общая длина шлюзов в нашем исследовании составляет 21 м и установлена под углом 3-50 град. Подача отходов в шлюз прекращается, а концентрат осадка удаляется. Перед трафаретами их промывают в струе воды со скоростью $1,5 \div 1,7$ м / с в течение 5-10 минут.

После извлечения концентрата шлюз снова укрепляется и запускается, процесс продолжается по технологической схеме (рис. 9), т.е. полученный концентрат поступает на концентрационный стол для очистки. После очистки концентрат направляется на цианирование, а отходы возвращаются в шлюзы, после чего отходы, содержащие 0,13-0,2 г / т золота и 1,3 г / т серебра, собираются на отвал.

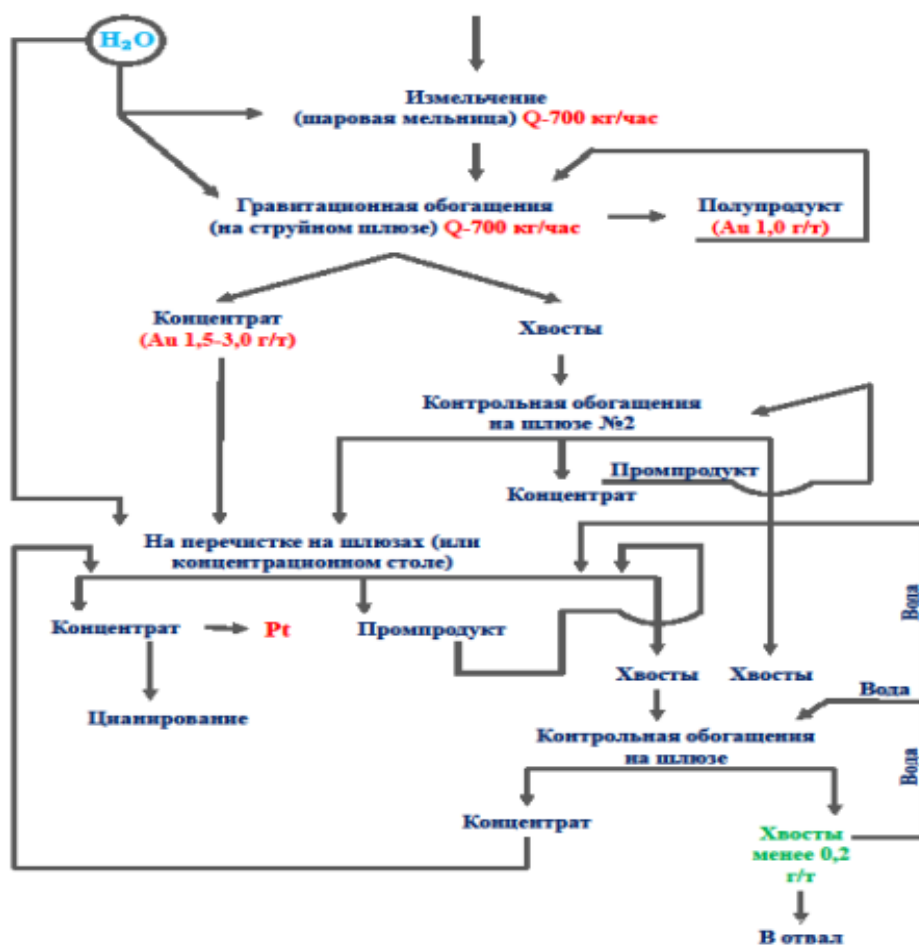


Рис. 9. Технологическая схема гравитационного обогащения ОТХОДОВ

После извлечения концентрата шлюз снова укрепляется и запускается, процесс продолжается по технологической схеме (рис.9), т.е. полученный концентрат поступает на концентрационный стол для очистки.

Таким образом, эксплуатация концентрационных шлюзов с удерживающими покрытиями - процесс периодический. Полученный

концентрат очищают на концентрационном столе, выход обогащения на столе составляет от 2,35 до 7,5%, выход промежуточного продукта составляет 5,2%. Разделение концентрата и промежуточного продукта составляет до 82,0%, а шлюзы, рекомендованные для обогащения низкосортных отходов, характеризуются высоким уровнем концентрации.

В зависимости от загущения пульпы плотность пульпы будет соответственно меняться. Еще один фактор, влияющий на работу шлюза, - это наклон шлюза. Поэтому эксперименты проводились с установкой наклона шлюза на разных уклонах (рис. 10).

В обогатительных фабриках соотношение между размером пробы откоса шлюза и наклоном в зависимости между Т:Ж может быть получено следующим образом: при крупности руды 15 мм Т:Ж = 1: 4 или Т:Ж = 1: 8, наклон шлюза получается в пределах от 25 до 15%. Если размер руды составляет -0,15 мм, наклон шлюза Т:Ж = 1: 4 или Т:Ж = 1: 8 может быть получен в диапазоне от 15 до 8%. На основании изложенной выше теории была проведена экспериментальная работа (рис. 11).

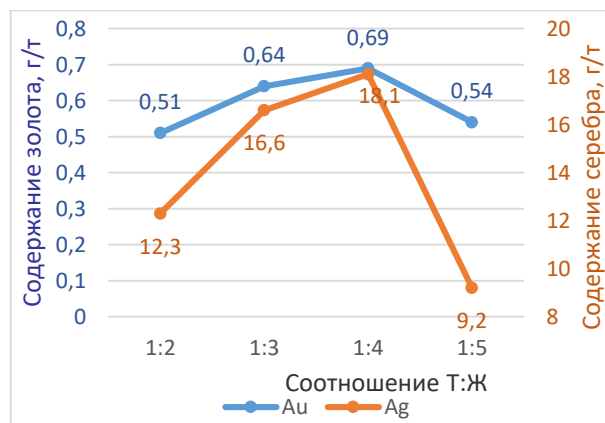


Рис. 10. Влияние Т:Ж на процесс обогащения в шлюзе

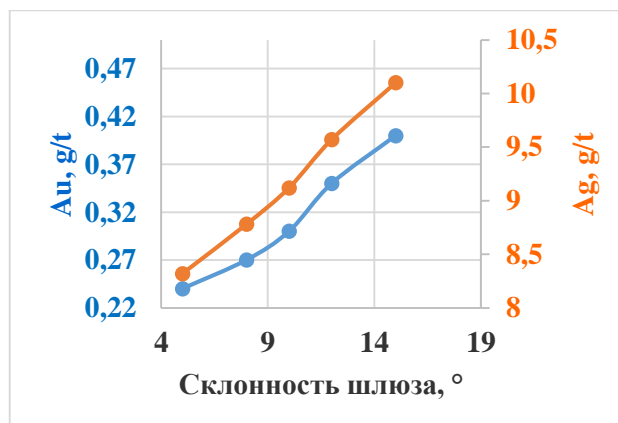


Рис. 11. Зависимость количества золота в отходе шлюза от уклона шлюза

Технологическая схема переработки отходов Чодакского рудника представлена на рисунке 12.

Расход воды при обогащении в шлюзах колеблется в очень широком диапазоне. Во всех экспериментах по гравитационному обогащению выход концентратов не превышает 1,5-2,0%, содержание золота 7,7-8,0 г / т, серебра 25-30 г / т, флотационного обогащения 25%.

Хотя это хороший результат, общий уровень извлечения золота не превышал 50-55%. То есть 45-50% золота снова было выброшено на свалку как отходы.

Чодакской золотообогатительной фабрике были получены Т:Ж = 1: 2, 1: 3 и 1: 4. СаО-0,2%, τ- 6,8,12,18 часов, NaCN - 0,1, 0,02, 0,03, 0,05, 0,08% были протестированы и каждые 1,5 – 2 ч., рН, концентрации NaCN были проверены.

Гравитационный концентрат, полученный при цианировании, имел 70-80% d-0,071 мм. В предыдущих экспериментах песочность d-0,071 мм

составлял 60-65%, и степень превращения в 10-12% раствор золота была снижена.

Таким образом, в ходе научных экспериментов было подтверждено, что его тонкость помола имела большое значение при использовании цианирования.

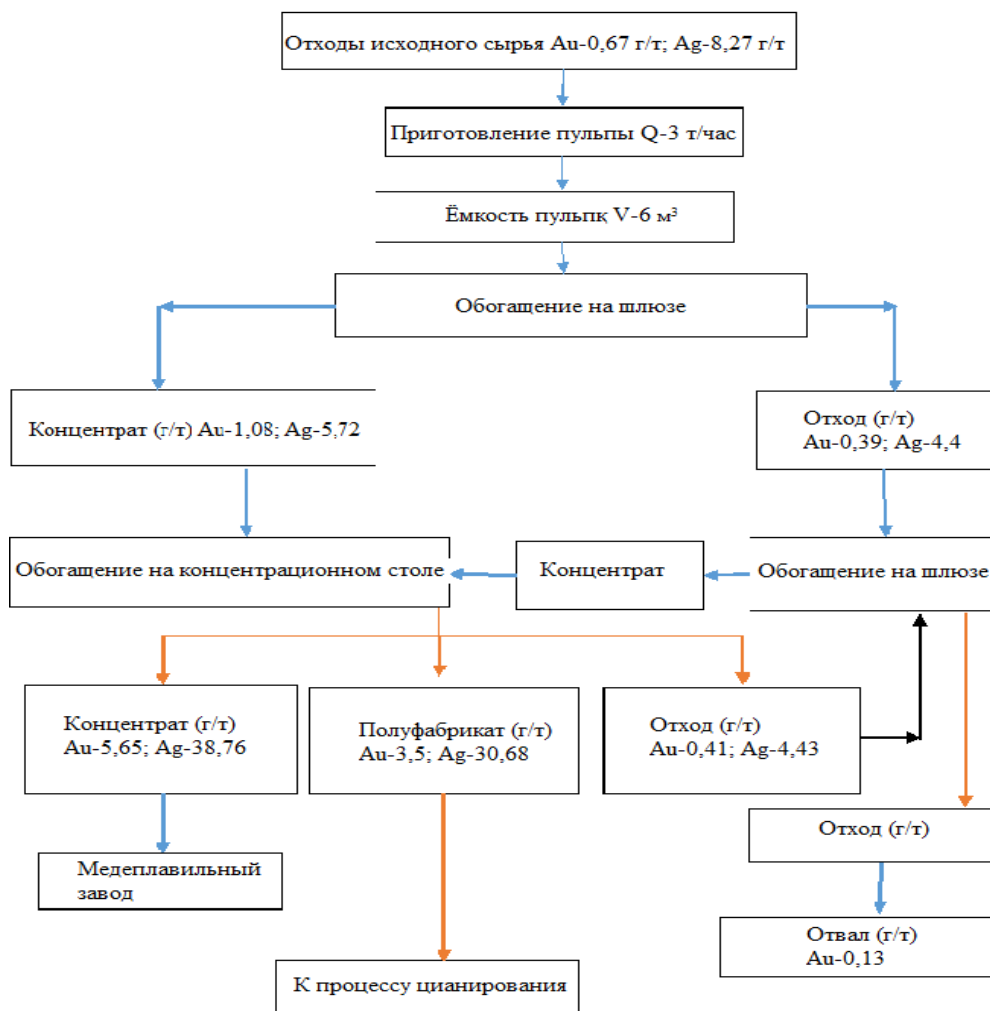
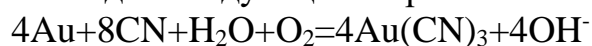


Рис. 12. Технологическая схема переработки отходов Чодакского месторождения

С использованием агитатора с объемом 40 литров для цианирования в № 1 образце Т:Ж = 1: 1,6, СаО-0,2%, τ- 12, ч, раствор цианида 0,02; 0,05; проведено на ступени 0,08%. Однако процент выщелачивания золота и серебра не превышал 68,4% и 37,5% соответственно. Затем d-0,071 мм увеличили с 65% до 85%, и полученный гравитационный концентрат измельчили в мельнице в течение 30 минут, получив 86% раствор золота и 50% серебра. Однако эти показатели невысоки. После этого процесс цианирование был увеличен на 18 часов, в результате чего содержание золота достигло 92,4%, а серебра - 73,5%. Когда температура раствора в цианиде постоянная 35-40⁰С, оптимальной нормой является 0,08% раствор цианида. Общая химическая реакция цианирования выглядит следующим образом:



В основном используется NaCN , который переходит в раствор с образованием комплекса цианида золота, который цементируется цинковым порошком Алмалыкского цинкового завода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено оптимальная величина расхода кислоты на выщелачивание меди, золота и серебра селективным выщелачиванием меди серной кислотой, который расход составляет 10-14 кг/т.

2. Рекомендовано повторное обогащения, и очистка золото и серебро гравитационном методом, после того, как медь в куче забалансовой руды месторождение «Кальмакыр» было переведено в раствор.

3. Установлено получение в среднем около 70% золота и серебра путем цианированием по минералогическому, химическому и фазовому составу отходов Чодакского золотоперерабатывающего завода.

4. Выявлено получение 3 вида продуктов золота концентрата от 4,4 г/т до 12,88 г/т, а также промежуточные продукты от 0,6 г/т до 4,7 г/т и отходы золота с содержанием 0,2-0,5 г/т.

5. Определено разделение путем цианирования отходов при гравитационном обогащении Au -91,84%; Ag -64,81%, содержание Au в цианидных остатках 0,30 г/т; Ag 5,83 г/т, и после цианирования золота было обнаружено, что в основном в остатках в форме сульфидов менее распространены в остатках в форме остатков металлов.

6. Рекомендуются измельчать остаточные продукты с размером частиц менее 0,071 мм, более 82%.

7. Установлено содержание золота 0,13 г/т и серебра 1,3 г/т в составе остаточного отхода, в результате гравитационного обогащения отходов Чодакского месторождения, в котором получено 2,5-4 г / т золота и 18-22 г / т серебра в виде концентрата и промежуточных продуктов.

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

KARSHI ENGINEERING – ECONOMICS INSTITUTE

KHAKIMOV KAMOL JURAEVICH

**DEVELOPMENT AND RATIONAL USE OF TECHNOLOGY FOR
PROCESSING INDUSTRIAL WASTE FROM THE MINING AND
METALLURGICAL INDUSTRY**

**05.02.01 – Materials science in mechanical engineering. Foundry. Heat treatment and
metal pressure treatment. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals
(technical sciences)**

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

Tashkent – 2022

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 B2021.1.PhD/T2093

The dissertation was completed at the Karshi Institute of Engineering and Economics.

The abstract of the thesis in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the website of the Scientific Council (www.gupft.uz) and on the information and educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Research supervisor: **Xasanov Abdurashid Solievich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Kamolov Tursunboy Ochilovich**
doctor of technical sciences
Sharipov Hasan Turabovich
doctor of chemical sciences, professor

Leading organization: **Almalyk branch of the National University of Science and Technology «MISiS»**

The defense of the thesis will take place on «03» February 2022 at 11⁰⁰ at the meeting of the scientific council DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 at the State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot» of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov. (Address: 100174, Tashkent, Mirzo Golib st. 7a tel.: (99871) 246-39-28; fax: (99871) 227-12-73; e-mail: www.gupft.uz), in the building «Fan va tarakkiyot» SUE, 2nd floor, conference hall).

The dissertation can be viewed at the Information Resource Center of the State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot» (registered number 33). (Address: 100174, Tashkent, Mirzo Golib str. 7a tel.: (99871) 246-39-28; fax: (99871) 227-12-73).

Abstract of dissertation sent out on «19» January 2022 y.
(mailing report No.33 of 13 December 2021 y).



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

M.E. Ikramova
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, s.r.a

A.M. Eminov
Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of (PhD) thesis)

The aim of research work is the development and rational use of technology for processing industrial waste from the mining and metallurgical industry.

The objects of the research work are «Kalmakirskaya» ore in addition to off-balance oxidized ores of the 9th batch and residual man-made waste from the Chodak mining and processing plant.

Scientific novelty of the research work is as follows:

substantiated theoretical and scientific possibilities with the use of technology for the extraction of rare metals from canned man-made waste and the creation of a technology for processing off-balance oxidized ores;

hydrometallurgical technology was developed depending on the acid consumption and the most optimal technological factors for processing off-balance oxide ore;

the possibility of extraction as a result of gravity and cyanidation was developed, with the substantiation of the granulometric composition of nano- and microparticles in the chemical-mineralogical composition of industrial waste containing old canned gold;

the laws influencing the process of the gravitational method have been developed and the main technological factors have been scientifically substantiated;

the most optimal gravitational technology for extracting gold and silver from gold-bearing old industrial waste has been developed.

Implementation of the research results. Based on the research carried out on the development and rational use of technologies for processing industrial waste in the mining and metallurgical industry, the following results were obtained:

the technology of extracting copper and rare metals from oxidized ores outside the balance of the Kalmakyr deposit was introduced in the process of extracting rare metals by JSC «Almalyk Mining and Metallurgical Combine» (Reference No. AS-010095 of JSC «Almalyk MMC» dated December 9, 2021). As a result, the possibility of copper leaching was given, which made it possible to extract the gravity concentrate and residual waste by means of gravity re-enrichment and refining of gold and silver;

the technogenic waste of the Chodak deposit contains on average 0.67 g/t of gold and 13 g/t of silver, the upper part is preserved, the waste processing technology is introduced in the process of extracting rare metals by JSC «Almalyk Mining and Metallurgical Combine» (Reference No. AS-010095 JSC «Almalyk MMC» dated December 9, 2021). As a result, it was possible to extract additional 98 kg of gold and 108 kg of metallic silver per year during the gravitational enrichment of the Chodak mine waste and reduced the gold content in the waste by 0.13 g/t and silver by 1.3 g/t.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a bibliography and annexes. The volume of the thesis is 115 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, part I)

1. Xasanov A.S., Hakimov K.J Shukurov A.Yu., Boymurodov N. A. Nurxonov F.A. Features of involvement in the processing of industrial waste from mining and metallurgical industries // «International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)». Impact Factor 7.97 (ISSN: 2320-2882) Volume 8, Issue 12, December 2020, pp.1315-1320

2. Хасанов А. С., Хакимов К. Ж., Хўжақулов А. М. Кончилик саноати техноген чиқиндиларини қайта ишлаш технологияси ва инновацион ёндашув таҳлили // Инновацион Технологиялар 2021/1(41)-сон, - Қарши, 2021, - С. 7-11 (05.02.01; №38).

3. Хасанов А.С., Хакимов К.Ж., Қаюмов О.А, Шукуров А.Ю., Соатов Б.Ш. Изучение химического вещественного состава шлаков медеплавильного производства, кеков, клинкеров и других отходов металлургических производств. // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021, 2(83). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11313> (дата обращения: 25.02.2021. - С. 70-73 (02.00.07; №1).

4. Хасанов А.С., Хакимов К.Ж, Хўжақулов А.М., Шукуров А.Ю. Мирзанова З.А. Чодак кони техноген чиқиндиларини қайта ишлаш имкониятлари” // ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2021, Т.25, №5, - С. 227-231 (05.02.01; №20).

5. Hakimov K.J., Eshonqulov U.X., Amanov T.S., Umirzoqov A.A. Complex Processing Of Lead-Containing Technogenic Waste From Mining And Metallurgical Industries In The Urals The american journal of engineering and technology (TAJET) SJIF-5.32 DOI-10.37547 /tajet September 28, 2020 The USA Journals, USA. P. 102-108.

6. Хасанов А.С., Хакимов К.Ж., Қаюмов О.А., Эшонқулов У.Х., Соатов Б.Ш. Техногенные отходы – перспективное сырье для металлургии Узбекистана в оценке отвальных хвостов фильтрации медно-молибденовых руд» // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Universum: технические науки Выпуск: 12(81), 12.2020, часть 1, - Москва, - С. 54-58 (02.00.07; №1).

7. Қаюмов О.А., Хакимов К.Ж., Эшонқулов У.Х., Боймуродов Н.А., Норқулов Н.М. Изучение химического, гранулометрического, фазового состава золотосодержащих смешанных руд» // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Universum: технические науки, Выпуск: 3(84), 03.2021, часть 1, - Москва, - С. 71-75 (02.00.07; №1).

II бўлим (II часть, part II)

8. Хасанов А.С., Хакимов К.Ж., Хўжақулов А.М., Истамов С.Х., Олмалик рух заводи чиқиндиларидан рух ва мис ажратиш олиш технологиясига инновацион ёндашув // «Ўзбекистонда илм-фан, таълим ва технологияни ривожлантиришнинг долзарб масалалари» мавзусидаги республика анжуманининг материаллари тўплами, Наманган шаҳри, 24-25-сентябрь, 2021 йил, 95-98- б.

9. Хакимов К.Ж., Хўжақулов А.М., Мўминов Р.Н., Абдумаликов Н.А. Особенности вовлечения в переработку техногенных отходов горно-металлургических производств // Международной научно-практической онлайн конференции «Проблемы, перспективы и инновационный подход эффективной переработки минерального сырья и техногенных отходов» г.Алматы, 27 мая 2021 года, С.259-261.

10. Хакимов К.Ж., Хўжақулов А.М., Қаюмов О.А., Чодак кон бошқармасидаги техноген чиқиндилари таркибидан гравитацион усулда олтин ва кумушни ажратиш олишни илмий таҳлили // I Евразийский Горный Конгресс – Сборник докладов: Издательство «Навоийский горно-металлургический комбинат», Навои 2021, 10-11 ноябрь, 170-174-б.

11. Хасанов А.С., Хакимов К.Ж., Қаюмов О.А., Истамов С.Х., Чодак кон бошқармаси техноген чиқиндиларидаги қимматбаҳо компонентлар таркибининг таҳлили // «Тошкент инновацион кимёвий технология илмий – тадқиқот институти» «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар - юқори молекуляр бирикмалар кимёси ҳамда органик моддалар ва композицион материаллар йўналишидаги илмий тадқиқотлар - муаммолар ва ечимлар» мавзусидаги V-халқаро конференция-симпозиум, - Тошкент-2021 йил, 25-ноябрь, 24-25-б.

12. Туробов Ш.Н., Шодиев Н., Хакимов К.Ж. Исследование возможности получения железа из техногенных отходов // «Практические и инновационные научные исследования: актуальные проблемы, достижения и новшества» «(посвящены памяти профессора А.А. Юсупходжаева)» - Тошкент, 6 декабря 2021 года, -С. 354-355.

Авореферат «Композицион материаллар» журналидан 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” босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.

