

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.17/30.12.2019.Т.06.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ

САИДАХМЕДОВ АҚТАМ АБДИСАМИЕВИЧ

**ТЕХНОГЕН ЧИҚИНДИЛАРДАН МЕТАЛЛАРНИ АЖРАТИБ ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

04.00.14 – Фойдали қазилмаларни бойитиш

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Навоий – 2020

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

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

**Contend of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
of technical sciences**

Саидахмедов Актам Абдисамиевич

Техноген чиқиндилардан металларни ажратиш олиш технологиясини
ишлаб чиқиш 3

Саидахмедов Актам Абдисамиевич

Разработка технологии извлечения металлов из техногенных
отходов..... 21

Saidakhmedov Aktam Abdisamievich

Development of technology for the extraction of metals from industrial
waste 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 42

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.17/30.12.2019.Т.06.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ

САИДАХМЕДОВ АҚТАМ АБДИСАМИЕВИЧ

**ТЕХНОГЕН ЧИҚИНДИЛАРДАН МЕТАЛЛАРНИ АЖРАТИБ ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

04.00.14 – Фойдали қазилмаларни бойитиш

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Навоий – 2020

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.3.PhD/T1797 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Навоий давлат кончилик институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар: **Ҳасанов Абдурашид Салиевич**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Якубов Махмуджан Махамаджанович**
техника фанлари доктори, профессор

Валиев Хусан Раззакович
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот: **«Минерал ресурслар институти» ДМ**

Диссертация ҳимояси Навоий давлат кончилик институти ҳузуридаги DSc.17/30.12.2019.T.06.01 рақамли илмий кенгашнинг 2020 йил 10 декабр соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Ғалаба шоҳ кўчаси, 127-уй. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com).

Диссертация билан Навоий давлат кончилик институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (62 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Ғалаба шоҳ кўчаси, 127-уй, Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66.

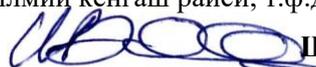
Диссертация автореферати 2020 йил 27 ноябр куни тарқатилди.
(2020 йил 27 ноябрдаги 23 рақамли реестр баённомаси)





Қ.С. Санакулов

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



Ш.Ш. Заиров

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



И.Т. Мислибаев

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон миқёсида мисни пирометаллургик усул билан ишлаб чиқаришни таҳлил қилиш рангли металллар саноатида инновацион ривожланиш тенденциясига эга. Жаҳонда мис ишлаб чиқариш ва истеъмол қилишнинг ҳажми кескин ўсиб бормоқда, XX аср давомида у 0,4 млн. тоннадан 20 млн. тоннага ўсди. Аммо бой рудалар конларининг кескин камайиши ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш бўйича талабларнинг кучайиши хомашё ҳамда оғир рангли ва нодир металлларни ўз ичига олган техноген чиқиндилар ва саноат маҳсулотларидан фойдаланган ҳолда хомашёдан комплекс фойдаланиш ва энергиятежамкор технологияларни қўллашга алоҳида эътибор қаратиш зарурлиги билан ифодаланади.

Дунёда мис ишлаб чиқариш бўйича илмий изланишлар саноат техноген чиқиндиларини асосий ишлаб чиқаришга қайтариш ва шу билан бирга экологик муаммоларни ҳал қилиш орқали қайта ишлашга қаратилган. Чунки миснинг пирометаллургик ишлаб чиқарилиши эритиш печларидан чиқадиган шлаклар ва мис эритиш заводининг майин конвертер чанглариининг ҳажми тайёр маҳсулотлар ҳажмидан бир неча баробар юқори. Чиқиндилар атроф-муҳитга салбий таъсир кўрсатган ҳолда унумдор ерларнинг муҳим майдонини эгаллаб турибди, бу майдонларни чиқиндилардан халос этиш ҳозирги даврнинг долзарб вазифаси бўлиб, муҳим аҳамият касб этади.

Республикамизда конвертерли қайта ишлаш натижасида ҳосил бўлган техноген чиқиндилар, оралик маҳсулотлар ва майин чангларни қайта ишлаш бўйича илғор илмий асосланган чора-тадбирларни жорий қилиб, бир қатор илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг қарорида «саноатни сифат жиҳатидан янги даражага кўтариш, маҳаллий хомашё манбаларини чуқур қайта ишлаш, тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадаллаштириш, янги турдаги маҳсулотлар ва технологияларни ўзлаштириш»¹ муҳим вазифалар белгиланган. Ушбу вазифалардан келиб чиққан ҳолда «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ чиқиндилари таркибида қимматбаҳо техноген хомашё бўлган мис эритиш заводининг майин конвертер чанги, мис саноати шлаклари, рух кекларини қайта ишлашдан олинган клинкер ва бойитиш фабрикасининг чиқиндиларини қайта ишлаш, комбинатга катта капитал харажатларсиз хомашё базасини сезиларли даражада кенгайтириш катта илмий ва амалий 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

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

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 мувофиқлиги. Мазкур тадқиқот иши республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VIII. «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хомашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Рангли металллар сақлаган рудалар, чиқинди хомашёлари ва иккиламчи маҳсулотларидан рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш саноатининг ривожига маҳаллий ва хорижий мутахассислар, жумладан: Смирнов М.П., Morales А., Худяков Ю.Ф., Набойченко С.С., Навтанович М.Л., Ромазанова И.И., Белоусова А.Е., Масленицкий И.Н., Ванюков А.В., Полькин С.И., Адамов Э.В., Антипов Н.И., Стрижко Л.С., Санакулов К.С., Юсупходжаев А.А., Якубов М.М., Хасанов А.С., Шарипов Х.Т., Хаспулатов В.Ш., Chen Т., Меретуков М.А., Быстров В.П., Мастюгин С.А. ва бошқа олимлар узоқ йиллар давомида салмоқли ҳиссаларини кўшиб келмоқда.

Мавжуд ишларни таҳлил қилиш асосида шуни таъкидлаш керакки, таркибида рангли ва нодир металллар мавжуд бўлган мис эритиш печларининг майин чангидан металлларни ажратиб олиш бўйича комплекс тадқиқотлар олиб борилган ва усуллар ишлаб чиқилган. Шу билан бирга, муаммо шундаки, Олмалик КМК мис эритиш заводининг майин конвертер чангидан ҳозирги кунда бундай чиқиндиларни қайта ишлашнинг самарали технологияси мавжуд эмаслиги сабабли амалда фойдаланилмаяпти. «Навоиазот» АЖ мис таркибли техноген чиқиндиларни қайта ишлаш муаммолари эса ўрганилмаган. Ушбу диссертация ишининг моҳияти танлаб тозалаш усулларини қўллаган ҳолда сульфат кислотаси ва туз эритмаларида рангли металлларни ажратиб олишни тадқиқ қилиш ва ишлаб чиқишдан иборат.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Навоий давлат кончилиқ институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг 2-2015-сон «Табиий сульфидли хомашёлар ва саноат маҳсулотларини қайта ишлаш учун тезкор куйдириш усули ва қурилмасини яратиш» (2015-2016 йй.) ва Москва пўлат ва қотишмалар институти Олмалик филиали илмий-тадқиқот ишлари режасининг 63-2259 ЮР-сон «Рангли, нодир ва ноёб металллар олиш билан мис эритиш заводининг металлургик цехи чангини комплекс қайта ишлашнинг инновацион технологиясини

яратиш» (2020-2021 йй.) мавзуларидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади саноат техноген чиқиндиларидан, хусусан, конвертер чангидан кўрғошин, мис ва рухни ҳамда акрил кислотаси нитрилини ишлаб чиқариш чиқиндиларидан мисни ажратиб олиш технологияларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

майин конвертер чангининг таркибини ўрганиш ва конвертер чангидан кўрғошин, мис ва рухни селектив ажратиб олиш усулини аниқлаш;

майин конвертер чангини сульфат кислотасида танлаб эритишни тадқиқ қилиш ва қимматбаҳо компонентларни ажралишига таъсир қилувчи омилларни таҳлил қилиш ҳамда сульфат кислотасида танлаб эритиш технологиясини ишлаб чиқиш;

«Навоиазот» АЖ техноген чиқиндилари таркибини ўрганиш ва ушбу чиқиндилардан мисни ажратиб олиш усулини аниқлаш;

мис таркибли чиқиндиларни куйдириш ва куйинди кекни сульфат кислотасида танлаб эритиш жараёнини тадқиқ қилиш ҳамда жараённинг оптимал параметрларини аниқлаш;

қимматбаҳо компонентларни саноатда ажратиб олишга қаратилган танлаб эритиш, филтрлаш, куйдириш ва эритишнинг комплекс усулларини ишлаб чиқиш;

амалга оширилган комплекс тадқиқотлар натижалари асосида конвертер чангидан металл ҳолдаги кўрғошин, цементланган мис, рух сульфати эритмаси ва «Навоиазот» АЖ чиқиндиларидан цементланган мис ажратиб олиш бўйича янги технология ишлаб чиқиш ва металл ишлаб чиқаришни ошириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ мис эритиш заводида мисни конвертерлаш жараёнида ҳосил бўлган майин чанглар ва «Навоиазот» АЖнинг акрил кислотаси нитрилини ишлаб чиқариш жараёнида ҳосил бўлган мис таркибли кимёвий техноген чиқиндилари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети – конвертер чангидан ва «Навоиазот» АЖ чиқиндиларидан рангли металлларни ажратиб олишнинг янги технологиясини ишлаб чиқиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда техноген чиқиндилардан рангли металлларни ажратиб олиш бўйича илмий-техник маълумотларни таҳлил қилиш ва назарий умумлаштириш, лаборатория ва саноат-синов тажрибалар ўтказиш, яратилган методикаларни саноат миқёсида текшириш ҳамда масс-спектрал ва атом-эмиссион спектрометрия таҳлилларини ўтказиш каби усулларни ўз ичига қамраб олган комплекс тадқиқот усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

конвертер чангидан металллик кўрғошинни (таркибида кўрғошиннинг миқдори 99,0% дан ортиқ), цемент миси ва рух сульфати эритмасини олиш

технологияси, шунингдек, акрил кислотаси нитрилини ишлаб чиқариш чиқиндиларидан мисни цемент миси шаклида ажратиб олиш технологияси ишлаб чиқилган;

қуйилтиргич-тиндиргични қўллаш ва эритманинг майин дисперсли қисмини декантация қилиш орқали танлаб эритиш эритмасини филтрлаш жараёнининг филтрланиш тезлигини 2,7 баробар оширишни таъминловчи оптимал кинетик параметрлари аниқланган;

нордон эритмаларда мис ва рух сульфатларидан темир гидрооксидини NaOH қўллаган ҳолда рН муҳитининг ўзгариши ҳисобига чўктириш усули билан ажратилиши аниқланган;

майин конвертер чангини сульфат кислотали танлаб эритиш қолдиқларидан ош тузили танлаб эритиш билан кўрғошиннинг 82,0% ажралишини таъминловчи кўрғошинни ажратиб олиш технологиясининг кинетик параметрлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

мис, рух ва кўрғошинни конвертер чангидан сульфат кислота-тузли танлаб эритишни қўллаш орқали кейинчалик карбонлаштириш, тоблаш ва тиклаб эритиш билан ажратиб олиш технологияси ишлаб чиқилган;

майин конвертер чангидан биринчи марта Ўзбекистонда рух сульфати, мис чўкмаси ва металл шаклидаги кўрғошин юқори ажралиш даражасида олинган;

акрил кислотаси нитрилини ишлаб чиқариш чиқиндисидан юқори фоизли ажралиш билан цемент мисини олиш технологиясининг технологик жараёнини оптимал параметрлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги кенг миқёсда лаборатория тадқиқотлари, саноат-синов тадқиқотлари натижалари, ишлаб чиқилган селектив чўктириш режимларини қўллаш ва кислотали эритишнинг оптимал параметридан фойдаланиш натижасида қимматбаҳо компонентларни ажралишини ошириш бўйича ишнинг асосий ғоясини миқдорий тасдиқланганлиги, эрувчанлик даражасини ва олинган металлларнинг тозалик даражасининг ортиши, шунингдек экспериментал ва саноат синовларининг ижобий далолатномалари орқали исботланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти майин чангдан оғир рангли металлларни ажратиб олишга таъсир этувчи омилларни аниқлаш билан бир қаторда металлларни эритмалардан танлаб ажратиб олишни мақсадга мувофиқлигини назарий асослаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти майин конвертер чангидан ва акрил кислотаси нитрилини ишлаб чиқаришнинг кимёвий чиқиндисидан қимматбаҳо компонентларни юқори рентабелликка эга бўлган тайёр маҳсулотларга ажратиб олиш билан тавсифланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Техноген чиқиндилардан металлларни ажратиб олиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

майин конвертер чангини кислотали танлаб эритиш билан қайта ишлаш технологияси «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг мис эритиш заводида амалиётга жорий қилинган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 20 августдаги 63-294-сон маълумотномаси). Натижада, майин чанг таркибидаги миснинг 98,0% дан ва рухнинг 93,0% дан ортиғи цемент миси ва рух сульфати шаклида ажратиб олиниб, кейинчалик фойдаланиш имконини берган;

майин конвертер чангини сульфат кислотали танлаб эритиш жараёни чиқиндисидан қўрғошинни ош тузили танлаб эритиш орқали металл ҳолатда (таркибида қўрғошиннинг миқдори 99,0% дан ортиқ) ажратиб олиш технологияси «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг мис эритиш заводида амалиётга жорий қилинган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 20 августдаги 63-294-сон маълумотномаси). Натижада, минерал хомашёдан комплекс фойдаланишни таъминлаган ҳолда техноген чиқиндилар саноатга жалб қилинган, чиқиндилар тўпланган жойда экологик вазият яхшиланган ва майин чангдан қўрғошинни ажратиб олиш даражасини 82,0% га етказиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотларнинг натижалари 3 та халқаро ва 3 та республика илмий-амалий ва илмий-техникавий анжуманларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 13 та илмий иш чоп этилган, шундан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 3 та, жумладан Республика нашрларида 2 та ва хорижий журналларда 1 та мақола нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 114 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги асосланган, муаммонинг ўрганилганлик даражаси баён этилган, тадқиқотнинг мақсади ва вазибалари, объекти ва предмети аниқланган, тадқиқот ишининг фан ва технологияларни ривожлантиришнинг муҳим йўналишларига мослиги кўрсатилган ҳамда тадқиқотнинг илмий янгилиги, натижаларнинг ишончлилиги, назарий ва амалий аҳамияти, натижаларнинг амалиётга жорий этилиши, эълон қилинганлиги, ишнинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Техногенли чиқиндилардан оғир рангли металлларни ажратиб олиш назарияси ва технологиясининг ҳозирги ҳолати**» деб номланган биринчи бобида кон-металлургия саноати чиқиндиларини комплекс қайта ишлаш ва фойдаланишга тиклашнинг ҳозирги ҳолати ва уни ривожлантириш йўналишлари таҳлил қилинган.

Ҳозирги замон илмий-техник тараққиёти табиий ресурсларни истеъмол қилишнинг кескин ортиши ва ишлаб чиқариш чиқиндилари миқдорининг бир вақтда ўсиб бориши билан бирга кечмоқда, бунда оқилона фойдаланиш муаммоси саноат ишлаб чиқариши самарадорлиги билан, атроф-муҳит муҳофазаси билан ва чиқиндиларни фойдаланишга тиклаш соҳасидаги янги ишланмалар билан узвий равишда боғлиқдир. Ривожланган давлатларда чиқиндиларни фойдаланишга тиклашнинг қўлланиладиган технологиялари 90-98% уларни чиқиндихоналарга ва чиқинди омборларига чиқариш фойдаланишга тиклайдиган энергетик қурилмаларда ёқиш ёки амалдаги металлургик корхоналарда самарасиз фойдаланишга йўналтирилган, буларнинг асосий камчиликлари чанг-газ отқинлари ва улар билан боғлиқ бўлган қимматбаҳо элементларнинг йўқотилиши ҳисобланади. Бундан ташқари, чиқиндихоналар ва чиқинди омборлари анча ер майдонларини ажратишни талаб қилади ва ёндош ҳудудларда экологик вазиятни издан чиқишига олиб келади.

Конвертер чангини қайта ишлашнинг асосий усули пирометаллургик жараёнлар саналиб, улардан олинадиган маҳсулотлар сифати паст бўлиб, газлардан тозалаш ва зарарсизлантириш лозимдир. Пирометаллургик агрегатларда техноген чиқиндиларни қайта ишлашда олинадиган маҳсулотлар кўп ҳолларда қўшимча тарзда охиригача қайта ишлашни талаб қилади, бу пирометаллургик схемалар самарадорлигини анча пасайтиради.

Аниқланишича, конвертер чангидан кўрғошинни, мисни ва рухни ажратиб олиш учун бойитишнинг ва гидрометаллургиянинг янги усулларини (кислотали танлаб эритмага ўтказиш, чўктириш, тузли танлаб эритмага ўтказиш, филтрлаш ва карбонлаш) ўзида бирлаштирган комбинациялашган схема истиқболли ҳисобланади, бу эса диссертация мавзусининг долзарблиги ва муҳимлигини таъкидлайди.

Диссертациянинг **«Мис таркибли техногенли чиқиндилардан оғир рангли металларни ажратиб олиш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича тажрибалар ўтказиш усуллари, тадқиқот объектларини асослаш»** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объекти бўлиб «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖда мисли штейнни конвертерлашда юзага келадиган майин чанг ва акрил кислотаси нитрилин ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган «Навоиазот» АЖнинг мис таркибли кимёвий техноген чиқиндилари ҳисобланади.

Конвертер чанги сочилма оғирлиги $1,3 \text{ т/м}^3$, зарралар йириклиги (80-90%) $14 \div 30 \text{ мкм}$ дан кичик бўлган оқ ва оч-кулранг майиндисперс ҳаракатчан кукундан иборат (1-жадвал).

«Навоиазот» АЖнинг мис таркибли техноген чиқиндилари сувнинг табиий буғланишида ҳосил бўладиган зангори рангли чангсимон чўқиндидан иборат. «Навоиазот» АЖ чиқиндилари таркиби (ўрталаштирилган намуна, %): $2,4 \text{ Cu}$; $22 \text{ C}_{\text{орг}}$; 7 Cl ; 7 SiO_2 ; 2 S .

Конвертер чангининг кимёвий таҳлили натижалари

| Компонент | Миқдори, % | Компонент | Миқдори, % |
|-----------------------|------------|----------------|------------|
| Мис | 1,9-2,3 | Кадмий | 0,19 |
| Қўрғошин | 16-50 | Кремнезем | 0,65 |
| Рух | 9-14,7 | Магний оксиди | 0,33 |
| Умумий олтингугурт | 11,47 | Кальций оксиди | 2,84 |
| Сульфатли олтингугурт | 8,52 | Олтин | 1 г/т |
| Темир | 0,46 | Кумуш | 170-200/т |

Рангли металлларни танлаб эритмага ўтказиш усулларини ўрганиш, чўктиришнинг турли усуллари ва термик ишлов беришни (тоблаш билан) ўрганиш диссертация ишининг асосига қўйилган. Шундан келиб чиқиб, ишда замонавий физикавий-механик, кимёвий ва тадқиқотнинг физикавий-кимёвий усуллари (рентгенструктурали таҳлил, атомли-эмиссионли таҳлил, массали-спектрли таҳлил, донадорлик таҳлили, электрон микроскопия) қўлланилган.

Диссертациянинг «**АКН ишлаб чиқариш ва конвертер чанги чиқиндиларидан қимматбаҳо компонентларни ажратиб олишнинг технологик ўлчамларини тадқиқ қилиш ва аниқлаш**» деб номланган учинчи бобида конвертер чангидан қўрғошин, рух ва мисни ҳамда акрил кислотаси нитрилин ишлаб чиқариш чиқиндиларидан мисни ажратиб олиш усуллари ва технологиялари тадқиқотлари ўтказилди.

Ушбу тадқиқотда «Олмалиқ КМК» АЖ мис эритиш заводининг майин чангини ресурсларни сақловчи ва табиатни муҳофазаловчи тадбир сифатида самарали мустақил равишда комплекс қайта ишлаш имконияти кўрсатилган. Ишлаб чиқаришнинг технологик тартибларини яхшилаш билан мис ва рух олишнинг амалдаги технологик жараёнларига қўлланиларли бўлган мис ва рухни бирйўла ажратиб олиш билан металл қўрғошин олиш учун конвертер чангини қайта ишлашнинг умуман янги, янада тежамкор технологиясини яратиш тадқиқот ишининг мақсади ҳисобланади.

Тадқиқот учун компонентларнинг ўртача миқдори ва нодир металлларнинг саноат миқдорли майин конвертер чангидан фойдаланилди (2-жадвал).

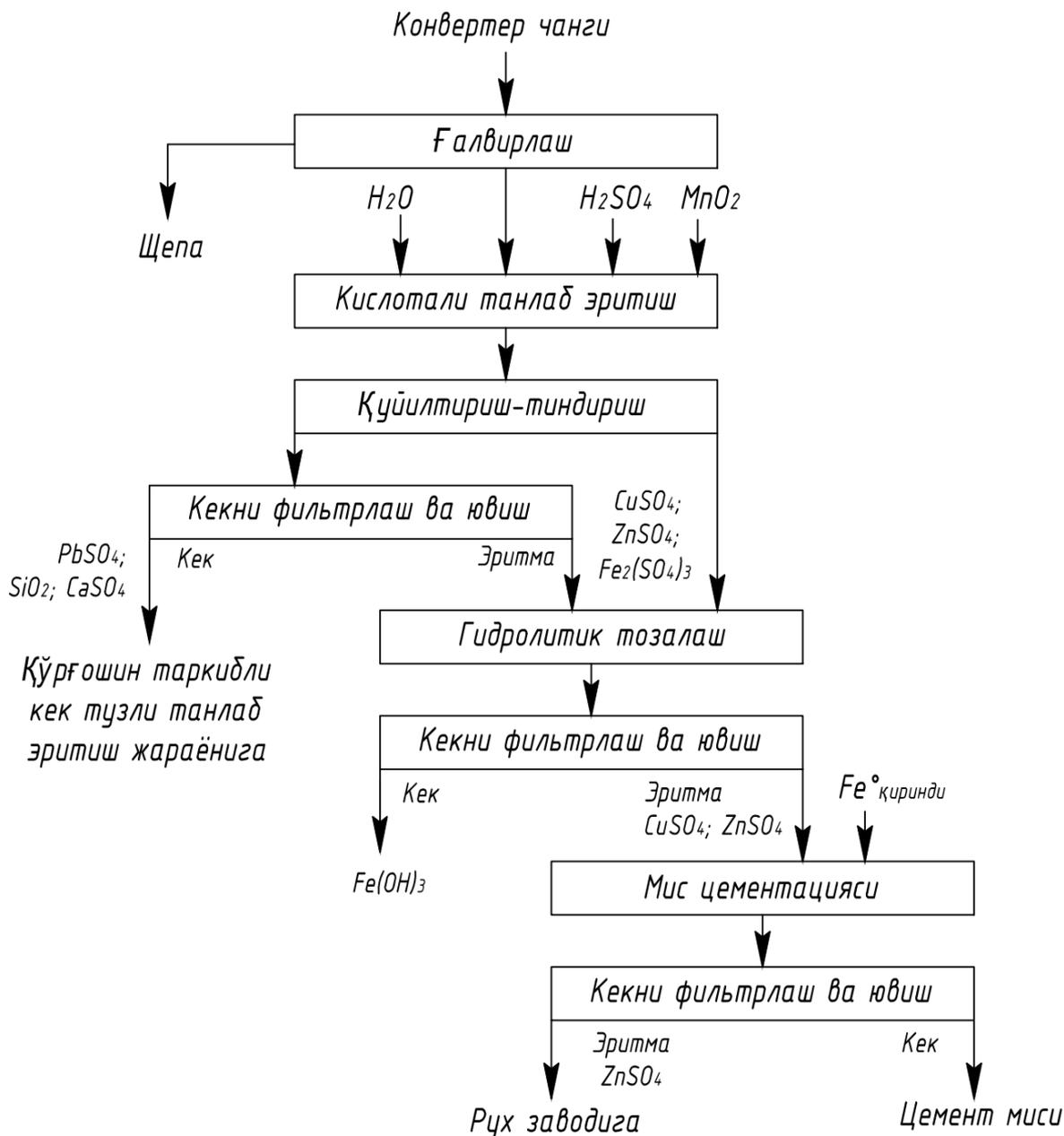
«ОКМК» АЖ МЭЗ конвертер чангининг кимёвий таҳлили натижалари

| Компонент | Pb | Cu | Zn | Fe | SiO ₂ | S _{ум} | S _{сульфат.} | MgO | CaO | Cd |
|------------|-------|-----|------|------|------------------|-----------------|-----------------------|------|------|------|
| Миқдори, % | 31,56 | 2,2 | 14,7 | 0,46 | 0,65 | 11,47 | 8,52 | 0,33 | 2,84 | 0,19 |

Ушбу тадқиқот доирасида қўшимча тозаламасдан металл қўрғошин ишлаб чиқариш учун қўлланиларли бўлган майин конвертер чангидан тозаланган қўрғошин карбонати олиш учун янги технологик схема ишлаб чиқилди.

Технологик жараённинг моҳияти шундаки, чангни кислотали танлаб эритмага ўтказиш, икки босқичли тузли танлаб эритмага ўтказиш, тузли эритмадан қўрғошин карбонатни карбонлаш, металл қўрғошин олиш билан қўрғошин карбонатни тоблаш ва тиклаб эритиш имконини беради.

Эритмага мис, рух ва темирни ажратиш учун ишлаб чиқилган технология бўйича $K:C=1:3\div 8$ нисбатда 2 соат давомида $60-90^{\circ}C$ ҳароратда бўтанада $80\div 120$ г/л сульфат кислотаси миқдори билан, оксидловчини (марганецли бойитма) қўшиш билан сульфат кислотали танлаб эритмага ўтказиш олиб борилди (1-расм).



1-расм. Мис эритиш заводларининг майин конвертер чангини сульфат кислотали танлаб эритишнинг технологик схемаси

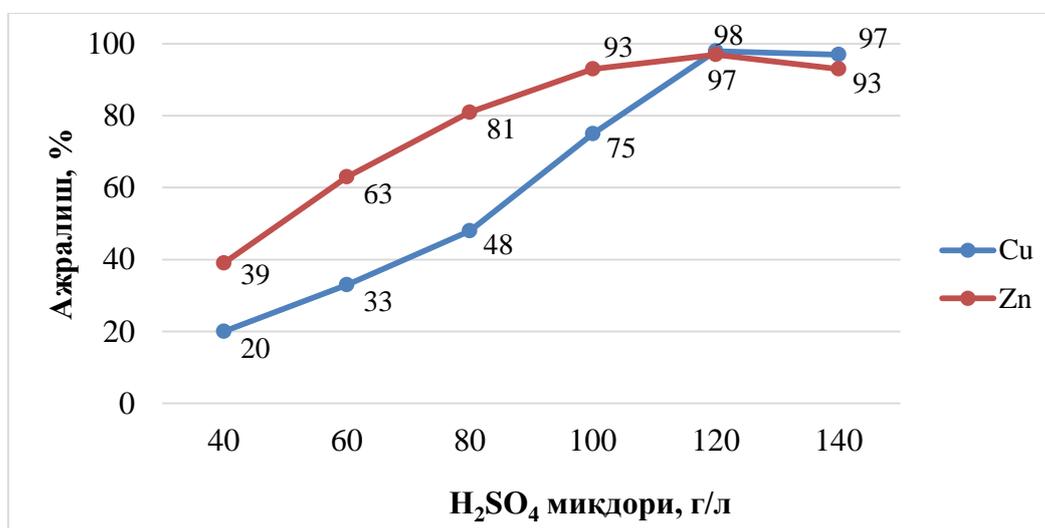
Таналаб эритиш натижасида берилган Қ:С=1:3÷8 ўзаро нисбатида сульфат кислотасининг 80÷120 г/л дастлабки концентрациясида рН 0,8-1 (30-35 г/л) қийматгача нейтралланиши содир бўлади. Танлаб эритиш сульфат кислотасининг 40, 60, 80, 100, 120 ва 140 г/л концентрацияларида олиб борилди. Олинган маълумотлар бўйича, эритмага миснинг тўлиқ ўтиши учун 110-125 г/л сульфат кислотаси концентрацияси мақбул ҳисобланади (2-расм).

3-жадвал

Мис ва рухни танлаб эритиш жараёнида сульфат кислотасининг мақбул концентрациясини аниқлаш бўйича тажриба натижалари

| Сульфат кислотаси концентрацияси, г/л | Эритмага ажралиши, % | |
|---------------------------------------|----------------------|------|
| | Cu | Zn |
| 40 | 20,2 | 39,4 |
| 60 | 33,4 | 63,1 |
| 80 | 48,1 | 81,0 |
| 100 | 75,3 | 93,2 |
| 120 | 98,0 | 97,3 |
| 140 | 97,2 | 93,4 |

Олинган маълумотлардан кўриниб турибдики, сульфат кислотали танлаб эритишда жуда суюлтирилган бўтаналарда ҳароратнинг ошиши миснинг, рухнинг эритмага ўтиш даражасига ижобий таъсир кўрсатади ва кўрғошиннинг эришига имкон туғдирмайди.

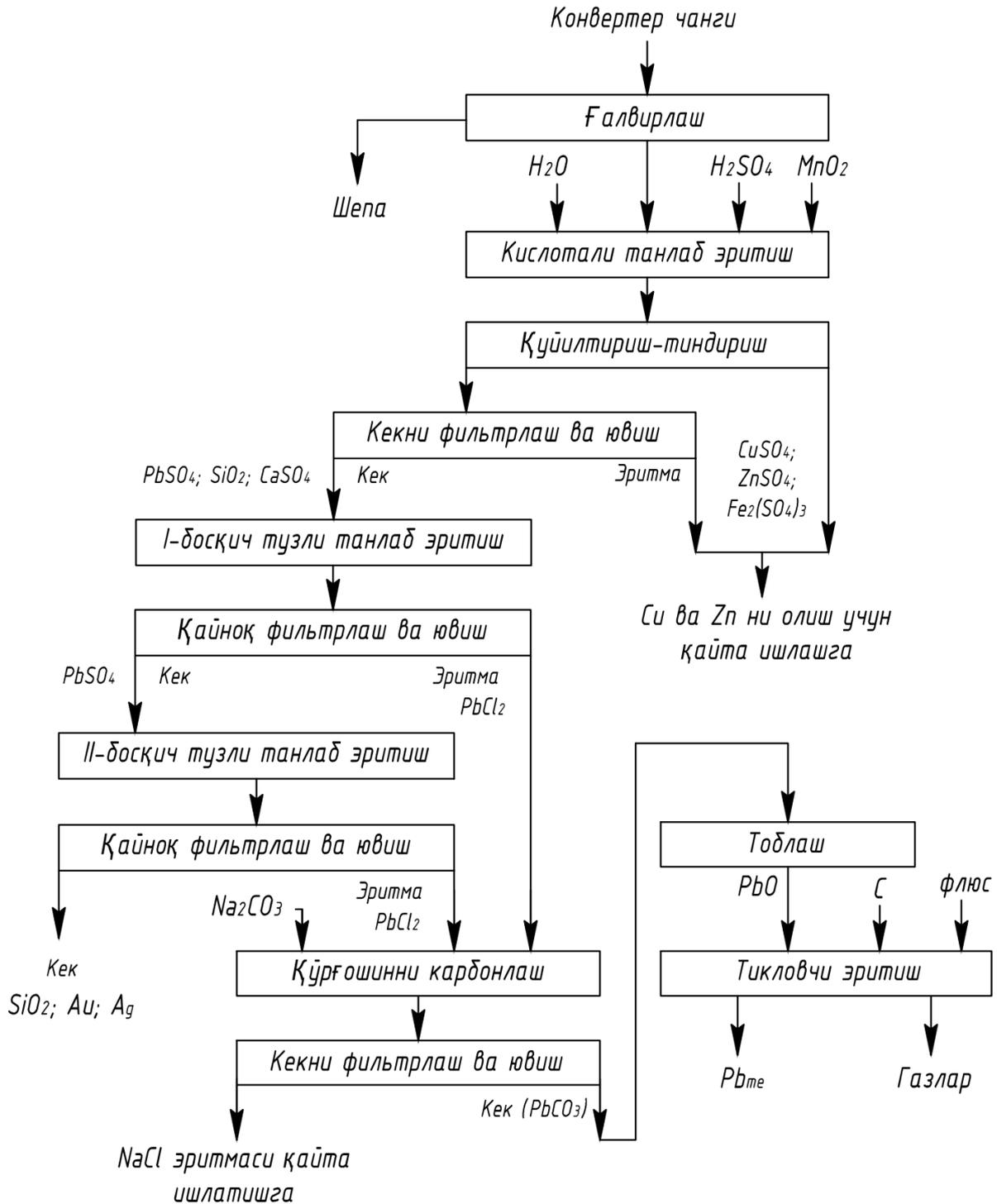


2-расм. Жараённинг 2 соат давомийлигида мис ва рухни эритмага ажралишининг сульфат кислотаси концентрациясига боғлиқлиги

Мис, рух ва темир қўшимчаларидан кўрғошинни тўлиқ ажратиб олиш билан чангни кислотали танлаб эритишда эритмага мис ва рухни ажратиб олишга марганец оксиди иштирокида эришилди. Жараённи амалга ошириш ҳисобидан самарага эришишга, кислород иштирокида оксидлаш-тиклаш

жараёнлари туфайли мисни сувда эрийдиган шаклгача озод этиш билан сульфидли олтингугуртни элемент ҳолатигача оксидланиш реакциясининг кимёвий моҳияти асос бўлиб хизмат қилади.

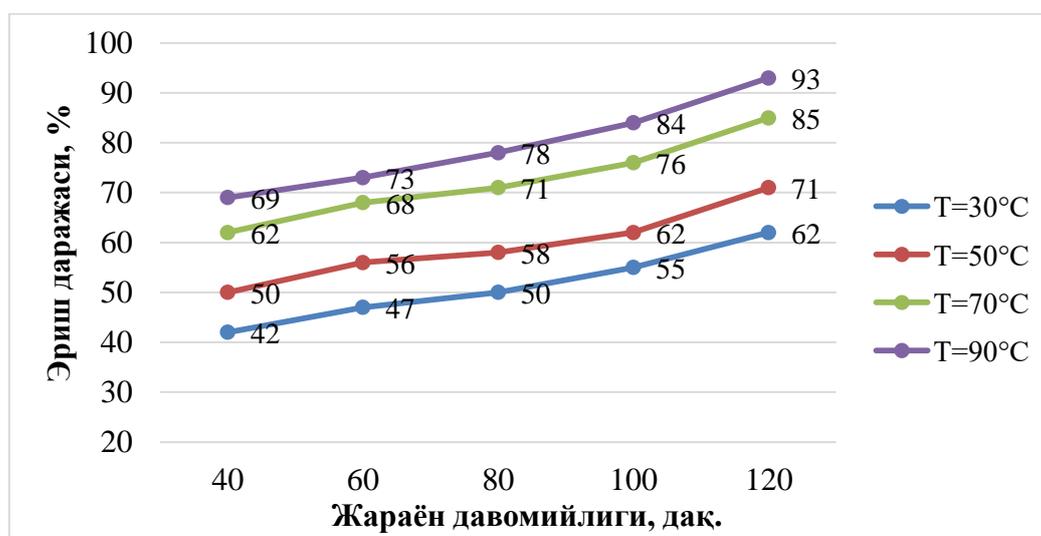
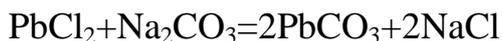
Фильтрлашдан сўнг чўкма сувнинг 80°C ҳароратида $\text{pH}=5,5\div 6,0$ бўлгунча сув билан ювилди. Миснинг 5 г/л ва рухнинг 22,5 г/л миқдорли олинган эритма рух ва мисни ажратиб олиш учун маҳсулдор эритма ҳисобланади.



3-расм. Мис эритиш заводлари конвертер чангидан қўрғошин олишнинг технологик схемаси

Кекдан кўрғошинни ажратиб олиш учун хлорли натрийнинг 250 ва 150 г/л концентрациясида мос равишда жараённинг 90-95°C ҳароратида икки босқичли тузли танлаб эритиш олиб борилди. Танлаб эритиш давомийлиги ҳар бир босқичда 2 соат, қаттиқ маҳсулотга суюқ маҳсулотнинг ўзаро нисбати Қ:С=1:5. Кўрғошин хлоридни эрмайдиган компонентлардан тозалаш учун бўтана филтрланди (3-расм).

Технологик ва тажриба тадқиқотлари натижасида танлаб эритиш жараёнининг мақбул технологик кўрсаткичлари аниқланди (4-расм). Кўрғошинни карбонлаш рН 8,5-9 гача муҳитга кальцийланган техник содани қўшиш билан ўтказилди.



4-расм. II босқич тузли танлаб эритишдан сўнг кўрғошинни эритиш даражасини жараён давомийлигига ва ҳароратига боғлиқлиги

Карбонлашдан сўнг бўтана филтрланди ва эритмадан айланма эритма сифатида фойдаланилди. Олинган PbCO_3 кек 450°C ҳароратда тобланди ва глёт (PbO) олинди. Флюс ва графит қўшилган глёт тиклаб эритишга юборилди ва кўрғошиннинг миқдори 99,9% бўлган металл кўрғошин олинди.

Ўтказилган тажрибалар таҳлили қуйидаги хулосаларга келиш имконини берди: 90 дан 95°C гача ҳарорат оралиғида, Қ:С = 1:7 нисбатда ва жараённинг 2 соатдан 4 соатгача давомийлигида кекни тузли танлаб эритишда кварц ва нодир металллар эритмага ажралмайди; ҳароратнинг ошиши тузли танлаб эритишда кўрғошиннинг эриш даражасига ижобий таъсир кўрсатади.

Шундай қилиб, ўтказилган тадқиқотлар 99,9% дан кам бўлмаган металл кўрғошин олиш билан конвертер чангини қайта ишлашнинг асосий имкониятини кўрсатди.

Парчаланиш жараёнида мис таркибли комплекс ҳароратнинг секин ошиб боришида аста-секин парчланишни бошлайди ва қуйдирилган маҳсулот

ҳосил бўлади, бунда органик фазалар кислород билан ўзаро таъсирда оксидланиш ҳолатигача оксидланади ва учиб чиқади. Парчаланиш жараёни кутилган йўналишда содир бўлиши учун куйдириш печида термик парчаланиш учун зарурий ҳарорат сақланади.

Оксидловчи куйдириш тажрибалари 600-700°C ҳароратда ўтказилди. Паст ҳароратларда органик бирикмалар, углерод таркибли газлар, намлик, азот ва олтингугурт оксидлари чиқиб кета олмайди.

Лаборатория тажрибалари ҳар хил вақтда ва ҳар хил ҳароратларда бир нечта намуналарда олиб борилди. Тажриба натижалари 4-жадвалда келтирилган.

4-жадвал

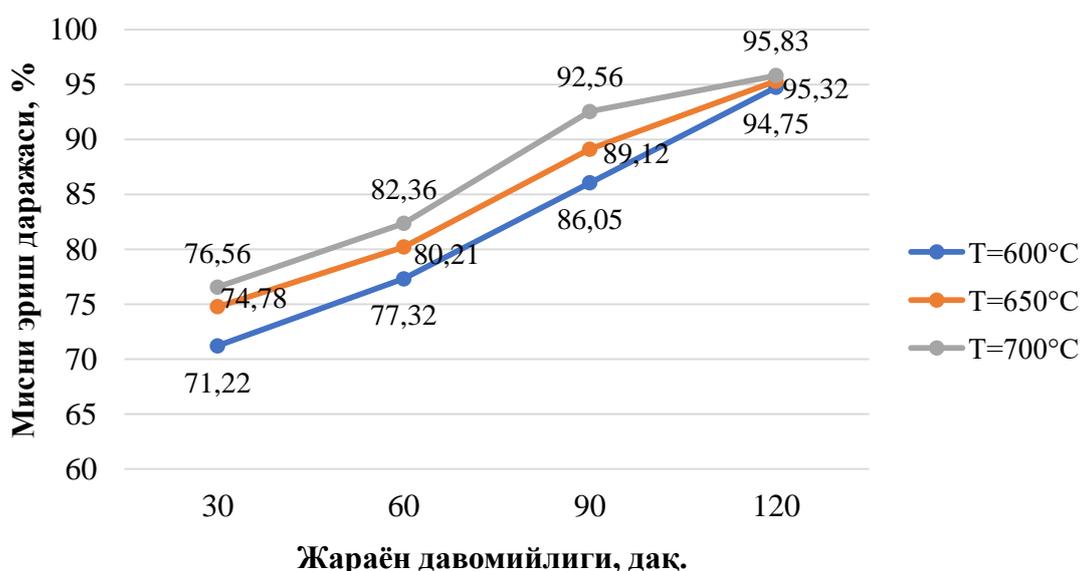
Қаттиқ мис таркибли чиқиндиларни ҳар хил ҳароратларда куйдириш тажрибалари натижалари

| Жараён давомийлиги, дақ. | Ҳарорат, °С | Куйдирилган маҳсулотдаги миснинг миқдори, % | Куйдирилган маҳсулотнинг чиқиши | | Сульфат кислотасида миснинг эрувчанлик даражаси |
|--------------------------|-------------|---------------------------------------------|---------------------------------|------|-------------------------------------------------|
| | | | % | гр | |
| 30 | 600 | 2,47 | 97 | 97 | 71,22 |
| | 650 | 2,5 | 96 | 96 | 74,78 |
| | 700 | 2,51 | 95,5 | 95,5 | 76,56 |
| 60 | 600 | 2,6 | 92 | 92 | 77,32 |
| | 650 | 2,66 | 90 | 90 | 80,21 |
| | 700 | 2,67 | 89,6 | 89,6 | 82,36 |
| 90 | 600 | 2,76 | 87 | 87 | 86,05 |
| | 650 | 2,79 | 86 | 86 | 89,12 |
| | 700 | 2,8 | 85,6 | 85,6 | 92,56 |
| 120 | 600 | 2,82 | 85 | 85 | 94,75 |
| | 650 | 2,86 | 84 | 84 | 95,32 |
| | 700 | 2,89 | 83 | 83 | 95,83 |

Тадқиқотлар натижаларида аниқландики, 2 соат давомийлигида ва 650°C ҳароратда куйдириш жараёни мақбул ҳисобланади.

Лаборатория тажрибаларида аниқланишича, материални 650°C ҳароратда куйдириш ва куйиндини кислотали танлаб эритишда миснинг энг юқори эриш даражаси 95,32% га эришилади. Бу шундай изоҳланадики, юқори ҳароратли куйдириш миснинг металл ҳолатигача тўлиқ парчаланиши ва металллар юзаси очилиши ҳамда бунинг натижасида сульфат кислотали эритмада миснинг эриш даражаси ошиши имконини беради.

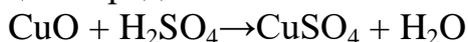
Мисни эритмага ўтказиш учун ишлаб чиқилган технологик схема бўйича К:С=1:3÷5 нисбатда 2 соат давомида 60-90°C ҳароратда бўтанада 80÷120 г/л сульфат кислота миқдори мис таркибли қаттиқ чиқиндини сульфат кислотали танлаб эритиш ўтказилди.



5-расм. Сульфат кислотали эритмада миснинг эрувчанлик даражасига куйдириш ҳароратининг таъсири

Сульфат кислотали танлаб эритмага ўтказиш натижалари 5-жадвалда келтирилган.

Мис таркибли қаттиқ чиқиндини сульфат кислота билан танлаб эритишда куйидаги реакция боради:



5-жадвал

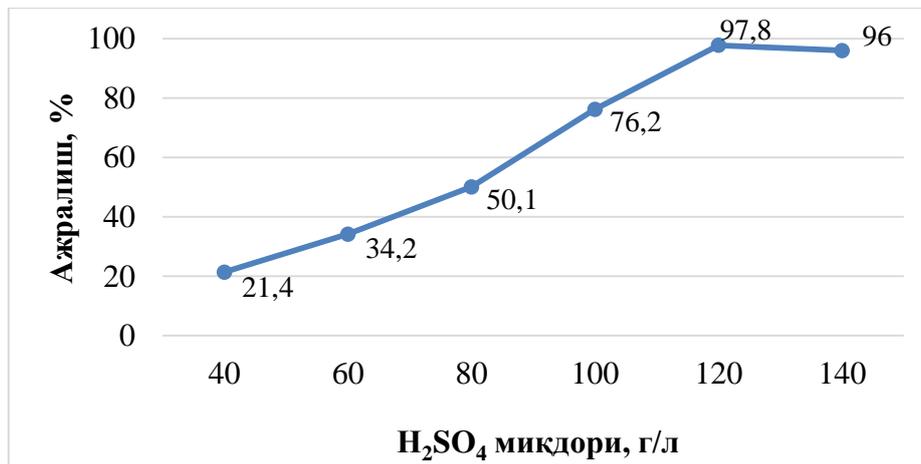
«Навоиазот» АЖнинг мис таркибли қаттиқ чиқиндисини сульфат кислотали танлаб эритиш натижалари

| Ҳарорат, °С | Миснинг эриш даражаси, % | | |
|-------------|--------------------------|---------|---------|
| | Қ:С=1:3 | Қ:С=1:4 | Қ:С=1:5 |
| 60 | 57,6 | 67,3 | 75,7 |
| 70 | 63,4 | 73,8 | 82,1 |
| 80 | 68,6 | 80,4 | 88,3 |
| 90 | 77,2 | 84,5 | 95,3 |

Таналаб эритмага ўтказиш натижасида Қ:С=1:3÷5 берилган ўзаро нисбатида сульфат кислотасининг 80÷120 г/л дастлабки концентрациясида рН 0,8-1 (30-35 г/л) қийматгача нейтралланиши содир бўлади.

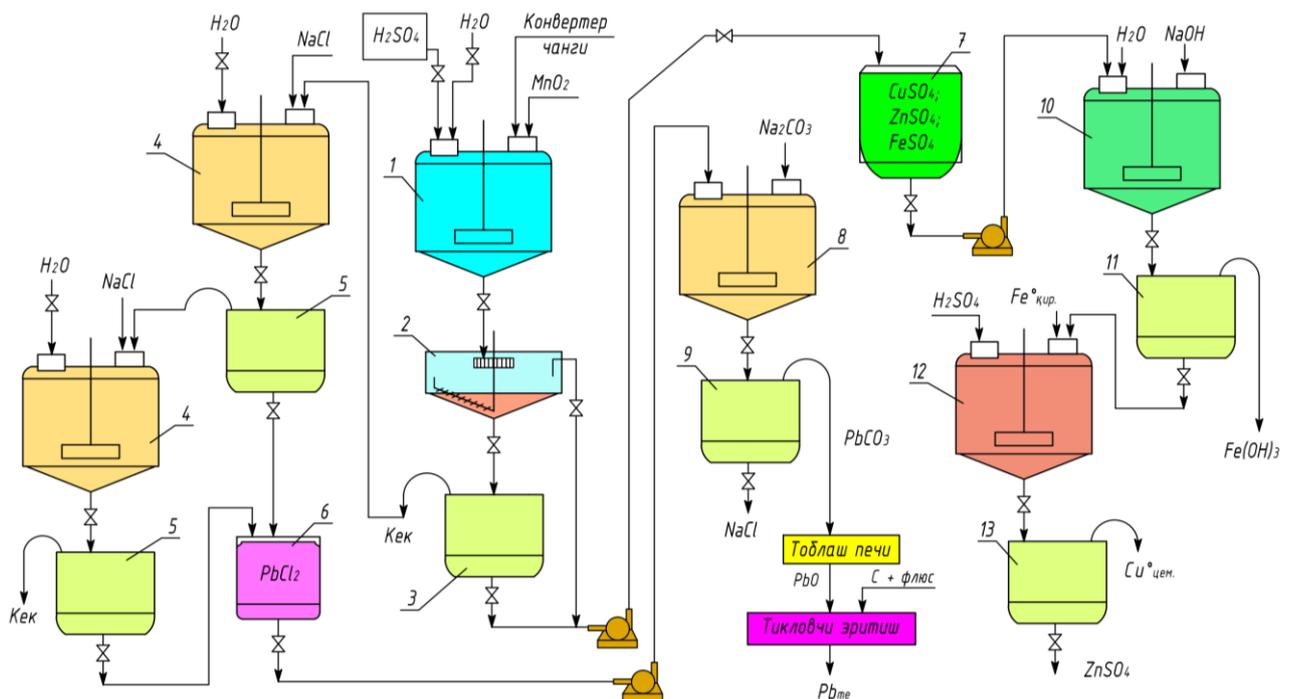
Танлаб эритиш сульфат кислотасининг 40, 60, 80, 100, 120 ва 140 г/л концентрацияларида олиб борилди. Олинган маълумотлар бўйича, эритмага миснинг тўлиқ ўтиши учун 110-125 г/л сульфат кислотаси концентрацияси мақбул ҳисобланади (6-расм).

Диссертациянинг «**Конвертер чангини, АКН ишлаб чиқариш чиқиндиларини қайта ишлаш технологияларини ишлаб чиқиш ва уларнинг самарадорлиги**» деб номланган тўртинчи бобида конвертер чангини кислотали танлаб эритишнинг технологик схемаси ва ускуналар занжири схемаси ишлаб чиқилди.



6-расм. Жараённинг 2 соатлик давомийлигида мисни эритмага ажралишининг сульфат кислотаси концентрациясига боғлиқлиги

Конвертер чангини сульфат кислотали танлаб эритиш маҳсулотларидан эримайдиган қолдиқни филтрлаш жараёнини ўрганиш бўйича тадқиқотлар натижалари асосида ускуналар занжир схемаси ишлаб чиқилди, унда кейинги филтрлаш билан қуюлтиргич-тиндиргични қўллаб ажратиш нуқтаси кўрсатилган (7-расм).



1 – кислотали танлаб эритиш учун реактор; 2 – қуюлтиргич-тиндиргич; 3,5,9,11,13 – нутч-филтр; 4 – тузли танлаб эритиш учун реактор; 6 – тузли танлаб эритиш эритмаси учун резервуар; 7 – кислотали танлаб эритиш эритмаси учун резервуар; 8 – карбонлаш учун реактор; 10 – гидролитик тозалаш учун реактор; 12 – цементлаш учун реактор

7-расм. Мис эритиш заводлари конвертер чангини қайта ишлашнинг ускуналар занжири схемаси

Бунга асосан бўтана кислотали танлаб эритишдан сўнг қуюлтиргич-тиндиргич (2)га тушади, у ерда суюқ фазадан эримаган қолдиқни, яъни, мис ва рух сульфатлари эритмасини тиндириш амалга оширилади. Тиндирилган эритма марказдан қочирма насос билан кислотали танлаб эритиш эритмаси тўплагичи (7)га тушади, чўкма тиндиргичнинг пастки қисмидан нутч-фильтр (3)га чиқариб юборилади, у ерда вакуум таъсири остида кекдан филтратни ажратиш содир бўлади. Филтратдан ажралган кек сув билан ювилади. Филтрат нутч-фильтрда филтрлангандан сўнг марказдан қочирма насос билан кислотали танлаб эритиш эритмаси тўплагичи (7)га тортиб олинади, асосан кварц ва нодир металлларнинг озроқ миқдорли аралашмаси таркибли кўрғошин сульфатидан иборат бўлган филтрланган кек тузли танлаб эритиш учун реактор (4)нинг юқори қисмига юборилади.

Қуюлтиргич-тиндиргич (2) бўтананинг тиндирилган қисмини тортиб олиш учун ён томон деворига қувур ўрнатилган радиал қуюлтиргичдан иборат. Бўтананинг тиндирилган қисмини тортиб олиш учун тиндирилган қисмининг чуқурлиги датчиклар ёрдамида аниқланади. Тўшама сатҳини ўлчаш учун ҳар хил датчиклардан фойдаланилади. Бунинг учун чўктирма пўкакли зичлик ўлчагич, Turbimax CUS51D чўктирма лойқа ўлчагич ёки Turbimax CUS71D эхолокаторлардан фойдаланилади. Эхолокаторнинг қулайлиги шундаки, у тозалашга деярли эҳтиёжсиз ва қуюлтиргич парраги остига тушиб кетмайди.

Шундай қилиб, ўтказилган тажрибалар таҳлили қуйидаги хулосаларга келиш имконини беради: қуюлтириш жараёнини қўллаш натижасида филтрлашга бериладиган маҳсулот миқдори кескин камаяди, натижада филтрлаш вақти камаяди, чўкиндилар намлиги талаб этилган 16-18% гача пасаяди, мис ва рух сульфатини эритмага ажралиши ортади, кўрғошин сульфати ва эримайдиган қолдиқрининг чўкиндига ўтиши яхшиланади, улар кейинчалик кўрғошинни ва нодир металлларни ажратиб олишда хомашё сифатида қўлланилади.

«Олмалик КМК» АЖнинг саноат шароитларида тадбиқ этилган янги технологик схема саноатнинг технологик тартибларини яхшилаш билан мис ва рух олишнинг амалдаги технологик жараёнларига қўлланиларли бўлган мис ва рух концентратларини бирйўла ажратиб олиш ҳамда металллик кўрғошин олинисини таъминлаш мумкинлиги ўрнатилган.

ХУЛОСА

«Техноген чиқиндилардан металлларни ажратиб олиш технологиясини ишлаб чиқиш» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотларга асосланган ҳолда, назарий ва амалий аҳамиятга эга бўлган қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Майин конвертер чангининг ҳолатини ўрганиш асосида унинг рангли ва нодир металлларнинг қимматбаҳо хомашёси эканлиги аниқланди ва у албатта мустақил равишда қайта ишланиши керак, бу ҳам иқтисодий, ҳам экологик нуқтаи назардан долзарбдир.

2. Конвертер чангини қайта ишлашнинг асосий усуллари пирометаллургик жараёнлар бўлиб, бу жараёнларда олинган маҳсулотлар сифатининг пастлиги, шунингдек, газларни тозалаш ва зарарсизлантириш заруратининг мавжудлиги пирометаллургик схемаларининг самаралорлигини сезиларли даражада пасайтиради.

3. Гидрометаллургияда бойитишнинг инновацион усулларини (кислотали танлаб эритиш, чўктириш, тузли танлаб эритиш, филтрлаш ва карбонлаштириш) бирлаштирган комбинациялашган схемаси конвертер чангини қайта ишлаш учун истиқболли эканлиги аниқланган.

4. Тадқиқотлар натижаларига кўра қуйилтиргич-тиндиргични қўллаш ва эритманинг майин дисперсли қисмини декантация қилиш орқали танлаб эритиш эритмасини филтрлаш жараёнининг филтрланиш тезлигини 2,7 баробар оширишни таъминловчи оптимал кинетик параметрлари ўрнатилган.

5. Нордон эритмаларда мис ва рух сульфатларидан темир гидроксидини NaOH қўлаган ҳолда муҳит рН қийматининг ўзгариши ҳисобига чўктириш усули билан ажратиш қонуниятлари аниқланган.

6. Майин конвертер чангини кислотали танлаб эритиш билан қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилди ва амалга татбиқ этилди, кинетик параметрлари аниқланди ва ишлаб чиқариш учун тавсия этилди, бунда металлларнинг ажралиши Cu-98,0%, Zn-93,0% ни ташкил этди.

7. Конвертер чангидан металлик кўрғошинни (таркибида кўрғошиннинг миқдори 99,0% дан ортиқ), цемент миси ва рух сульфати эритмасини олиш технологияси ишлаб чиқилди ва саноатга тавсия этилди.

8. Акрил кислотаси нитрилин ишлаб чиқариш чиқиндиларидан мисни цемент миси шаклида ажратиб олиш технологияси ишлаб чиқилди ва саноатга тавсия этилди.

9. Чангдан қимматбаҳо компонентларни комплекс ажратиб олиш бўйича тавсия этилган самарали технологияни қўллашдан кутилаётган иқтисодий самара йилига 367 млн. сўмни ёки 1 т. майин конвертер чангини қайта ишлашда 2,5 млн. сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.17/30.12.2019.Т.06.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
НАВОЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ГОРНОМ ИНСТИТУТЕ**

НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

САИДАХМЕДОВ АКТАМ АБДИСАМИЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ
ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ**

04.00.14 – Обогащение полезных ископаемых

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD)

Навои – 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2020.3.PhD/T1797.

Диссертация выполнена в Навоийском государственном горном институте.

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

Научный руководитель: **Хасанов Абдурашид Салиевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Якубов Махмуджан Махамаджанович**
доктор технических наук, профессор

Валиев Хусан Раззакович
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: **ГУ «Институт минеральных ресурсов»**

Защита диссертации состоится 10 декабря 2020 года в 10⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.17/30.12.2019.T.06.01 (адрес: 210100, г. Навои, ул. Галаба шох, 127. Зал заседаний Навоийского государственного горного института. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горного института (зарегистрирован за №62). Адрес: 210100, г. Навои, ул. Галаба шох, 127. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66.

Автореферат диссертации разослан 27 ноября 2020 года.

(реестр протокола рассылки №23 от 27 ноября 2020 года).





К.С. Санакулов

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

 **Ш.Ш. Заиров**

Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор



И.Т. Мислибаев

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. Анализ мирового производства меди пирометаллургическим способом имеет тенденцию инновационного развития в отрасли цветных металлов. Мировой объем производства и потребления меди резко увеличивается, за период XX века он вырос от 0,4 млн. тонн до 20 млн. тонн. Однако резкое сокращение богатых рудных месторождений и повышение требований к охране окружающей среды указывают на необходимость уделения особого внимания на повышение комплексности использования сырья и применение ресурсо- и энергосберегающих технологий с использованием техногенных отходов и промпродуктов, содержащих тяжелые цветные и благородные металлы.

В мире научные исследования по производству меди направлены на переработку техногенных отходов производства путем возврата их в основное производство с одновременным решением экологических проблем. Так как пирометаллургическое производство меди связано с образованием большого количества техногенных образований в виде отвальных шлаков плавильных печей и промпродуктов тонкой пыли конвертерного передела медеплавильного завода, объем которых в несколько раз превышает объем готовой продукции. Отходы занимают значительную территорию плодородной земли, отрицательно влияя на экологию, сохранение которой является актуальной задачей настоящего времени.

В Республике выполнен ряд научно-практических работ по комплексному исследованию переработки техногенных отходов и промпродуктов тонкой пыли конвертерного передела. В Указе Президента Республики Узбекистан² определены задачи по «повышению промышленности на качественно новый уровень, глубокой переработке местных источников сырья, ускорению производства готовой продукции, освоению новых видов продукции и технологий». В связи с этим становится актуальным решение задач по переработке хвостов обогатительных фабрик, шлаков медного производства и клинкера от переработки цинковых кеков и промпродуктов тонкой пыли конвертерного передела медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК», переработке цветных и благородных металлов и расширению сырьевой базы комбината без значительных капитальных затрат.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-3145 от 24 июля 2017 года «О мерах по совершенствованию управления научно-исследовательскими и проектно-испытательскими работами в сфере промышленного освоения месторождений рудных полезных ископаемых», в Указе Президента

² Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

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

Степень изученности проблемы. Изучением в области развития производства цветных и драгоценных металлов из рудного сырья, а также извлечения их из отходов и вторичного сырья на протяжении ряда лет занимались и внесли свой значительный вклад такие зарубежные и отечественные ученые, как: Смирнов М.П., Morales A., Худяков Ю.Ф., Набойченко С.С., Навтанович М.Л., Ромазанова И.И., Белоусова А.Е., Масленицкий И.Н., Ванюков А.В., Антипов Н.И., Стрижко Л.С., Санакулов К.С., Юсупходжаев А.А., Якубов М.М., Хасанов А.С., Шарипов Х.Т., Хаспулатов В.Ш., Chen T., Меретуков М.А., Быстров В.П., Мастюгин С.А. и др.

Исходя из анализа существующих работ, надо отметить, что проведены комплексные исследования и разработаны способы извлечения металлов из тонкой пыли медеплавильных печей, содержащих цветные и благородные металлы. Вместе с тем, проблема в том, что тонкая конвертерная пыль медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК» в настоящее время практически не используется из-за отсутствия эффективной технологии переработки таких отходов. Проблемы переработки медьсодержащих техногенных отходов АО «Навоiazот» не изучены. Настоящая диссертационная работа посвящена исследованию и разработке извлечения цветных металлов в серноокислотный и солевой растворы с применением селективных методов очистки.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Навоийского государственного горного института в рамках проекта: 2-2015 – «Разработка способа и установки высокоскоростного обжига по переработке природного сульфидного сырья и промпродуктов» (2015-2016 гг.), а также научно-исследовательских работ Альмалыкского филиала Московского института стали и сплавов в рамках проекта: 63-2259 ЮР – «Разработка инновационной технологии комплексной переработки пылей металлургического цеха МПЗ с получением цветных, благородных и редких металлов» (2020-2021 гг.).

Целью исследования является разработка технологии извлечения свинца, меди и цинка из техногенных отходов, в частности, из тонкой конвертерной пыли и получение меди из отходов производства НАК.

Задачи исследования:

изучение состава тонкой конвертерной пыли и определение способа селективного извлечения свинца, цинка и меди из конвертерной пыли;

исследование процессов сернокислотного выщелачивания конвертерной пыли и анализ влияющих факторов на степень извлечения ценных компонентов, а также разработка технологии сернокислотного растворения;

изучение состава техногенных отходов АО «Навоiazот» и определение способа извлечения меди из этих лежащих отходов;

исследование процессов обжига и сернокислотного выщелачивания обожженного медьсодержащего кека и определение оптимальных параметров процесса;

разработка комплексного способа выщелачивания, фильтрации и плавки, направленного на извлечение ценных компонентов в производстве;

на основе результатов проведенных комплексных исследований разработка новой технологии получения металлического свинца, сульфата цинка, цементной меди из конвертерной пыли и получения цементной меди из техногенных отходов АО «Навоiazот» и повышение извлечения металла.

Объектами исследования являются тонкая пыль, образующаяся при конвертировании медного штейна на медеплавильном заводе АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» и медьсодержащие техногенные химические отходы АО «Навоiazот», образовавшиеся при производстве НАК.

Предметом исследования является разработка новой технологии извлечения цветных металлов из конвертерной пыли и техногенных отходов АО «Навоiazот».

Методы исследования. Работа выполнена с применением комплексных методов исследований, включающих анализ и теоретические обобщение научно-технической информации по извлечению цветных металлов из техногенных отходов, лабораторные и опытно-промышленные испытания, проверку разработанных методик в производственных условиях, а также масс-спектральный и атомно-эмиссионный методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана технология получения металлического свинца (с содержанием свинца более 99,0%), цементной меди и сульфата цинка из конвертерной пыли, а также технология извлечения меди из отходов производства НАК в виде цементной меди;

установлены оптимальные кинетические параметры процесса фильтрации раствора выщелачивания с применением сгустителя-отстойника и декантации тонкодисперсной части технологического раствора, позволяющие повысить скорость фильтрации в 2,7 раза;

исследованы закономерности разделения гидроксида железа от сульфатов меди и цинка в кислых растворах методом осаждения с использованием NaOH в зависимости от pH-среды;

разработаны параметры технологии извлечения свинца выщелачиванием поваренной солью из хвостов процесса сернокислотного растворения тонкой конвертерной пыли, позволяющие извлекать 82,0% свинца из пыли.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технология извлечения меди, цинка и свинца из конвертерной пыли с применением сернокислотно-солевого выщелачивания с последующей карбонизацией, прокалкой и восстановительной плавкой;

впервые в Узбекистане из тонкой конвертерной пыли получены сульфат цинка, цементная медь и в металлическом виде свинец с высоким извлечением;

разработаны оптимальные параметры технологического процесса технологии извлечения цементной меди с высоким процентом извлечения из отходов производства НАК.

Достоверность полученных результатов обоснована значительным объемом лабораторных исследований, опытно-промышленными результатами испытаний, сходимостью и количественным подтверждением основной идеи работы по повышению извлечения ценных компонентов в результате применения разработанных режимов селективного осаждения и применения кислотного растворения, положительными результатами, подтверждающими повышение степени растворимости и повышения степени чистоты получаемого металла, а также положительными актами опытно-промышленных испытаний.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обуславливается выявлением факторов, влияющих на извлечение тяжелых цветных металлов из тонкой пыли, а также теоретического обоснования целесообразности применения селективного разделения металлов из растворов.

Практическая значимость результатов исследования характеризуется в извлечении ценных компонентов из тонкой конвертерной пыли медного производства и отходов химического производства НАК в готовую продукцию, которые имеют высокую рентабельность.

Внедрение результатов исследования. На основе проведенных исследований по извлечению металлов из техногенных отходов:

технология переработки тонкой конвертерной пыли кислотным выщелачиванием внедрена на медеплавильном заводе АО «Алмалыкский ГМК» (справка АО «Алмалыкский ГМК» №63-294 от 20.08.2020 г.). В результате более 98,0% меди и 93,0% цинка извлечено из тонкой пыли в виде цементной меди и сульфата цинка для дальнейшего использования;

технология извлечения свинца выщелачиванием поваренной солью из хвостов процесса сернокислотного растворения тонкой конвертерной пыли с получением металлического свинца (содержание свинца более 99,0%)

внедрена на медеплавильном заводе АО «Алмалыкский ГМК» (справка АО «Алмалыкский ГМК» №63-294 от 20.08.2020 г.). В результате вовлечены в производство техногенные отходы, обеспечивая комплексное использование минерального сырья, улучшена экологическая обстановка в месте скопления отходов и достигнута степень извлечения свинца из тонкой пыли до 82,0%.

Апробация результатов исследования. Апробация результатов данного исследования произведена на 3 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 13 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, опубликованы 3 статьи, в том числе 2 из которых в республиканских и 1 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 114 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность проведенных исследований, сформулированы цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии 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 теории и технологии извлечения тяжелых цветных металлов из техногенных отходов»** проведен анализ современного состояния комплексной переработки и утилизация отходов горно-металлургической промышленности и тенденции ее развития.

Научно-технический прогресс в современном мире сопровождается резким увеличением потребления природных ресурсов и одновременным ростом количества производственных техногенных отходов, проблема рационального использования которых теснейшим образом связана с эффективностью промышленного производства, защитой окружающей среды и новыми разработками в области утилизации отходов. Применяемые технологии утилизации отходов в развитых странах на 90-98% ориентированы на вывоз их на свалки и хвостохранилища, сжигание в утилизационных энергетических установках или не эффективном использовании на действующих металлургических предприятиях, основным недостатком которых являются пыле-газовые выбросы и связанные с этим

потери ценных элементов и др. Кроме этого, свалки и хвостохранилища требуют отвода значительных земельных участков и нарушают экологическую ситуацию в прилегающих районах.

Основными способами переработки конвертерной пыли являются пиromеталлургические процессы, которые имеют невысокое качество получаемых продуктов, необходимость очистки и обезвреживания газов. Продукты, получаемые при переработке техногенных отходов в пиromеталлургических агрегатах, в большинстве случаев требуют дополнительной доработки, что значительно снижает эффективность пиromеталлургических схем.

Выявлено, что для извлечения свинца, меди и цинка из конвертерной пыли и твердых медьсодержащих отходов перспективным является комбинированная схема, сочетающая инновационные методы обогащения в гидрометаллургии (кислотное выщелачивание, осаждение, солевое выщелачивание, фильтрация и карбонизация), которые подчёркивают актуальность и востребованность темы диссертации.

Во второй главе **«Обоснование объектов исследований, методика проведения экспериментов по разработке технологии извлечения тяжелых цветных металлов из медьсодержащих техногенных отходов»** в качестве объекта исследований являются тонкая пыль, образующаяся при конвертировании медного штейна на медеплавильном заводе АО «Алмалыкского горно-металлургического комбината» и медьсодержащие техногенные химические отходы АО «Навоиазот» образовавшиеся при производстве НАК.

Конвертерная пыль представляет собой белый или светло-серый тонкодисперсный подвижный порошок с крупностью частиц менее $14 \div 30$ мкм (80-90%) с насыпным весом $1,3$ т/м³ (табл. 1).

Таблица 1

Результаты химического анализа конвертерной пыли

| Компонент | Содержание, % | Компонент | Содержание, % |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Медь | 1,9-2,3 | Кадмий | 0,19 |
| Свинец | 16-50 | Кремнезем | 0,65 |
| Цинк | 9-14,7 | Оксид магния | 0,33 |
| Сера общая | 11,47 | Оксид кальция | 2,84 |
| Сера сульфатная | 8,52 | Золота | 1 г/т |
| Железа | 0,46 | Серебра | 170-201 г/т |

Медьсодержащие техногенные отходы АО «Навоиазот» представляют собой пылеобразный осадок голубого цвета, образовавшийся путем естественного испарения воды. Состав отхода АО «Навоиазот» (усредненная проба, в %): 2,4 Cu; 22,0 C_{орг}; 7,0 Cl; 7,0 SiO₂; 2,0 S.

В основу диссертационной работы положено изучение методов выщелачивания цветных металлов, различные способы осаждения и изучение термической обработки (прокаливанием). Исходя из этого, в работе

использованы современные физико-механические, химические и физико-химические методы исследований (рентгенофазовый анализ, атомно-эмиссионный анализ, масс-спектральный анализ, электронная микроскопия).

В третьей главе «Исследование и определение технологических параметров извлечения ценных компонентов из конвертерной пыли и отходов производства НАК» проведены исследования способа и технологии извлечения свинца, цинка и меди из конвертерной пыли и меди из отходов производства НАК.

В данных исследованиях показана возможность эффективной автономной комплексной переработки тонкой пыли медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК», как ресурсосберегающее и природоохранное мероприятия. Целью исследовательских работ являлось создание принципиально новых, более экономичных технологий переработки конвертерной пыли для получения металлического свинца с одновременным извлечением концентратов меди и цинка, применительно к действующим технологическим процессам получения меди и цинка с улучшением технологических режимов производства.

Для исследований использовали тонкую конвертерную пыль со средним содержанием компонентов, приведенных в табл. 2 и промышленным содержанием благородных металлов.

Таблица 2

Результаты химического анализа конвертерной пыли МПЗ АО «АГМК»

| Компонент | Pb | Cu | Zn | Fe | SiO ₂ | S _{общ} | S _{SO4} | MgO | CaO | Cd |
|---------------|-------|-----|------|------|------------------|------------------|------------------|------|------|------|
| Содержание, % | 31,56 | 2,2 | 14,7 | 0,46 | 0,65 | 11,47 | 8,52 | 0,33 | 2,84 | 0,19 |

В рамках данного исследования разработана новая технологическая схема для получения из тонкой конвертерной пыли очищенного карбоната свинца, приемлемого для производства металлического свинца без дополнительного рафинирования.

Сущность технологического процесса представляет собой кислое выщелачивание, двухстадийное солевое выщелачивание пыли, карбонизация из солевого раствора карбоната свинца, прокалка и восстановительная плавка карбоната свинца с получением металлического свинца.

Для выделения меди, цинка и железа в раствор проводили сернокислотное выщелачивание конвертерной пыли с добавлением окислителя (марганцовый концентрат), с содержанием серной кислоты 80÷120 г/л в пульпе при температуре 60-90°C в течении 2 часов, Т:Ж=1:3÷8 по разработанной технологической схеме (рис. 1).

В результате выщелачивания при заданном соотношении Т:Ж=1:3÷8 происходит нейтрализация серной кислоты от исходной концентрации 80÷120 г/л до значения рН 0,8-1 (30-35 г/л). Выщелачивание проводили при концентрациях серной кислоты 40, 60, 80, 100, 120 и 140 г/л.

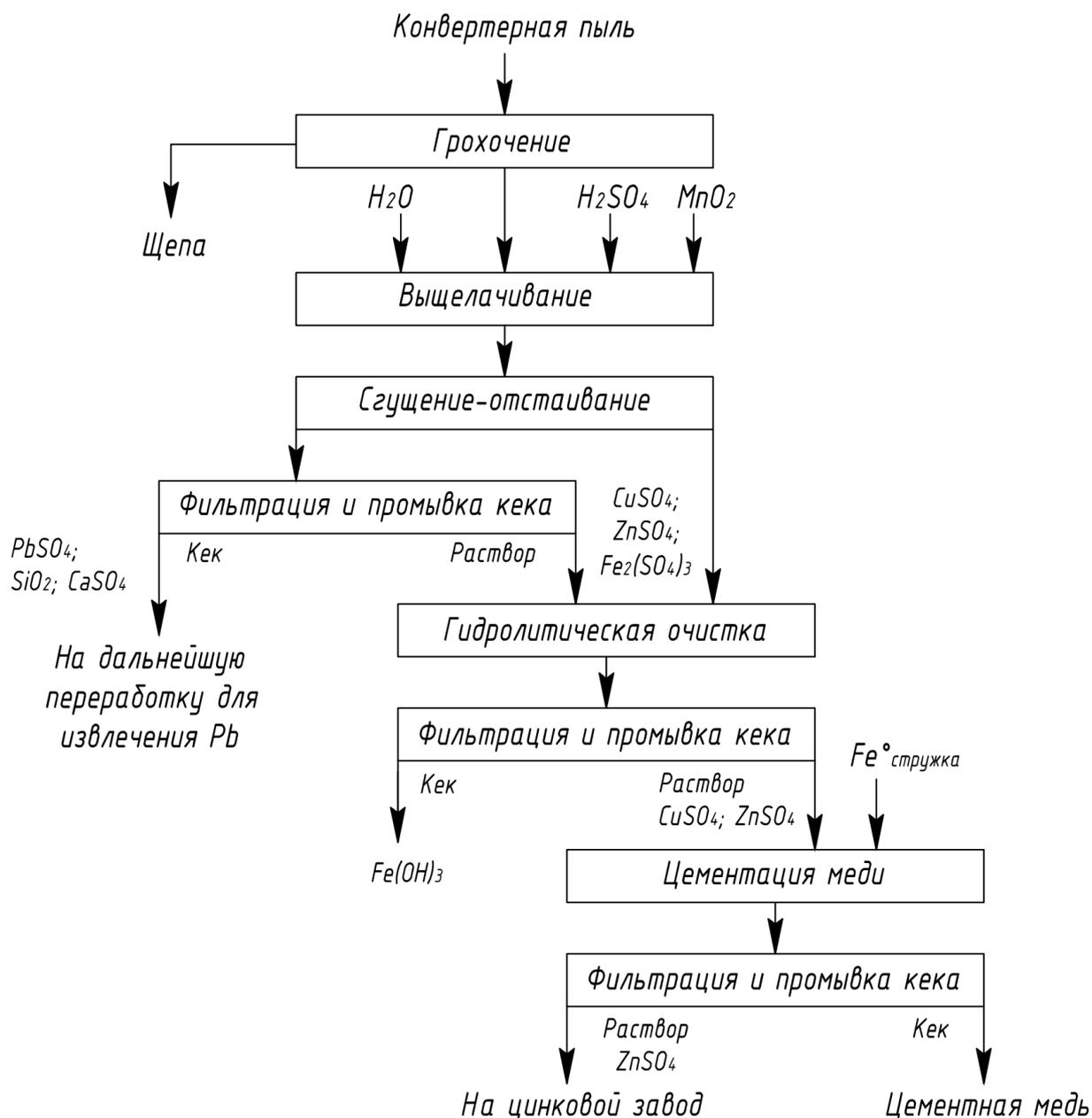


Рис. 1. Технологическая схема сернокислотного выщелачивания тонкой конвертерной пыли медеплавильных заводов

Таблица 3

Результаты опытов по определению оптимальной концентрации серной кислоты при выщелачивании меди и цинка

| Концентрация серной кислоты, г/л | Извлечение в раствор, % | |
|----------------------------------|-------------------------|------|
| | Cu | Zn |
| 40 | 20,2 | 39,4 |
| 60 | 33,4 | 63,1 |
| 80 | 48,1 | 81,0 |
| 100 | 75,3 | 93,2 |
| 120 | 98,0 | 97,3 |
| 140 | 97,2 | 93,4 |

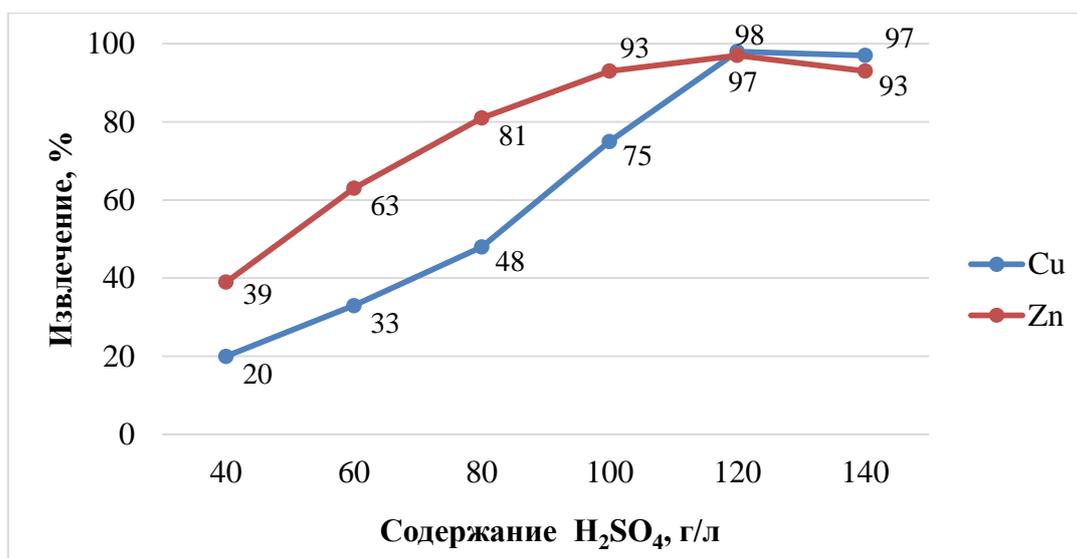


Рис. 2. Зависимость извлечения меди и цинка в раствор от концентрации серной кислоты при продолжительности процесса 2 часа

По полученным данным, оптимальной является концентрация серной кислоты 110-125 г/л (рис. 2) для полного перехода меди и цинка в раствор.

Из полученных данных видно, что при сернокислотном выщелачивании в более разбавленных пульпах повышение температуры положительно влияет на степень растворения меди, цинка в раствор и не способствует растворению свинца.

Высокое извлечение меди и цинка в раствор при кислотном выщелачивании пыли с полным разделением свинца от примесей меди, цинка и железа достигнуто в присутствии окислителя оксида марганца. Эффект достигается за счет реализации процесса, химическая сущность которого обусловлена реакцией окисления сульфидной серы до элементной с освобождением меди до водорастворимой формы благодаря окислительно-восстановительным процессам с участием кислорода.

После фильтрации осадок промывали водой до pH=5,5-6,0 при температуре воды 80°C. Полученный раствор с содержанием меди 5 г/л и цинка 22,5 г/л является продуктивным раствором для извлечения цинка и меди.

Для извлечения свинца из кека проводили двухстадиальное солевое выщелачивание при концентрации хлористого натрия 250 и 150 г/л соответственно при температуре процесса 90-95°C. Продолжительность выщелачивания 2 часа на каждой стадии при соотношении Т:Ж=1:5. Для очистки хлорида свинца от нерастворённых компонентов пульпу подвергали фильтрации (рис. 3).

В результате технологических и экспериментальных исследований определены оптимальные технологические показатели процесса выщелачивания (рис. 4).

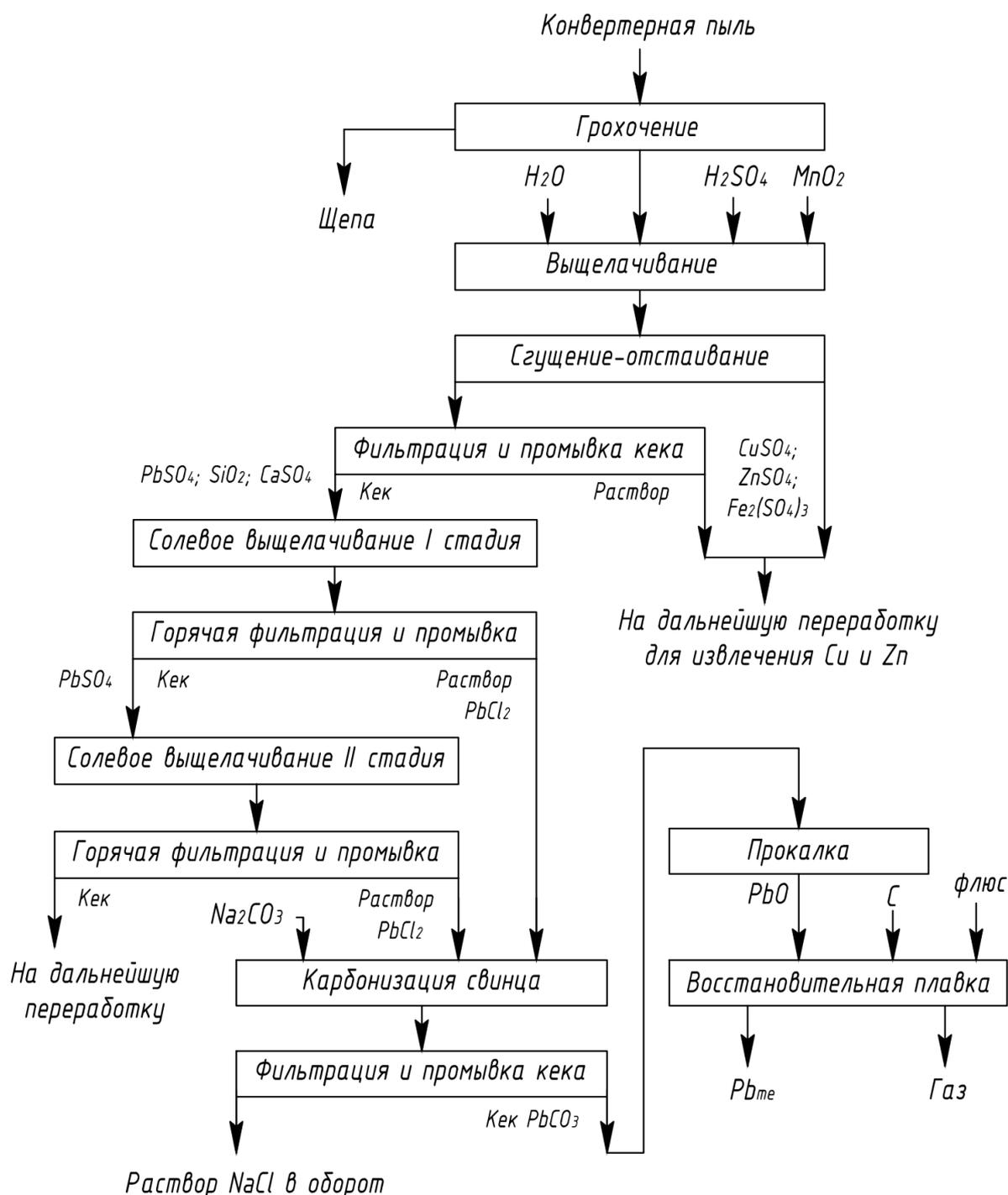
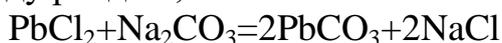


Рис. 3. Технологическая схема получения свинца из конвертерной пыли медеплавильных заводов

Карбонизацию свинца проводили с добавлением кальцинированной технической соды в среду рН до 8,5-9.



После карбонизации пульпа отфильтровывалась и раствор использовался как оборотный раствор. Полученный кек PbCO_3 прокаливали при температуре 450°C и получили глёт (PbO). Глёт с добавлением флюса и графита подвергли восстановительной плавке и получили металлический свинец с содержанием свинца 99,06%.

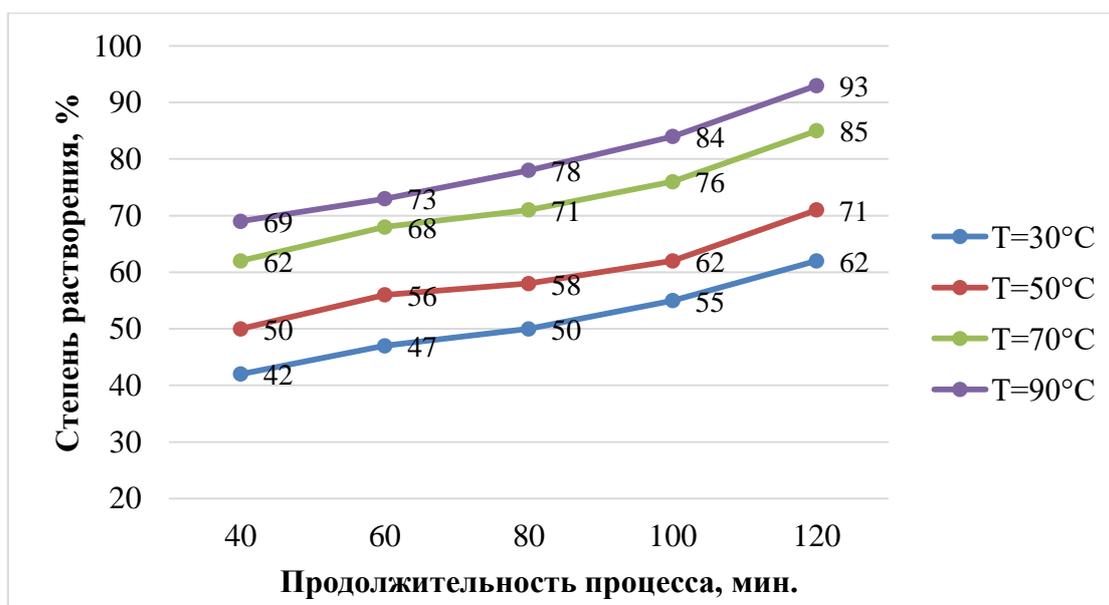


Рис. 4. Зависимость степени растворения свинца после II стадии солевого выщелачивания в раствор от продолжительности процесса и температуры

Анализ проведенных экспериментов позволяет сделать следующие выводы: - при солевом выщелачивании кека в интервале температур от 90 до 95°C, отношении Т:Ж = 1:7 и продолжительности процесса от 2 до 4 часов кварц и благородные металлы в раствор не извлекаются; - повышение температуры положительно влияет на степень растворения свинца при солевом выщелачивании.

Таким образом, проведенные исследования показали принципиальную возможность переработки конвертерной пыли с получением металлического свинца не ниже 99,9%.

В процессе разложения медьсодержащий комплекс при медленном повышении температуры постепенно начинает разлагаться и образуется обожженный продукт, а органические фазы взаимодействуя с кислородом окисляются до окисного состояния и возгоняются. Чтобы процесс разложения происходил в желаемом направлении, в обжиговой печи поддерживается необходимая температура для термического разложения.

Опыты окислительного обжига проводились при температуре 600-700°C. При низких температурах не могут удаляться органические соединения, углеродсодержащие газы, влажность, окиси азота и серы.

Лабораторные опыты были проведены с несколькими пробами при разных температурах и времени. Результаты экспериментов описаны в табл. 4.

Лабораторными экспериментами определено, что максимальное растворение меди 95,32% достигается при обжиге материала при 650°C. Это объясняется тем, что высокотемпературный обжиг дает возможность полному разложению меди до металлического состояния и вскрытию

поверхности металлов, вследствие чего, повышается степень растворения меди в сернокислотном растворе.

Таблица 4

Результаты опытов обжига твердых медьсодержащих отходов при разных температурах

| Продолжительность процесса, мин. | Температура, °С | Содержание Си в обожженном продукте, % | Выход обожженного продукта | | Степень растворимости Си в серной кислоте |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------------|----------------------------|------|-------------------------------------------|
| | | | % | гр | |
| 30 | 600 | 2,47 | 97 | 97 | 71,22 |
| | 650 | 2,5 | 96 | 96 | 74,78 |
| | 700 | 2,51 | 95,5 | 95,5 | 76,56 |
| 60 | 600 | 2,6 | 92 | 92 | 77,32 |
| | 650 | 2,66 | 90 | 90 | 80,21 |
| | 700 | 2,67 | 89,6 | 89,6 | 82,36 |
| 90 | 600 | 2,76 | 87 | 87 | 86,05 |
| | 650 | 2,79 | 86 | 86 | 89,12 |
| | 700 | 2,8 | 85,6 | 85,6 | 92,56 |
| 120 | 600 | 2,82 | 85 | 85 | 94,75 |
| | 650 | 2,86 | 84 | 84 | 95,32 |
| | 700 | 2,89 | 83 | 83 | 95,83 |

По результатам исследований выявлено, что при продолжительности 2 часов и температуре 650 °С процесс обжига считается оптимальным.

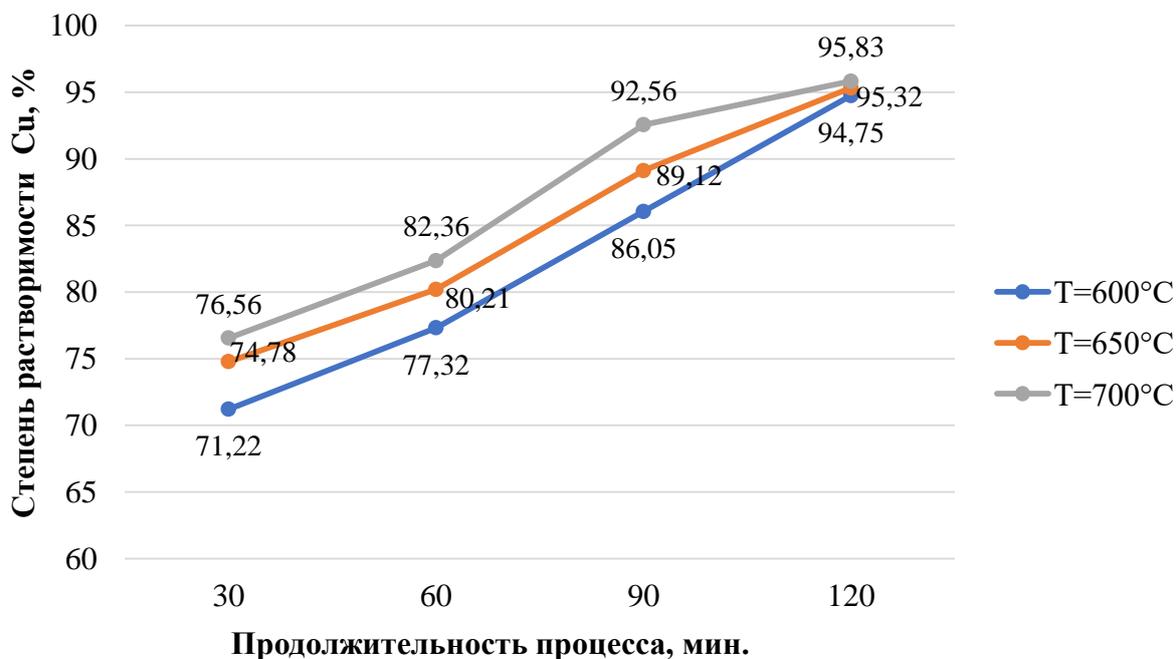


Рис. 5. Зависимость температуры обжига на степень растворимости меди в сернокислотном растворе

Для выделения меди в раствор проводили сернокислотное выщелачивание твердого медьсодержащего отхода с содержанием серной кислоты 80÷120 г/л в пульпе при температуре 60-90°С в течении 2 часов, Т:Ж=1:3÷5 по разработанной технологической схеме.

Результаты сернокислотного выщелачивания приведены в табл. 5.

При выщелачивании твердого медьсодержащего отхода серной кислотой протекают следующие реакции: - перевод меди в раствор:

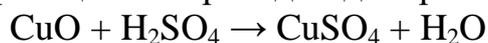


Таблица 5

Результаты сернокислотного выщелачивания твердого медьсодержащего отхода АО «Навоиазот»

| Температура, °С | Степень растворения Cu, % | | |
|-----------------|---------------------------|---------|---------|
| | Т:Ж=1:3 | Т:Ж=1:4 | Т:Ж=1:5 |
| 60 | 57,6 | 67,3 | 75,7 |
| 70 | 63,4 | 73,8 | 82,1 |
| 80 | 68,6 | 80,4 | 88,3 |
| 90 | 77,2 | 84,5 | 95,3 |

В результате выщелачивания при заданном соотношении Т:Ж=1:3÷5 происходит нейтрализация серной кислоты от исходной концентрации 80÷120 г/л до значения рН 0,8-1 (30-35 г/л). Выщелачивание проводили при концентрациях серной кислоты 40, 60, 80, 100, 120 и 140 г/л. По полученным данным, для полного перехода меди в раствор оптимальной является концентрация серной кислоты 110-125 г/л (рис. 6).

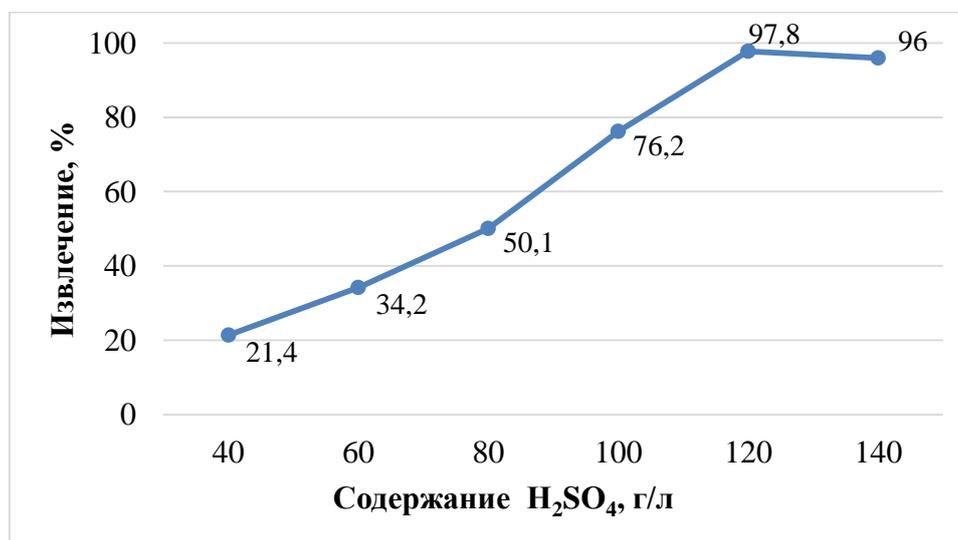
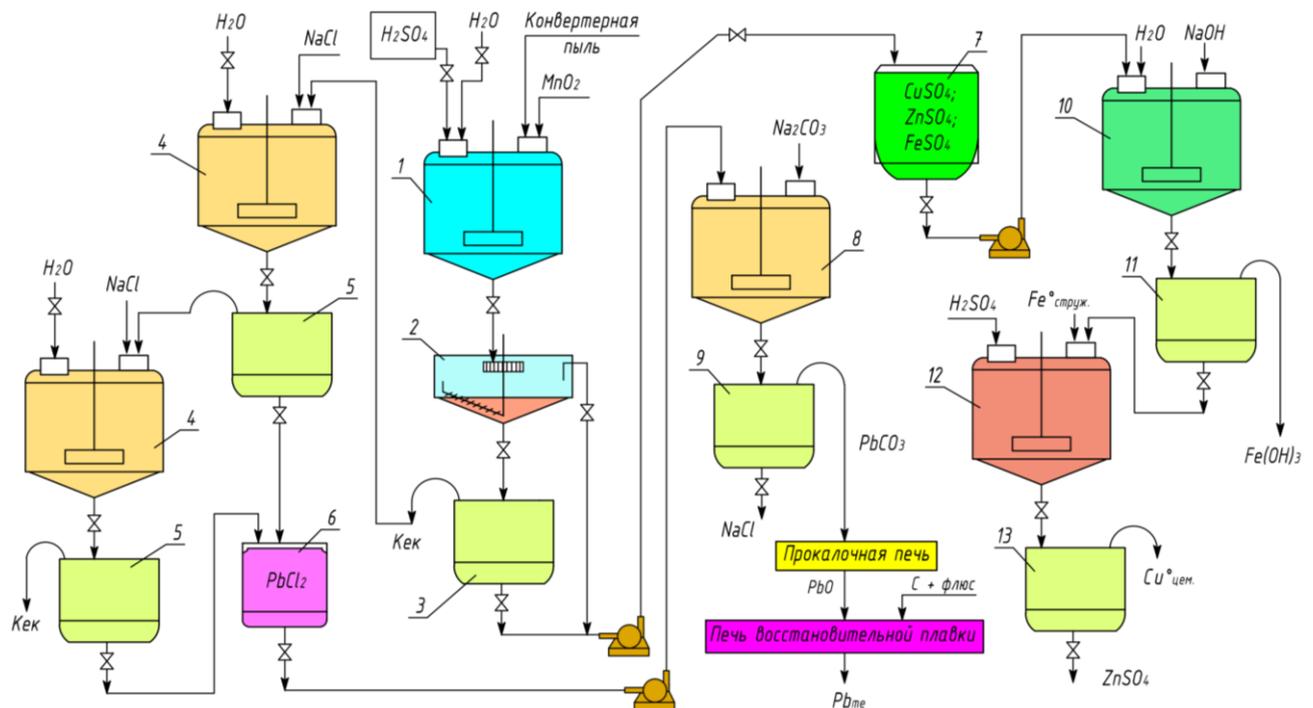


Рис. 6. Зависимость извлечения меди в раствор от концентрации серной кислоты при продолжительности процесса 2 часа

В четвертой главе «Разработка технологии переработки конвертерной пыли, отходов производства НАК и их эффективность» разработана технологическая схема и схема цепи аппаратов кислотного

выщелачивания конвертерной пыли.

На основе результатов исследований по изучению процесса фильтрации нерастворимого остатка из продуктов сернокислотного выщелачивания конвертерной пыли нами была разработана принципиальная схема узла разделения с применением сгуститель-отстойника с последующим фильтрованием (рис. 7).



- 1 – реактор для кислотного выщелачивания; 2 – сгуститель-отстойник; 3,5,9,11,13 – нутч-фильтры; 4 – реактор для солевого выщелачивания; 6 – сборник для раствора солевого выщелачивания; 7 – сборники для раствора кислотного выщелачивания; 8 – реактор для карбонизации; 10 – реактор для гидролитической очистки; 12 – реактор для цементации.

Рис. 7. Схема цепи аппаратов переработки конвертерной пыли медеплавильных заводов

Согласно схеме, (рис. 7) пульпа после кислотного выщелачивания поступает в сгуститель-отстойник (2), где осуществляется отстаивание нерастворимого остатка от жидкой фазы, т.е. раствора сульфатов меди и цинка. Осветленный раствор откачивается центробежным насосом в сборник для раствора кислотного выщелачивания (7), осадок выводится из нижней части отстойника и поступает в нутч-фильтр (3), где под действием вакуума происходит отделение фильтрата от кек. Отделившийся от фильтрата кек подвергается промывке водой. Фильтрат после фильтрации на нутч-фильтре откачивается центробежным насосом в сборник для раствора кислотного выщелачивания (7), отфильтрованный кек, состоящий в основном из сульфата свинца, содержащий небольшие примеси кварца и благородных

металлов поступает на верхнюю часть реактора (4) для солевого выщелачивания.

Сгуститель-отстойник (2) представляет радиальный сгуститель, смонтированной в боковой стенке трубы для откачивания осветленной части пульпы. Для откачивания осветленной части пульпы глубина осветленной части определяется с помощью датчиков. Для измерения уровня пастели применяются различные датчики. Это погружной поплавковый плотномер, погружной мутномер Turbimax CUS51D или эхолотатор Turbimax CUS71D. Эхолотатор выгодно отличается тем, что практически не нуждается в чистке и не может попасть под гребок сгустителя.

Таким образом, анализ проведенных экспериментов позволяет сделать следующие выводы: - в результате включения процесса сгущения перед фильтрованием резко уменьшается количество шлама, подаваемого на фильтровальную ткань, вследствие чего уменьшается время фильтрования, влажность осадков снижается до требуемых 16-18%, повышается извлечение сульфата меди и цинка в раствор, улучшается переход сульфата свинца и нерастворенных частей компонентов в осадок, которые в дальнейшем используются для извлечения свинца и благородных металлов.

Внедренная новая технологическая схема и предлагаемая схема цепи аппаратов в промышленных условиях АО «Алмалыкский ГМК» обеспечивают получение металлического свинца с одновременным извлечением концентратов меди и цинка применительно к действующим технологическим процессам получения меди и цинка с улучшением технологических режимов производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему «Разработка технологии извлечения металлов из техногенных отходов» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. На основании изучения состояния тонкой конвертерной пыли определено, что она является ценным сырьем цветных и благородных металлов и обязательно должна подвергаться самостоятельной переработке, которая актуальна как по экономическим, так и природоохранным причинам.

2. Показано, что основными способами переработки конвертерной пыли являются пирометаллургические процессы, которые имеют невысокое качество получаемых продуктов, а также необходимость очистки и обезвреживания газов, что значительно снижает эффективность пирометаллургических схем.

3. Выявлено, что для переработки конвертерной пыли перспективным является комбинированная схема, сочетающая инновационные методы обогащения в гидрометаллургии (кислотное выщелачивание, осаждение, солевое выщелачивание, фильтрация и карбонизация).

4. Исследованы закономерности разделения гидрооксида железа от сульфатов меди и цинка в кислых растворах методом осаждения с использованием NaOH в зависимости от величины рН-среды.

5. На основе результатов исследований установлены оптимальные кинетические параметры процесса фильтрации раствора выщелачивания с применением сгустителя-отстойника и декантации тонкодисперсной части технологического раствора, позволяющие повысить скорость фильтрации в 2,7 раза.

6. Разработана и внедрена технология переработки тонкой конвертерной пыли кислотным выщелачиванием, определены кинетические параметры и рекомендована производству, где извлечение металлов составило Cu-98,0%, Zn-93,0%.

7. Разработана и рекомендована производству технология получения металлического свинца (с содержанием свинца более 99,0%), цементной меди и сульфата цинка из тонкой конвертерной пыли.

8. Разработана и рекомендована производству технология извлечения меди из отходов производства НАК в виде цементной меди.

9. Ожидаемый экономический эффект от рекомендованной эффективной технологии комплексного извлечения ценных компонентов из пыли составляет 367 млн. сум в год, или 2,5 млн. сум при переработке 1 т тонкой конвертерной пыли.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.17/30.12.2019.T.06.01 AT THE NAVOI STATE MINING INSTITUTE**

NAVOI STATE MINING INSTITUTE

SAIDAKHMEDOV AKTAM ABDISAMIEVICH

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE EXTRACTION OF
METALS FROM INDUSTRIAL WASTE**

04.00.14 – Mineral processing

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

Navoi – 2020

The topic of the dissertation for the degree of the Doctor of Philosophy in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan No. B2020.3.PhD/T1797.

The dissertation was completed at the Navoi State Mining Institute.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is on the website of the Scientific Council (www.ndki.uz) and on the information and educational portal «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Scientific supervisor: **Khasanov Abdurashid Salievich**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents: **Yakubov Makhmudjan Makhmadzhanovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Valiev Khusan Razzakovich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Leading organization: **SE «Institute of Mineral Resources»**

The defence of the dissertation will be held on 10 December 2020 at 10⁰⁰ at the meeting of the Scientific council of scientific degrees DSc.17/30.12.2019.T.06.01 at the Navoi State Mining institute. Address: 210100, Navoi, Galaba Shokh street, 127. Conference Hall of the Navoi State Mining Institute. Phone: 0 (436) 223-23-32; fax: 0 (436) 223-00-55; e-mail: info@ndki.uz. nsmi@gmail.com.

The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Navoi State Mining Institute under No 62 Address: 210100, Navoi, Galaba Shokh street, 127. Phone: 0 (436) 223-56-90; fax: 0 (436) 223-00-55.

The abstract of the dissertation is distributed on 27 November 2020.

Protocol at the register No 23 dated 27 November 2020.



K.S. Sanakulov

K.S. Sanakulov
Chairman of the Scientific Council for
awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

Sh.Sh. Zairov

Sh.Sh. Zairov
Scientific Secretary of the Scientific Council for
Awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

I.T. Mislibaev

I.T. Mislibaev
Chairman of the scientific seminar under the Scientific
Council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

The aim of the research work is to develop a technology for the extraction of lead, copper and zinc from industrial wastes, in particular, from fine converter dust and the production of copper from the wastes of nitrile acrylic acid production.

The objects of research are fine dust, which forms during the conversion of copper matte at the copper smelter of JSC «Almalyk Mining and Metallurgical Combine» and copper-containing man-made chemical waste of JSC «Navoiyazot» formed during the production of acrylic acid nitrile.

The scientific novelty of the research is as follows:

a technology for processing fine converter dust by acid leaching was developed, kinetic parameters were determined, where the extraction of metals amounted to Cu-98,0%, Zn-93,0%.

the optimal kinetic parameters of the filtration process of the leach solution using a thickener-settler and decantation of the finely dispersed part of the process solution were determined;

a technology for the extraction of lead by leaching with sodium chloride from the tailings of the sulfuric acid dissolution of fine converter dust has been developed; kinetic parameters have been determined with the extraction of lead 82,0%.

a technology has been developed for producing metallic lead (with a lead content of more than 99,0%), cement copper and zinc sulfate from converter dust, as well as a technology for extracting copper from acrylic acid nitrile production waste in the form of cement copper.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained on the processing of industrial waste, the following has been achieved:

the technology for processing fine converter dust by acid leaching was introduced at the copper smelter of Almalyk MMC JSC (certificate of Almalyk MMC JSC No. 63-294 dated 20.08.2020), where metal recovery amounted to Cu-98,0%, Zn-93,0%;

The technology for the extraction of lead by leaching with NaCl from the tailings of the sulfuric acid dissolution of fine converter dust has been introduced at the copper smelter of JSC Almalyk MMC (certificate of JSC Almalyk MMC No. 63-294 dated 20.08.2020);

The technology for producing metallic lead (with a lead content of more than 99,0%), cement copper and zinc sulfate from converter dust has been introduced at the copper smelting plant of JSC Almalyk MMC (certificate of JSC Almalyk MMC No. 63-294 dated 20.08.2020).

The structure and scope of the thesis. The thesis consists of an introduction, four chapters, conclusion, bibliography and appendices. The volume of the thesis is 114 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, part I)

1. Саидахмедов А.А., Хасанов А.С. Изучение технологии получения металлического свинца из конвертерной пыли медеплавильного завода АО АГМК // Композиционные материалы: Специальный выпуск. – Ташкент, 2020. – С. 132-134 (05.00.00; №13).

2. Саидахмедов А.А., Вохидов Б.Р. Мис эритиш корхоналари чангларини қайта ишлаш усулларини тадқиқ қилиш // Композицион материаллар. – Тошкент, 2020. – №3. – С. 144-147 (05.00.00; №13).

3. Саидахмедов А.А., Хасанов А.С., Хужамов У.У. Исследование интенсификации процесса фильтрации растворов выщелачивания при переработке техногенных отходов // Universum: Технические науки. – Москва, 2020. – №9 – С. 62-67 (02.00.00; №1).

II бўлим (II часть; part II)

4. Saidakhmedov A.A., Khasanov A.S., Buronov A.B. Studying technologies of producing metal lead from converter dust of copper melt factory JSC АММС // Eurasian Union of Scientists 2020. № 7 (76). – P. 4-7.

5. Саидахмедов А.А., Хамидов С.Б., Мажидова И.И. Исследование сернокислотного выщелачивания тонкой пыли медеплавильного производства // Научно-методический журнал «ACADEMY». – Москва, 2020. – №1 (52). – С. 6-8.

6. Саидахмедов А.А., Сафаркулов М.З. Изучения степени осветления и фильтруемости растворов при переработке конвертерной пыли // Международная научно-практическая конференция на тему: «Проблемы и перспективы международного трансфера инновационных технологий». – Стерлитамак, 24 август 2020 г. – С. 59-60.

7. Саидахмедов А.А., Туробов Ш.Н. Исследование повышения степени осветления и фильтруемости пульпы при переработке твердых медьсодержащих отходов АО «Навоiazот» // Международная научно-практическая конференция «Наукоемкие исследования как основа инновационного развития общества». – Стерлитамак, 23 июля 2020 г. – С. 128-130.

8. Саидахмедов А.А., Худояров С.Р., Мирзанова З.А. Разработка технологии получения свинца из конвертерной пыли // Научно-практический электронный журнал ТЕСНника. – Нукус, 2020. – №2. – С. 20-23.

9. Saidakhmedov A.A., Buronov A.B. Analysis methods for processing dust of copper smelting factory // Proceedings of the international conference on integrated innovative development of zarafshan region achievements, challenges and prospects. – Navoi, 27-28 November 2019. – P. 15-19.

10. Саидахмедов А.А. «Навоиазот» АЖ мис таркибли қаттиқ чиқиндиларини қайта ишлашда бўтанани филтрланиш даражасини оширишни тадқиқ қилиш // Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар мавзусидаги республика 18-қўп тармоқли онлайн конференция. – Тошкент, 31 июл 2020 й. – Б. 34-35.

11. Саидахмедов А.А. Конвертер чангини қайта ишлашда филтрлаш самарадорлигини оширишни тадқиқ қилиш // Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар мавзусидаги республика 18-қўп тармоқли онлайн конференция. – Тошкент, 31 июл 2020 й. – Б. 61-62.

12. Шодиев А.Н., Саидахмедов А.А., Эшонқулов У.Х. Исследование технологии извлечения меди из твердых техногенных отходов // Региональная научно-практическая конференция «Инновационные подходы молодежи к развитию науки». – Карши, 14 август 2020 г. – С. 322-323.

13. Шодиев А.Н., Саидахмедов А.А., Эшонқулов У.Х. Исследование технологии извлечения тяжелых цветных металлов из тонкой пыли медеплавильного производства // Региональная научно-практическая конференция «Инновационные подходы молодежи к развитию науки». – Карши, 14 август 2020 г. – С. 324-325.



Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналидан таҳрирдан
ўтказилди.

Бичими 60x84 1/16. Офис қоғози. Рақамли босма усулда. Times гарнитураси. Шартли
босма табоғи 2,5. Адади 60. Буюртма № 83

“NEXT MA’LUMOTLAR MARKAZI” МЧЖ босмахонасида чоп этилди.
Босмахона манзили: Навоий в., Навоий ш., А.Авлоний кўчаси
14-сонли савдо маркази