

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

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**АСКАРОВА НИЛУФАР МУСУРМАНОВНА**

**МИС ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШЛАКЛАРИНИ ҚАЙТА ИШЛАШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**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**

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

**Аскарова Нилуфар Мусурмановна**

Мис ишлаб чиқариш шлақларини қайта ишлаш технологиясини  
такомиллаштириш .....3

**Аскарова Нилуфар Мусурмановна**

Совершенствование технологии переработки шлаков медного  
производства .....19

**Askarova Nilufar Musurmanovna**

Improvement of technologies for the recycling of slags of copper  
production .....35

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works .....39

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

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**АСКАРОВА НИЛУФАР МУСУРМАНОВНА**

**МИС ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШЛАКЛАРИНИ ҚАЙТА ИШЛАШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**04.00.14 – Фойдали қазилмаларни бойитиш**

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

**Навоий – 2020**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.4.PhD/Т717 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида ([www.ndki.uz](http://www.ndki.uz)) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:** **Самадов Алишер Усмонович**  
техника фанлари доктори, доцент

**Расмий оппонентлар:** **Эргашев Улуғбек Абдурасулович**  
техника фанлари доктори

**Донияров Нодиржон Абдихакимович**  
техника фанлари доктори, доцент

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

Диссертация ҳимояси Навоий давлат кончилик институти ҳузуридаги DSc.17/30.12.2019.Т.06.01 рақамли илмий кенгашнинг 2020 йил 24 август соат 16<sup>00</sup> 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](mailto:info@ndki.uz), [nsmi@gmail.com](mailto:nsmi@gmail.com)).

Диссертация билан Навоий давлат кончилик институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (7 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 12 август куни тарқатилди.  
(2020 йил 12 августдаги 18 рақамли реестр баённомаси)

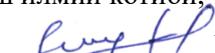


 **Қ.С. Санакулов**

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

 **М.М. 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.** Жаҳонда мис ишлаб чиқариш ва унинг истеъмоли сезиларли даражада ўсганлигини кўрсатмоқда. Бундан ташқари, бой руда конларининг камайиши ва атроф-муҳит экологиясига тобора ортиб бораётган талаблари, хом ашёдан комплекс фойдаланишни оширишга ва мис ишлаб чиқариш саноати шлаклари кўринишидаги саноат чиқиндиларини қайта ишлашда инновацион технологияларни қўллаш зарурлиги муҳим аҳамиятга эга. Шу сабабли мис ишлаб чиқаришнинг чиқинди шлакларидан мисни ажратиб олиш бугунги кунда рангли металлургиянинг муҳим вазифаларидан биридир.

Дунёда мисни пирометаллургик ишлаб чиқариш бўйича илмий тадқиқотлар, металлургик ишлаб чиқариш шлакларини асосий ишлаб чиқаришга киритиш ва бир вақтнинг ўзида экологик муаммоларни ҳал қилиш йўли орқали рангли металлларни ажратиб олишга йўналтирилган. Мисни пирометаллургик ишлаб чиқариш эритиш печларида кўп миқдорда шлак кўринишида техноген чиқиндиларнинг ҳосил бўлиши билан боғлиқ бўлиб, уларнинг ҳажми ишлаб чиқарилган маҳсулот ҳажмидан бир неча баравар ортиқ. Юқори ишлаб чиқаришга эга автоген печларнинг ривожланиши билан чиқинди шлакларида мис миқдори кўпайди ва улар хомашё техноген чиқиндилар даражасига ўтди. Чиқиндилар унумдор ерларнинг катта қисмини эгаллаб, экологияга салбий таъсир кўрсатади, уни асраш ҳақиқатда муҳим вазифа ҳисобланади.

Республикамизда яллик қайтарувчи печи, кислород-машғал печи, Ванюков печи, рух ишлаб чиқариш кеклари ва конвертер шлаклари кўринишидаги саноат чиқиндиларини қайта ишлаш бўйича бир қатор илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «Саноатни сифат жиҳатдан янги босқичга кўтариш, маҳаллий хомашё манбаларини чуқур қайта ишлаш, тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни жадаллаштириш, янги турдаги маҳсулотлар ва технологияларни ўзлаштириш»<sup>1</sup> бўйича муҳим вазифалар белгиланган. Ушбу вазифалардан келиб чиққан ҳолда қимматбаҳо техноген хомашё бўлган мис ишлаб чиқариш шлакларини қайта ишлаш, рангли металлларни қайта ишлаш заводнинг 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» Фармонида, 2019 йил 17 январдаги ПҚ-4124-сон «Кон-металлургия тармоғи корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорида, ҳамда 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги фармони

ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» Фармони ҳамда мазкур соҳага тегишли бошқа меъёрий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада ҳизмат 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.** Металлургик ишлаб чиқариш шлакларини камбағаллаштириш ва қайта ишлаш соҳасида фан ва амалиётни ривожлантиришга салмоқли ҳисса кўшган олимлар, жумладан С.И. Митрофанов, Ю.В. Шмонин, М.И. Панфилов, С.Е. Фишкова, И.Н. Духанин, А.В. Ванюков, В.Я. Зайцев, Ю.П. Купряков, В.А. Бочаров, И.В. Шадренова, Г.И. Газалеева, В.А. Игнаткина, В.П. Бистров, М.М. Лакерник, Р.И. Шабалина, С.А. Абдурахмонов, К.С. Санакулов, А.А. Юсупходжаев, А.С. Хасанов, М.М. Якубов, А.У. Самадов, N. Tremeelis, Y.K. Makinen, G. Melcher, C.G. Maier, G.D. Yan Arsdale ва бошқалар.

Дунёнинг етакчи илмий марказлари ва олий ўқув юртларида рангли металлургия чиқиндиларини қайта ишлаш, қимматбаҳо компонентларни комплекс ажратиб олиш, чиқиндисиз ва кам чиқиндили технологияларни ривожлантириш мақсадида мавжуд технологик жараёнларни такомиллаштириш бўйича, жумладан: Томск политехника университети, Узоқ Шарқ Россия Фанлар академияси; Миллий тадқиқот технологик университети (Россия), юқори технологиялар институти (Қозоғистон); Навоий давлат кончилик институти, Тошкент давлат техника университетларида (Ўзбекистон) илмий изланишлар олиб борилган ва ривожлантирилган

Улар қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш мақсадида мис ишлаб чиқариш шлакларини камбағаллаштириш ва қайта ишлашни такомиллаштиришда катта ютуқларга эришган. Мазкур диссертация иши мис концентратини олиш мақсадида мис ишлаб чиқариш саноати шлакларини қайта ишлаш учун янчилиш жараёни технологиясини ишлаб чиқиш ва тадқиқ этишга бағишланган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Навоий давлат кончилик институти ва Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетининг Олмалик филиали илмий-тадқиқот режасининг А13-ФҚ-1-13275-сон «Темир, рангли ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш билан термик ишлов берилган шлакларни қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш» (2012-2014 йй.); ПЗ-20170929768-сон «Қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш учун мис ишлаб чиқариш саноати шлакларини қайта ишлаш технологиясини ишлаб

чиқиш» (2017-2020 йй.) мавзуларидаги амалий тадқиқотлар ва илмий-техник лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** мис ишлаб чиқариш шлаklarини икки босқичли совутиш ёрдамида енгил янчиладиган ва осон флотацияланадиган шлаklarни ҳосил қилиш ва уларни қайта ишлаш технологиясини такомиллаштиришдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

мис ишлаб чиқариш шлаklarининг таркиби, тузилиши ва физик-кимёвий хусусиятларини ўрганиш ва уларни қайта ишлаш бўйича илгари ўтказилган тадқиқотларни таҳлил қилиш;

икки босқичли совутилган мис ишлаб чиқариш шлаklarининг янчилиш ва флотацияланиш қобилиятининг экспериментал тадқиқотлари;

кремнийсизлантиришдан сўнг шлак таркибидан қимматбаҳо компонентларни гидрометаллургик усули билан ажратиб олишни ўрганиш.

**Тадқиқот объекти** сифатида «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ мис ишлаб чиқариш саноати чиқинди белгиланган.

**Тадқиқотнинг предмети** чиқинди шлаklarидан қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш билан мис ишлаб чиқариш шлаklarини комплекс қайта ишлаш технологиясини такомиллаштириш ҳисобланади.

**Тадқиқот усуллари.** Диссертация ишини бажаришда икки босқичли совутиш технологиясидан фойдаланиб, юқори янчилувчанликка эга бўлган мис ишлаб чиқариш шлаklarини қайта ишлаш учун эксперимент ва экспериментал лаборатория шароитида, илмий умумлашмаларни ўз ичига олган комплекс тадқиқот усулларида фойдаланилган. Спектрал таҳлил учун оптик эмиссион спектрометрлар (МАЭС ва генераторнинг SPECTROLAB спектрографик анализатори, SPECTRO [EROS III], рентген нурли флуоресцент спектрометр, PERHIN E/mev AA400 спектрометр, фотоэлектроколориметр - КФК-2, КФК-3, ЭВ-74 - ионометр, анализатор SC-144DR. Микрон заррачаларининг таркибини аниқлаш учун микроанализатор JXA 8800R («Jeol» фирмаси, Япония) рентген-спектрал таҳлилидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

мис ишлаб чиқаришнинг ташландиқ шлаklarида сульфид суспензиясининг шаклланиши, шунингдек унинг коалесценцияси, кристалланиш структурасининг шаклланиши 600-700<sup>0</sup>С ҳароратда яқунланиб, унинг кейинги совутиш тезлигига боғлиқ эмаслиги аниқланган;

шлаklarнинг янчилиши термик зўриқишларнинг қиймати билан аниқланади ва кристалланиш жараёни тугаганидан кейин мис ишлаб чиқаришнинг чиқинди шлаklarини икки босқичли совутиш тезлигини ошириш билан ортади, бунда флотация самарадорлигининг ортиши ва энергия ресурслар билан янчиш харажатлари 30 % га камайиши аниқланган;

икки босқичли совутилган чиқинди шлаklarни кремнийсизлантиргандан сўнг мисни ажратиб олиш учун гидрометаллургик усулдан фойдаланиш имконияти аниқланган, бу эса мисни эритмага 84,7% га ўтказиш ва уни мис

электролизи жараёнига электролитга қўшимча сифатида қўшиш имконини берган;

«Олмалиқ КМК» АЖ мис ишлаб чиқаришининг икки босқичли совутилган яллик қайтариш ва кислород-машъал печининг чиқинди шлаки кўринишидаги саноат чиқиндиларини қайта ишлаш жараёнида қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш учун технологик параметрларни танлаш тамойиллари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

шлакларнинг енгил янчилувчи ва осон флотацияланувчи технологияси ишлаб чиқилган;

олинган шлаклардан флотация орқали концентратга ўтган миснинг миқдори 16-18 %, концентратда мис миқдори 70-71 % ажралиши аниқланган;

икки босқичли совутилган шлак учун кремнийсизлантириш технологиясини қўллаш имконияти кўриб чиқилган;

гидрометаллургия усули билан қимматбаҳо компонентларни (Cu, Zn ва бошқалар) олиш технологияси ишлаб чиқилган;

чиқинди шлакларни икки хил усулда қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилган: шлакни тез совутиш-флотация ва шлакни тез совутиш-кремнийсизлантириш-танлаб эритиш.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти мис шлакларини икки босқичда совутиш ишлаб чиқилган технологиясига мувофиқ, бир-бирига боғлиқ бўлмаган иккита муаммони ҳал қилиш, осон янчиладиган шлакларни ва флотация учун мақбул сульфидли суспензияни олиш, шлакларни совутиш жараёнини ўрганиш учун янги илмий натижалар қўллаш, сульфид суспензиясини шакиллантириш ва турли ҳароратлар оралиғида микро тузилмаларни шакллантириш жараёнига мувофиқ, хомашё таркибий қисмларининг аммоний фторид билан ўзаро таъсири механизmidан фойдаланиш ва кремний диоксидини кўп компонентли силикат тизимларидан ажратиб олиш, кейинчалик темир қолдиқларидан ажратиш ва гидрометаллургия усули билан мисни ажратиб олиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шлакни икки босқичли совутиш технологиясини саноат миқёсида ишлаб чиқиш ва синовда ўтказиш билан белгиланади, бу уларнинг янчиш харажатларини кескин камайтириш ҳамда мис ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олишда мақбул натижаларни, мис таннархи ва энергия ресурслари сарфини камайтириш имконини бериш билан тавсифланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Мис ишлаб чиқариш чиқинди шлакларини қайта ишлаш учун икки босқичли совутиш технологиясини жорий этиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

мис шлакини икки босқичли совутиш технологияси «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖда амалиётга жорий этилган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 8 январдаги АИ-00148-сон маълумотномаси). Натижада секин совутилган ташландиқ мис шлакини

-0,074 мм синфгача янчишдан аввал унинг кристалланишини ўзгартириш имконини берган;

мис ва унинг бирикмаларини мис шлакларидан флотация концентратига ажратиб олиш технологияси «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг мис бойитиш фабрикасида жорий этилган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 8 январдаги АИ-00148-сон маълумотномаси). Натижада икки босқичли совутилган шлакларни флотация билан бойитиш жараёнида мисни 70–71% флотация билан ажратиб олишда концентратлардаги мис миқдорини 16–18% гача ошириш имконини берган;

икки босқичли совутилган мис шлакларига кремнийсизлантириш технологияси «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖда амалиётга жорий этилган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 8 январдаги АИ-00148-сон маълумотномаси). Натижада «Оқ куйинди» кўринишида 94–96% гача кремний диоксидини ажратиб олиш имконини берган;

магнитли бўлмаган фракцияни сульфат кислота билан танлаб эритиш жараёни «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖда амалиётга жорий этилган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 8 январдаги АИ-00148-сон маълумотномаси). Натижада мис электролитига кўшимча сифатида фойдаланиладиган 80–85% гача мис бўлган эритмани олиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 4 та республика ва 6 та халқаро илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

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

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 109 бетни ташкил этган.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги асосланган, муаммонинг ўрганилганлик даражаси баён этилган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, 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 «**Мис ишлаб чиқариш саноати чиқинди шлакларини қайта ишлаш технологиясининг замонавий ҳолати**» деб номланган биринчи бобида мис шлакини камбағаллаштириш ва уни қайта ишлаш бўйича илмий-амалий ишлар, шлакнинг шаклланиш жараёнлари, шлакнинг физик-кимёвий хоссалари, шунингдек уларни йўқотиш муаммоларининг ҳозирги ҳолати кўриб чиқилган.

Флотацияли бойитиш, гидрометаллургия ва пирометаллургия усулларидан фойдаланган ҳолда мис ишлаб чиқариш шлакларидан қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш технологияси бўйича хорижий ва маҳаллий олимларнинг тадқиқотлари ўрганилган ва таҳлил қилинган.

Мис шлакини комплекс қайта ишлаш муаммоси унинг абразивлиги ва қаттиқлигида эканлиги исботланган. Мис шлакини комплекс қайта ишлаш муаммоси унинг абразивлиги ва қаттиқлигида эканлиги исботланган. Шлакни қайта ишлашда қийинчилик туғдирувчи иш янчишдир, бу моддий ва юқори энергия харажатларининг сарфига боғлиқдир.

Диссертациянинг «**Мис ишлаб чиқариш шлакларини қайта ишлашнинг икки босқичли совутиш технологиясини жорий этиш методикаси ва тадқиқот объектини танлаш**» деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объекти танланган, ишни бажаришда юқори янчилувчанлик қобилиятига эга бўлган икки босқичли совутилган мис ишлаб чиқариш шлакларини қайта ишлаш учун лаборатория шароитида илмий умумлашмалар, экспериментлар ва экспериментал тадқиқотларни ўз ичига олган мураккаб тадқиқот усуллари қўлланилди. Спектрал таҳлил учун оптик эмиссион спектрометрларидан фойдаланилган (МАЕС ва генераторнинг SPECTROLAB спектрографик анализатори, SPECTRO [EROS III], рентген нури флуоресцент спектрометр, PERHIN E/mev AA400 спектрометр, фотоэлектроколориметр – КФК-2, КФК-3, ЭВ-74 - ионометр, анализатор SC-144DR. Микрон заррачаларининг таркибини аниқлаш учун микроанализатор JXA 8800R («Jeol» фирмаси, Япония) рентген-спектрал таҳлилидан фойдаланилган.

Тадқиқот объекти Олмалик кон-металлургия комбинати мис эритиш заводининг чиқинди шлаклари ҳисобланади (1-жадвал).

1-жадвал

«Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ  
чиқинди шлакларининг кимёвий таркиби

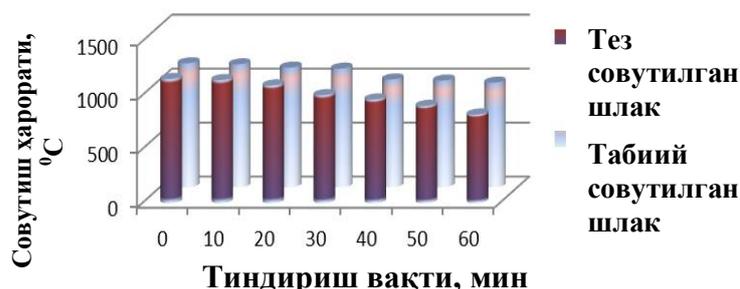
№ т/р	Шлак тури	Таркиби, %											
		Cu	Fe (умум)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CdO	Zn	Pb	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	S	MgO	Ag г/т	Au г/т
1.	КМП	0,83	31,6	32,6	6,9	0,5	1,2	0,3	15,1	2,1	0,8	0,57	0,21
2.	Яллик қайт. печи	0,61	34,7	34,6	2,8	3,6	1,8	0,1	17,2	0,2-7	1,6	0,34	0,07

Диссертациянинг «**Мис ишлаб чиқариш шлакларини қайта ишлашнинг мақбул технологик жараёнларини аниқлаш тадқиқоти**» деб

номланган учинчи бобда мавзусида тадқиқот натижаларига бағишланган бўлиб, мис ишлаб чиқаришда икки босқичли совутилган чиқинди шлаklarининг янчилиши тиндириш вақтига боғлиқлиги, натижада кейинчалик икки босқичли совутилган шлаklarни қайта ишлаш учун минералогик хусусиятлари ўрганилган; сульфат кислота билан танлаб эритиш ёрдамида мисни ажратиб олиш; икки босқичли совутилган мис ишлаб чиқариш чиқинди шлаklarини танлаб эритиш учун асосий технологик параметрлари аниқланган.

Чиқинди шлаklarни самарали равишда камбағаллаштириш учун шлакнинг кристалланишига таъсир қилувчи ҳароратни ўзгартириш керак, бу уларнинг майдаланиши ва осон флотацияланишини яхшилайдди. Metallургик ишлов бериш жараёнида шлак минералларининг зичлиги, фракцияси ва заррача катталигининг тарқалиши катта аҳамиятга эга. Мазкур ишда шлаklarнинг флотацияланишини яхшилаш ва қимматбаҳо компонентларни танлаб эритиш йўли билан ажратиб олиш учун ушбу параметрларнинг янчиш жараёни кўрсаткичларига таъсири батафсил ўрганилган.

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, ҳар хил ҳарорат оралиғида совутиш уларнинг кристалланишига таъсир қилади. Сульфид бирикмаларининг ҳосил бўлиши одатда 600-700 °C ҳароратда тугайди. Бундай ҳолда, кристалланиш содир бўлади, унда шлаklarнинг совуш тезлиги ошади ва уларнинг майдаланиши яхшиланади (1-расм).



**1-расм. Тез совутилган чиқинди шлаklarининг тиндириш вақтига боғлиқлиги**

Тадқиқот натижалари (1-расм) шлакни совутиш тезлиги ҳарорат ва тиндириш вақтига боғлиқлигини кўрсатди.

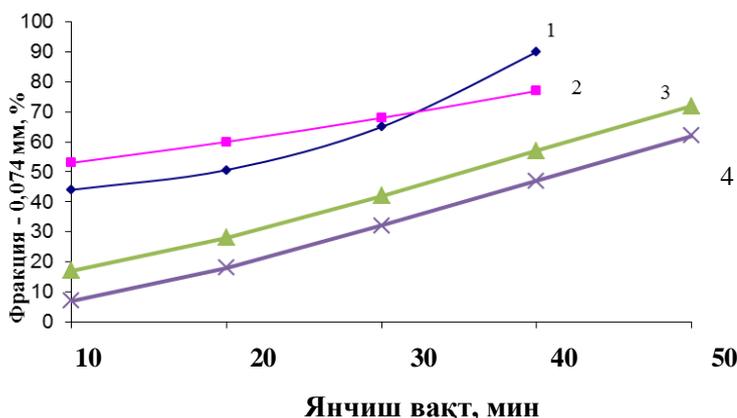
Мис ишлаб чиқаришнинг табиий совуган ва икки босқичли совутилган шлаklarни янчиш бўйича қиёсий тажрибалар ўтказилган (2-жадвал ва 2-расм).

2-жадвал

– 0,074 мм гача бўлган янчилиш давомийлигининг умумий кўрсаткичлари

Намуна №	Янчилиш вақти, минут			
	10	20	40	60
1	75 %	-	-	-
2	60 %	77 %	90 %	-
3	42 %	57 %	72 %	85 %
4	40 %	55 %	62 %	70 %

2-жадвалда кўриш мумкинки, 20 дақиқа тез совутиш ва 10 минут янчишдан кейин шлакнинг янчилиш синфи  $-0,074$  мм 75% ни ташкил қилади. Янчишни давом эттириш талаб қилинмайди. 40 минут давомида совутилган шлакни 40 минут янчишда, янчилиш синфи  $-0,074$  мм максимал миқдори 90% га етди. Шлакларни тиндириш вақтининг ортиши билан янчилиш қобилияти пасаяди ва янчиш учун қўшимча вақт керак бўлади. Табиий совутилган шлак (4-сон намуна) янчилиш вақти 60 минут давомийлигида синфи  $-0,074$  мм миқдори 70 % гача янчилади. Олинган натижалар 2-расмда келтирилган.



1 – 20 минутдан сўнг тиндирилган чиқинди шлаки; 2 – 40 минутдан сўнг тиндирилган чиқинди шлаки; 3 – 60 минутдан сўнг тиндирилган чиқинди шлаки; 4 – табиий совуган шлак

## 2-расм. Табиий ва тез совутилган чиқинди шлакларини янчилишининг вақтга бўғлиқлиги

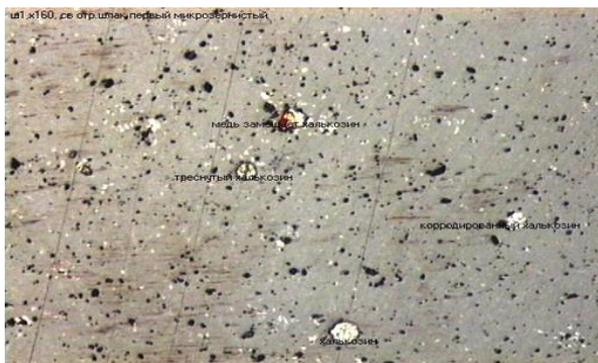
Минералогик тадқиқотлар натижаларига кўра, икки босқичли совутилган шлаклар ПМТ-3да ўлчанганда микроҳардиятлилик  $1437$  кг/мм<sup>2</sup> масса оралиғида бўлиб,  $1430-1432$  кг/мм<sup>2</sup> ни ташкил этади. Шунини айтиш мумкинки, вақт ўтиши билан ёриқлар йириклашади ва бу йўналишдаги шлакнинг қаттиқлиги бироз камаяди. Ушбу шлакларни майдалагичда майдалаш пайтида янчилиш даражаси бўлакларнинг катталигига қараб янчилади ва майдалаш жараёни амалий кераксиз деб қаралади (3-расм).

3-расмда халькозиннинг етарлича катта зарраларининг бирламчи шаклланиши кузатилмоқда.

Минералогик таҳлилга асосан шунини кўриш мумкинки, мис минерали халькопирит, етарлича катта заррачагача йириклашган, шунингдек, йириклашишга улгурмаган майда мис зарралари ҳам мавжуд (4-расм).

Икки босқичли совутилган шлаклар яхши янчилиш қобилияти билан ажралиб туради, сульфидларнинг асосий миқдорини ўз ичига олган аморф шиша фазасининг максимал миқдори билан микрокристалли тузилишга эга. Эътибор бериш жоизки, шлак қуйилгандан сўнг 20 минутдан кейин совутилган шлакларда сульфидли бирикмалар жуда кичик бўлиб, бу уларни флотация билан ажратиш олишга имкон бермайди, 40 ва 60 минутдан сўнг тез

совутилган шлакларда сульфидларнинг ўлчами ажратиб олиш учун жуда мақбулдир.



1 – мис халькозиннинг ўрнини босади; 2 – ёрилган халькозин;  
3 – корродлаган халькозин; 4 – халькозин

**3-расм. Биринчи микрозаррали шлак**



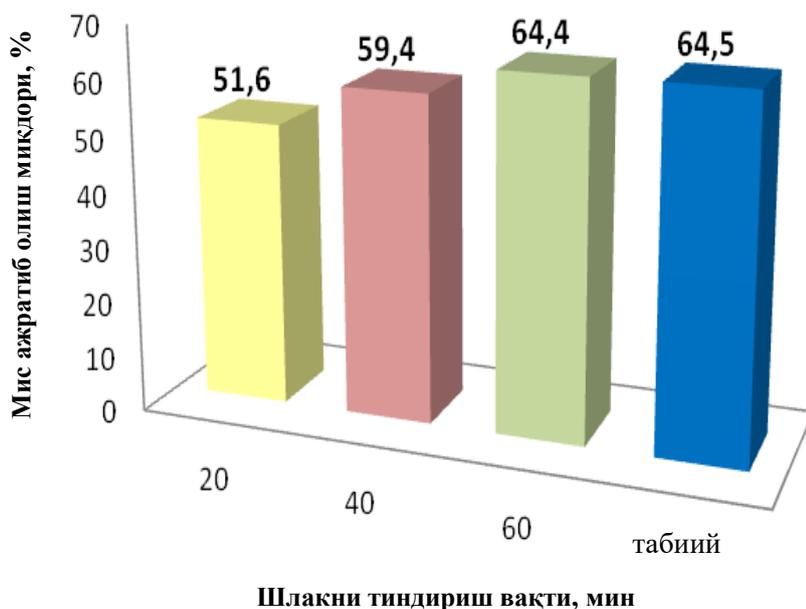
1 – халькопирит; 2 – фаялит; 3 – дендрит шаклида магнитланган; 4 – мис зарралари

**4-расм. Кислородли-машъал эритиш печи шлаки**

Тажириблар натижалари шуни кўрсатадики, икки босқичли совутилган шлакни очик циклда флотация флотоконцентратда миснинг ажралиши паст, тиндириш вақтига боғлиқлик бўлиб, миснинг ажралиши 51,6 % дан 64,4 % гача, табиий совутилганда эса (10 кун) мисни ажратиб олиш 64,5 % ни ташкил қилган (5-расм).

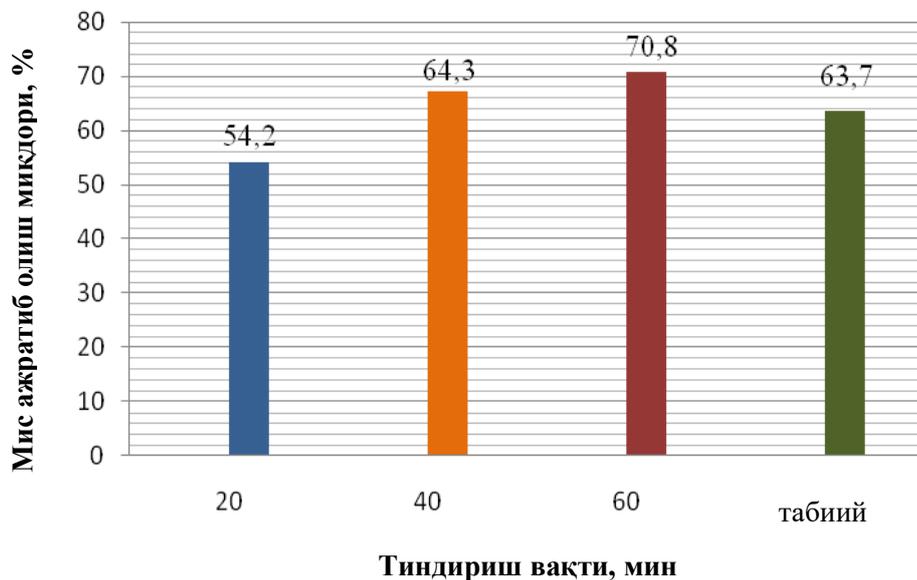
6-расмда кўриниб турибдики, икки босқичли совутилган шлакнинг янчилиш давомийлиги 20-60 минутда концентратларда мисни ажратиб олиш 54,2 % дан 70,8% гача, табиий совутилган шлакда эса 63,7 % ни ташкил қилади.

Тез совутилган шлакнинг 1-намунаси кремнийсизлантирилгандан кейинги натижалари шуни кўрсатдики, шлакнинг кимёвий таркиби ўзгаради ва кремний диоксиди 7,7 % га камаяди, минералларнинг сульфид бирикмалари оксид шаклига ўтади. Кремнийсизлантириш жараёнидан фойдаланиш мис ва нодир металлларни ажратиб олиш учун кейинги қайта ишлов беришга имкон яратади. 1-намуна шлакини кремнийсизлантириш жараёнидан сўнг гидрометаллургия усули билан қайта ишлашга тадбиқ этилган.



**5-расм. Флотациянинг очик циклида мисни ажратиб олишнинг вақтга боғлиқлиги**

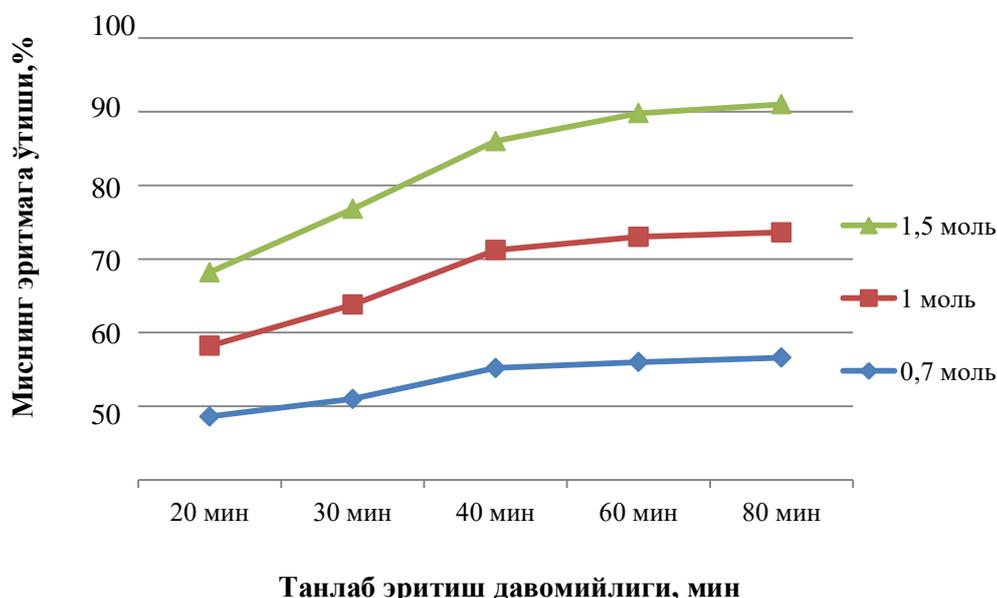
Ёпиқ флотация циклида мисни ажратиб олиш сезиларли даражада 70-71 % гача кўтарилади (6-расм).



**6-расм. Флотациянинг ёпиқ циклида мисни ажратиб олишнинг вақтга боғлиқлиги**

Миснинг эритмага ўтиши сульфат кислота концентрацияси ва танлаб эритиш давомийлигига боғлиқлиги 7-расмда келтирилган.

Миснинг эритмага ўтиши сульфат кислота концентрацияси ва танлаб эритиш давомийлигига боғлиқлиги 7-расмда келтирилган.



**7-расм. Миснинг эритмага ўтиши сульфат кислота концентрацияси ва танлаб эритиш давомийлигига боғлиқлиги**

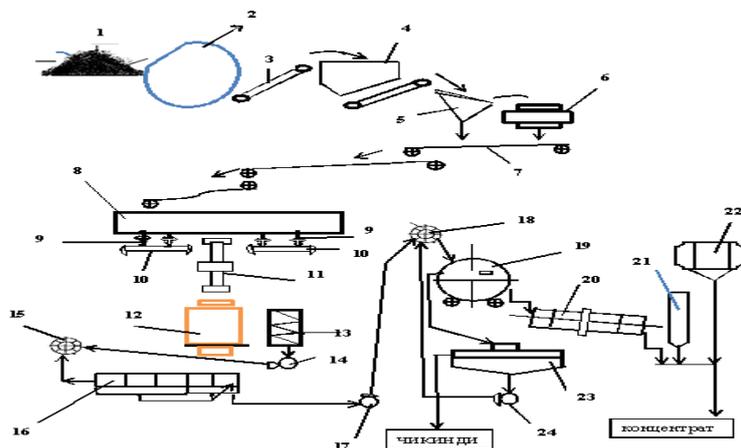
7-расмдан кўриш мумкинки, сульфат кислота концентрациясининг ва танлаб эритиш давомийлиги ошиши билан миснинг эритмага ўтиш миқдори 83 % дан 90 % гача бўлади. Олинган тадқиқот натижаларига асосланиб, танлаб эритиш вақтида салбий зарар келтиручи реакциялардан сақланиш ва жараённи самарали тарзда олиб бориш учун танлаб эритиш режими ўрнатилган. Сульфат кислота концентрацияси 0,7-1,5 моль/л, жараён ҳарорати 50 °С, Қ:С=1:3, жараён доимийлиги 1 соат.

Натижаларга кўра, сульфат кислота концентрациясининг ортиши билан эритмадаги мис миқдори кўпайиши аниқланди, аммо темир, қўрғошин ва бошқа иккиламчи металллар ўзаро таъсирлашиб жараёнга салбий оқибат келтиради ва миснинг эритмага ўтишини қийинлаштиради.

Диссертациянинг «**Икки босқичли совутилган шлакни қайта ишлашнинг тавсия этилган технологик схемаси**» деб номланган тўртинчи бобида бир бирига боғлиқ бўлмаган иккита схемада олиб борилади:

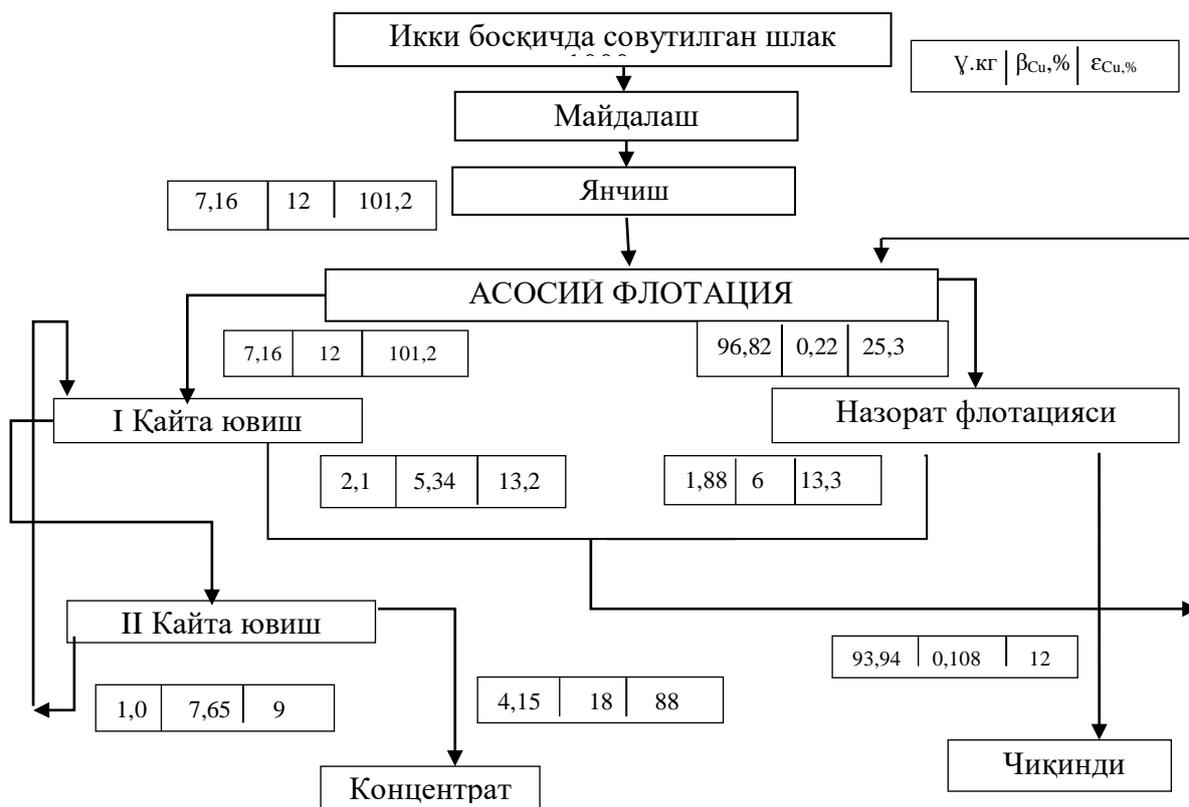
1. Икки босқичли совутилган шлакни флотация қилиш технологик схемаси 8-расмда келтирилган. Икки босқичда совутилган шлак флотациясининг сифат-миқдорий схемаси 9-расмда берилган. Шунингдек, тўртинчи бобда мис ишлаб чиқариш шлаklarини қайта ишлаш бўйича таклиф қилинатган технологик схеманинг иқтисодий самарадорлиги аниқланган.

2. Икки босқичли совутилган шлакни кремнийсизлантириб, сульфат кислота билан танлаб эритиш схемаси 10-расмда акс эттирилган.



1 - ташландиқ шлак; 2 - сувли бассейни; 3 - лентали таъминлагич; 4 - қабул қилиш бункери; 5 - тебранма ғалвир; 6 - конусли майдалагич; 7 - лентали конвейер; 8 - майдаланган шлак бункери; 9 - таъминлагич; 10 - йиғувчи лентали конвейер; 11 - эгиловчи лентали конвейер; 12 - шарли тегирмон; 13 - спиралли классификатор; 14, 17, 24 - насослар; 15, 18 - бўтана тақсимлагич; 16 - флотацион машина; 19 - ички филтрлаши мавжуд барабанли вакуум - филтр; 20 - барабанли қуритгич; 21 - гидроциклон; 22 - электрофилтр; 23 - қуюлтиргич

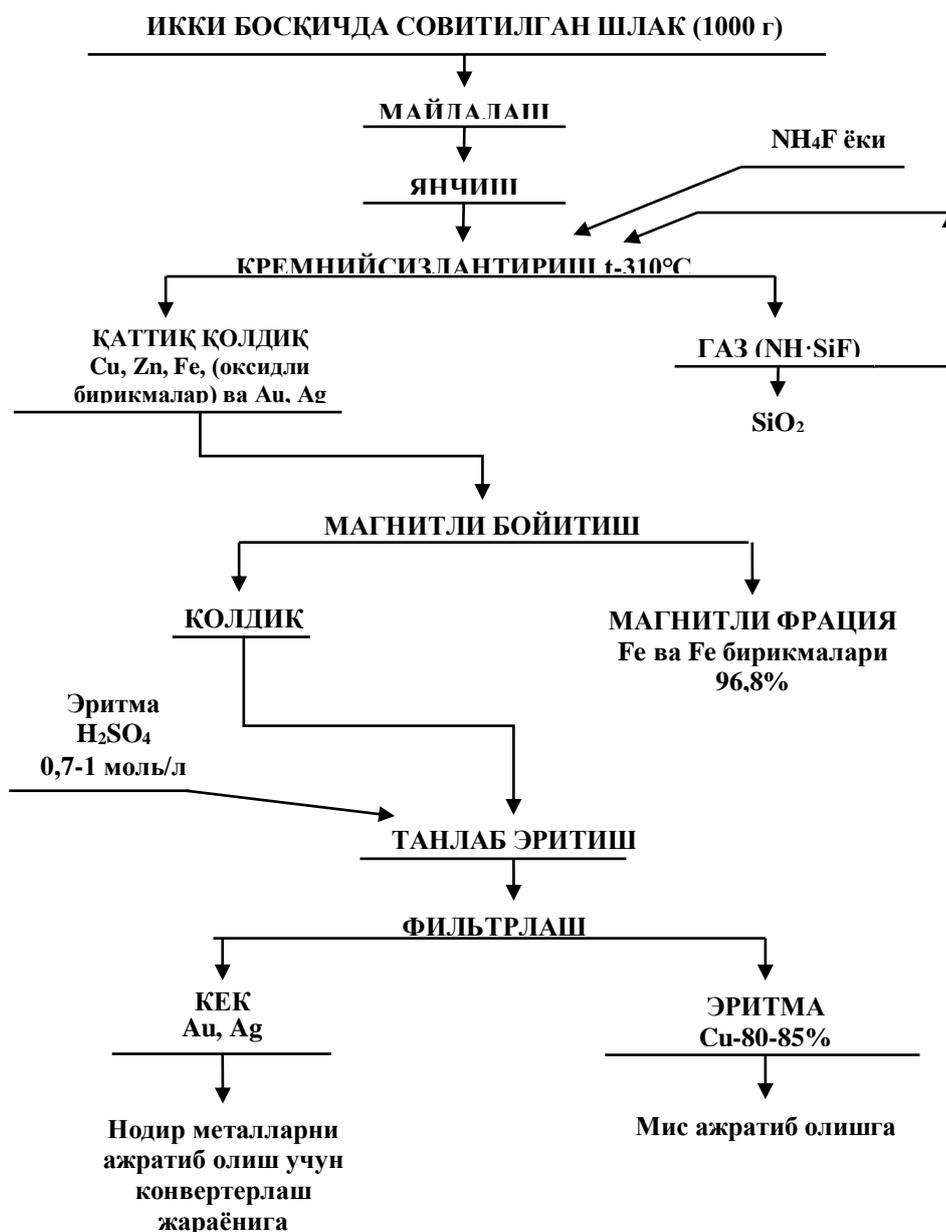
**8-Расм. Икки босқичли совутилган шлакни флотация қилиш технологик схемаси**



**9-расм. Икки босқичда совутилган шлак флотациясининг сифат-микдорий схемаси**

Чиқинди шлакларни қайта ишлаш учун тавсия қилинган флотацияли бойитиш ва гидрометаллургия усуллари ўрганиб чиқилди. Тадқиқотлар натижасига кўра чиқинди шлакларни флотацияли қайта ишлашда «Олмалик КМК» ОЖ мис бойитиш фабрикаси-2 да технологик схемаларига, жиҳозлар, реактив ва реагентларга ўзгартириш киритмаган ҳолда мис ишлаб чиқариш унумдорлигини ошириш мумкинлиги аниқланган. Гидрометаллургик қайта ишлашда эса қимматбаҳо компонентларни комплекс ажратиб олиш учун алоҳида жараён тизимини яратиш керак бўлади.

Тавсия этилаётган технологияга асосланиб, эксплуатацион ҳаражатлар ва капитал қўйилмалар рентабиллиги аниқланган. «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ учун тавсия қилинган технологиянинг жорий этилиши бўйича иқтисодий самарадорлик 2019 йил нархларида 22800 АҚШ долларини ташкил қилган.



10-расм. Икки босқичли совутилган шлакни қайта ишлаш учун тавсия этилган технологик схема

## ХУЛОСА

Мис ишлаб чиқариш шлаklarини қайта ишлаш технологиясини такомиллаштириш юзасидан олиб борилган тадқиқотларга асосланиб, назарий ва амалий аҳамиятга эга бўлган қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Табиий равишда совутилган шлак, юқори қаттиқлик ва абразивликка эга бўлиб, янчилиш пайтида мис минераллари зарраларини тўлиқ очиб бермаслиги, бу эса шлакни қайта ишлашда қимматбаҳо компонентларни ажратиб олинишига таъсир қилиши, шунингдек тегирмоннинг маҳсулдорлигини кескин пасайтириши ва уни муддатидан олдин таъмирланишини талаб қилишни аниқлаш имконини беради.

2. Шлакларнинг янчилишини яхшилаш учун икки босқичли совутиш технологиясидан фойдаланиш тавсия этилади, бунда флотация самарадорлигига сезиларли таъсир кўрсатиши, мисни 70-71 % флотация билан ажратиб олишда концентратлардаги мис миқдорини 16-18 % гача ошириш имконини беради.

3. Шлакларнинг янчилиши термик зўриқишларнинг қиймати билан аниқланади ва кристалланиш жараёни тугаганидан кейин мис ишлаб чиқаришнинг чиқинди шлаklarини икки босқичли совутиш тезлигининг ортиши билан ортади, бу флотация самарадорлигини оширди, энергия ресурслар ва янчиш харажатларини 30 % га камайтиради.

4. Мис ишлаб чиқаришнинг ташландиқ шлаklarида сульфид суспензиясининг шаклланиши, шунингдек унинг коалесценцияси, кристалланиши ва структуранинг шаклланиши 600-700 °С ҳароратда яқунланиб, унинг кейинги совутиш тезлигига боғлиқ эмаслиги аниқланди.

5. Икки босқичли совутилган чиқинди шлаklar кремнийсизлантирилгандан сўнг мисни ажратиб олиш учун гидрометаллургик усулни қўллаш тавсия этилди, бунда мисни эритмага 84,7 % ўтиши ва уни мис электролизи жараёнининг электролитларига қўшиш имконини беради.

6. Ишлаб чиқариш учун тавсия этилган икки босқичли тез совутилган шлаklarни танлаб эритиш жараёнининг технологик параметрлари, хусусан, сульфат кислота концентрацияси 0,7-1,5 мол/л, ҳарорат 50 °С, жараённинг давомийлиги 1 соат бўлганда эритмага мис 80-85 % гача ўтиш имконини беради.

7. Танлаб эритиш ҳарорати 50 °С да ва кислота концентрацияси 0,7-1,0 мол/л бўлганда олтин ва кумуш қаттиқ қолдиқда (кекда) тўлиқ тўпланганлиги аниқланди, бу эса қуритилгандан сўнг ишлаб чиқаришда флюслар билан бирга нодир металллар хом ашёси сифатида конвертерга юклаш тавсия этилади.

8. Мис шлаklари кўринишидаги техноген чиқиндиларни қайта ишлашнинг оқилона технологияси тавсия этилди, бу «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ га катта капитал харажатларисиз хом ашё базасини сезиларли даражада кенгайтириш, минтақанинг экологик ҳолатини яхшилаш ва қўшимча равишда йилига 3-4 минг тоннадан кўпроқ мис ажратиб олиш имконини беради.

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

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

**АСКАРОВА НИЛУФАР МУСУРМАНОВНА**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАКОВ  
МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**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 под номером В2019.4.PhD/Г717**

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете им. Ислама Каримова.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице по адресу [www.ndki.uz](http://www.ndki.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Самадов Алишер Усманович</b> доктор технических наук, доцент
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Эргашев Улугбек Абдурасулович</b> доктор технических наук <b>Донияров Нодиржон Абдихакимович</b> доктор технических наук, доцент
<b>Ведущая организация:</b>	<b>ГП «Институт минеральных ресурсов»</b>

Защита диссертации состоится 24 августа 2020 г. в 16<sup>00</sup> 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](mailto:info@ndki.uz), [nsmi@gmail.com](mailto:nsmi@gmail.com)).

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горного института (зарегистрирован за №7). Адрес: 210100, г. Навои, ул. Галаба шох, 127. Здание ректората НГГИ, 1-й этаж. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66.

Автореферат диссертации разослан 12 августа 2020 года.

(реестр протокола рассылки №18 от 12 августа 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, в настоящее время показывает значительный рост производства и потребления меди. Вместе с тем, истощение богатых рудных месторождений и повышение требований к охране окружающей среды указывают на необходимость особого внимания на повышение комплексности использования сырья и применения инновационных берегающих технологий, с использованием техногенных отходов производства в виде отвальных шлаков медного производства. В связи с этим, извлечение меди из медных шлаков является одной из важнейших задач цветной металлургии сегодняшнего дня.

В мире научные исследования по пирометаллургическому производству меди, направлены на извлечение цветных металлов из шлаков металлургического производства, путем вовлечения их в основное производство с одновременным решением экологических проблем. Пирометаллургическое производство меди, связано с образованием большого количества техногенных образований, в виде отвальных шлаков плавильных печей, объем которых в несколько раз превышает объем готовой продукции. С развитием высокопроизводительных автогенных печей Ванюкова, в отвальных шлаках увеличилось содержание меди и они перешли в ранг сырьевых техногенных отходов. Отходы занимают значительную территорию плодородной земли, отрицательно влияя на экологию, сохранение которой является важной задачей действительности.

В Республике Узбекистан проводятся комплексные исследования по переработке техногенных отходов, в виде отвальных шлаков отражательной печи, кислородно-факельной печи, печи Ванюкова, кеков цинкового производства и конвертерных шлаков. В Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи «Повышения промышленности на качественно новый уровень, глубокой переработки местных источников сырья, ускорения производства готовой продукции и освоения технологий»<sup>1</sup>. Одной из задач этой стратегии является переработка шлаков медного производства представляющей собой ценное техногенное сырье. Отходы содержат в себе цветные металлы, их переработка позволит комбинату значительно расширить сырьевую базу.

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 Республики Узбекистан УП-4124 от 17 января 2019 года «О мерах по

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан»

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.** В развитие науки и практики в области обеднения и переработки шлаков металлургического производства значительный вклад внесли ученые С.И.Митрофанов, Ю.В.Шмонин, М.И.Панфилов, Ц.Э.Фишкова, И.Н.Духанин, А.В.Ванюков, В.Я.Зайцев, Ю.П.Купряков, В.А.Бочаров, И.В.Шадрунова, Г.И.Газалеева, В.А.Игнаткина, В.П.Быстров, М.М.Лакерник, Р.И.Шабалина, С.А.Абдурахмонов, К.С.Санакулов, А.А.Юсупходжаев, А.С.Хасанов, М.М.Якубов, А.У.Самадов, N.Tremeelis, Y.K.Makinen, G.Melcher, C.G.Maier, G.D.Yan Arsdale и другие.

Научные исследования по переработке техногенных отходов цветной металлургии, совершенствование действующих технологических процессов с целью комплексного извлечения ценных компонентов и разработка безотходной и малоотходной технологии проведены и разработаны в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира.

Ими достигнуты значительные успехи в совершенствовании обеднения и переработки шлаков медного производства с целью извлечения ценных компонентов. Настоящая диссертационная работа посвящена исследованию и разработке технологии процесса измельчения для переработки шлаков медного производства с целью получения медного концентрата.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ в рамках проектов Навоийского государственного горного института и Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета на темы: А13-ФК-1-13275 «Разработка технологии переработки термически обработанного шлака с извлечением железа, цветных и благородных металлов» (2012-2014 гг.); ПЗ-20170929768 «Разработка технологии переработки шлаков медного производства с целью извлечения ценных компонентов» (2017-2020 гг.).

**Целью исследования** является совершенствование технологии получения легкоизмельчаемого и легкофлотируемого шлака с использованием двухстадийного охлаждения шлаков медного производства и их переработка.

### **Задачи исследования:**

исследование состава, структуры и физико-химических свойств шлаков медного производства и анализ ранее выполненных исследований по их переработке;

экспериментальные исследования измельчаемости и флотлируемости двухстадийно охлажденных шлаков медного производства;

изучение извлечения ценных компонентов из шлаков после обескремнивания гидromеталлургическим способом.

**Объектом исследования** являются отвальные шлаки медного производства АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

**Предметом исследования** является совершенствование технологии комплексной переработки отвальных шлаков с извлечением ценных компонентов.

**Методы исследований.** При выполнении работы использованы комплексные методы исследования, включающие научные обобщения, эксперименты и экспериментальные исследования в лабораторных условиях по переработке шлаков медного производства с использованием двухстадийного охлаждения шлаков с высокой измельчаемостью. Для спектрального анализа использовались оптические эмиссионные спектрометры SPECTROLAB, спектрографический анализатор MAES и генератор, SPECTRO [EROS III], рентгеновский флуоресцентный спектрометр, спектрометр PERHIN E/mev AA400, фотоэлектроколориметр - КФК-2, КФК-3, ЭВ-74 - ионометр, микроанализатор SC-144DR. Для определения состава частиц микронного размера использовался рентгено-спектральный анализ на микроанализаторе JXA 8800R (фирмы «Jeol», Япония).

### **Научная новизна исследования заключается в следующем:**

установлено, что формирование сульфидной взвеси в отвальном шлаке медного производства, а также его коалесценция, кристаллизация и формирование структуры заканчивается при температуре 600-700 °С и не зависит от скорости дальнейшего его охлаждения;

установлено, что измельчаемость шлака определяется величиной термических напряжений и возрастает с увеличением скорости двухстадийного охлаждения отвального шлака медного производства после завершения его кристаллизации, способствующей эффективности флотации и снижению затрат на энергоресурсы и мелющие тела на 30 %;

определена возможность использования гидromеталлургического метода извлечения меди из двухстадийного охлажденного отвального шлака после его обескремнивания, позволяющего перевести медь в раствор на 84,7 % и направить его в качестве доливки в электролит процесса электролиза меди;

разработаны принципы выбора технологических параметров комплексного извлечения ценных компонентов, при переработке техногенных отходов в виде двухстадийно охлажденного отвального шлака

отражательной и кислородно факельной печи медного производства АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:  
разработана технология получения легкоизмельчаемого и легкофлотируемого шлака;

выявлено, что в полученном шлаке содержание меди в концентрате 16-18 %, извлечение меди флотацией в концентрат составляет 70-71 %;

рассмотрена возможность использования технологии обескремнивания для двухстадийно охлажденного шлака;

разработана технология извлечения ценных компонентов (Cu, Zn и другие) гидрометаллургическим методом;

разработана технология переработки отвальных шлаков в двух вариантах: быстрое охлаждение шлака-флотация и быстрое охлаждение шлака-обескремнивание-выщелачивание.

### **Научная и практическая значимость результатов исследования**

Научная значимость исследования определяется на основе разработанной технологии двухстадийного охлаждения медных шлаков, позволяющей одновременно решить две, взаимоисключающие в других способах задачи: получение сульфидной взвеси приемлемой для флотации структуры и получение легкоизмельчаемых закаленных шлаков. При создании такой технологии использованы новые научные результаты исследования процесса охлаждения шлаков. В соответствии с процессом формирования сульфидной взвеси и процессом формирования микроструктур в разных температурных интервалах, использованием механизма взаимодействия компонентов исходного сырья с фторидом аммония, позволяющим выделить диоксид кремния из многокомпонентных силикатных систем с последующим процессом отделения железа из остатков и извлечения меди и цинка гидрометаллургическим способом.

Практическая значимость результатов исследования определяется разработкой и опробованием в промышленном масштабе технологии двустадийного охлаждения шлаков, позволяющей резко снизить затраты на их измельчение и получить приемлемые результаты по извлечению меди и благородных металлов, не уступающие результатам флотации естественно охлажденных шлаков. Это позволяет снизить себестоимость меди и расход энергоресурсов.

**Внедрение результатов исследования.** На основании научных результатов при внедрении технологии двухстадийного охлаждения отвальных шлаков медного производства для переработки получены:

технология двухстадийного охлаждения медных шлаков внедрена на АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка №АИ-00148 АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» от 8 января 2020 года). В результате, появилась возможность изменить кристаллизацию медленно охлажденных медных шлаков перед измельчением до класса -0,074 мм;

технология извлечения меди и его соединений из медных шлаков в флотоконцентрат внедрена на медно-обогатительной фабрике-2 АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка №АИ-00148 АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» от 8 января 2020 года). В результате, появилась возможность при флотационном обогащении двухстадийно охлажденных шлаков получить концентрат с содержанием 16-18 % при извлечении меди 70-71 %;

технология применения обескремнивания двустадийно-охлажденного медного шлака внедрена на АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка №АИ-00148 АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» от 8 января 2020 года). В результате, внедрение позволило получить диоксид кремния в виде «белой сажи» до 94-96 %;

применение процесса выщелачивания немагнитной фракции с серной кислотой внедрена на АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка №АИ-00148 АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» от 8 января 2020 года). В результате, появилась возможность получить медь в растворе до 80-85 %, используемую для добавки в медный электролит.

**Апробация результатов исследования.** Апробация результатов данного исследования проведена на 4 республиканских и 6 международных научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 3 статьи в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, из них 2 в республиканских изданиях и 1 в зарубежном журнале.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 109 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, рекомендации по внедрению в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние переработки отвальных шлаков медного производства**» проведен обзор научных и практических работ по обеднению и переработке медных шлаков, процессов шлакообразования, физико-химических свойств шлака, а также, современное состояние проблем по их утилизации.

Изучены и проанализированы исследовательские работы зарубежных и республиканских ученых по технологии обеднения и извлечения ценных компонентов из шлаков медного производства, с использованием флотационного обогащения, гидрометаллургических и пирометаллургических способов.

Доказано, что проблемой комплексной переработки медных шлаков является его абразивность и твердость. Сложной задачей при переработке шлаков является измельчение, которое связано с большими материально-энергетическими затратами.

Во второй главе диссертации «**Методика внедрения технологии двухстадийного охлаждения шлаков медного производства и выбор объекта исследования**» выбран объект исследования, при выполнении работы использованы комплексные методы исследования, включающие научные обобщения, эксперименты и экспериментальные исследования в лабораторных условиях по переработке шлаков медного производства с использованием двухстадийного охлаждения шлаков с высокой измельчаемостью. Для спектрального анализа использовались оптические эмиссионные спектрометры SPECTROLAB, спектрографический анализатор MAES и генератор, SPECTRO [EROS III], рентгеновский флуоресцентный спектрометр, спектрометр PERHIN E/mev AA400, фотоэлектроколориметр - КФК-2, КФК-3, ЭВ-74 - ионометр, микроанализатор SC-144DR. Для определения состава частиц микронного размера использовался рентгено-спектральный анализ на микроанализаторе JXA 8800R (фирмы «Jeol», Япония).

Объектом исследования являются отвальные шлаки медеплавильного завода Алмалыкского горно-металлургического комбината (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав отвальных шлаков  
АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»

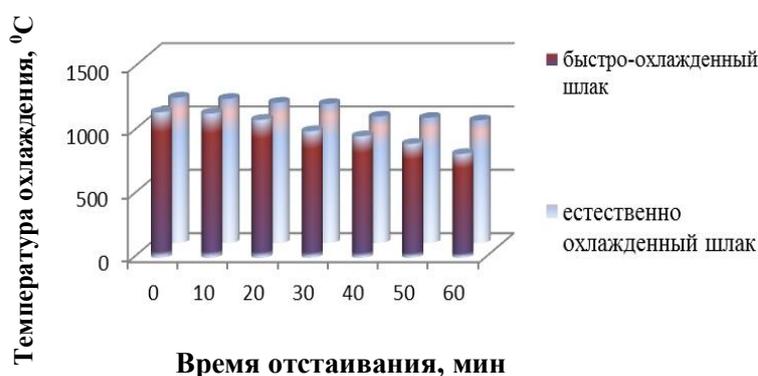
№ п/п	Тип шлака	Содержание, %											
		Cu	Fe (общ)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CdO	Zn	Pb	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	S	MgO	Ag г/т	Au г/т
1.	КФП	0,83	31,6	32,6	6,9	0,5	1,2	0,3	15,1	2,1	0,8	0,57	0,21
2.	Отражательной плавки	0,61	34,7	34,6	2,8	3,6	1,8	0,1	17,2	0,2-7	1,6	0,34	0,07

Третья глава диссертации «**Исследования по определению оптимальных технологических параметров по обеднению шлаков медного производства**» посвящена результатам исследований зависимости измельчаемости двухстадийно охлажденных отвальных шлаков медного производства от времени отстаивания, исследованию минералогических свойств двухстадийно охлажденных шлаков для дальнейшей переработки, методом подготовки отвальных шлаков медного производства к обогащению флотацией, а также извлечению меди способом выщелачивания с использованием серной кислоты. Определены основные технологические

параметры процесса выщелачивания двухстадийно охлажденных отвальных шлаков медного производства.

Для эффективного обеднения отвальных шлаков необходимо изменить температуру, влияющую на кристаллизацию шлаков, которая улучшает их измельчаемость и легкофлотируемость. В металлургической переработке большое значение имеет плотность, фракционный и гранулометрический состав минералов входящих в состав шлаков. В работе подробно изучено влияние этих параметров на показатели процесса измельчения для улучшения флотируемости шлаков и извлечения ценных компонентов выщелачиванием.

Проведенные исследования показали, что охлаждение при различных температурных интервалах влияет на их кристаллизацию. Образование сульфидных соединений в основном заканчивается при температуре 600-700 °С. При этом происходит кристаллизация, в которой скорость охлаждения шлака увеличивается и улучшается их измельчаемость (рис. 1).



**Рис. 1. Зависимость скорости быстрого охлаждения от времени отстаивания отвального шлака**

Результаты исследования показали (рис. 1), что скорость охлаждения шлака зависит от температуры и времени отстаивания.

Проведены сравнительные опыты на измельчаемость естественно охлажденных и двухстадийно охлажденных отвальных шлаков медного производства (табл. 2 и рис. 2).

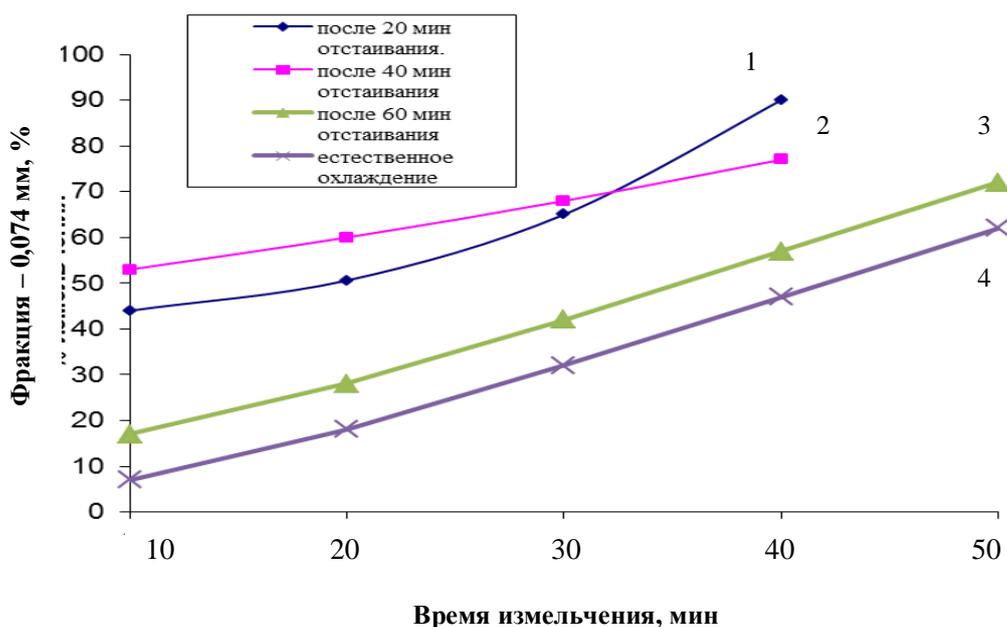
Таблица 2

Общие показатели продолжительности измельчения до класса -0,074 мм

№ Пробы	Время измельчения, мин			
	10	20	40	60
1	75 %	-	-	-
2	60 %	77 %	90 %	-
3	42 %	57 %	72 %	85 %
4	40 %	55 %	62 %	70 %

Из табл. 2 видно, что у шлака после 20 минутного быстрого охлаждения и измельчении в течении 10 минут тонина помола класса -0,074 мм составляет 75 %. Дальнейшее продолжение измельчения не требуется. При измельчении шлака охлажденного в течении 40 минут максимальное количество измельченного класса -0,074 мм достигло 90 % при 40 минутном измельчении. С увеличением времени отстаивания шлака измельчаемость ухудшается и требуется дополнительное время для измельчения. Естественно охлажденный шлак (проба №4) измельчается 70 % до класса -0,074 мм при времени измельчения 60 минут.

Полученные данные изображены на рис. 2.



1-отвальный шлак после 20 минут отстаивания; 2-отвальный шлак после 40 минут отстаивания; 3-отвальный шлак после 60 минут отстаивания; 4-естественно охлажденный шлак

**Рис. 2. Зависимость измельчения отвальных шлаков естественного и быстрого охлаждения от времени**

Результаты минералогического исследования показали, что у двухстадийно охлажденных шлаков микротвердость, измеренная на ПМТ-3, находится в пределах 1437 кг/мм<sup>2</sup> массы, почти равна твердости выделений, составляя 1430-1432 кг/мм<sup>2</sup> (рис.3). Таким образом, можно констатировать, что размеры обломков, разделенных контракционными трещинами, со временем укрупняются, а твердость шлака в этом направлении несколько понижается. Вероятно, степень измельчаемости при дроблении этих шлаков в дробилках нивелируется в зависимости от размера кусков и практической выгоды не имеет.

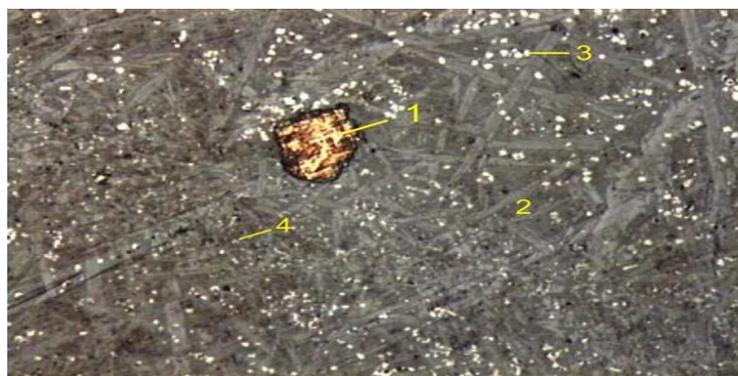
На рис. 3 наблюдается первичное образование уже достаточно крупных частиц халькозина.



1 – медь замещает халькозин; 2 – треснувший халькозин;  
3 – корродированный халькозин; 4 – халькозин

### Рис. 3. Шлак первый микрозернистый

По минералогическому анализу было выявлено, что минерал меди, в виде халькопирита уже сформировался достаточно в крупную частицу, а также имеются мелкие медные частицы, не успевшие укрупнению (рис. 4).

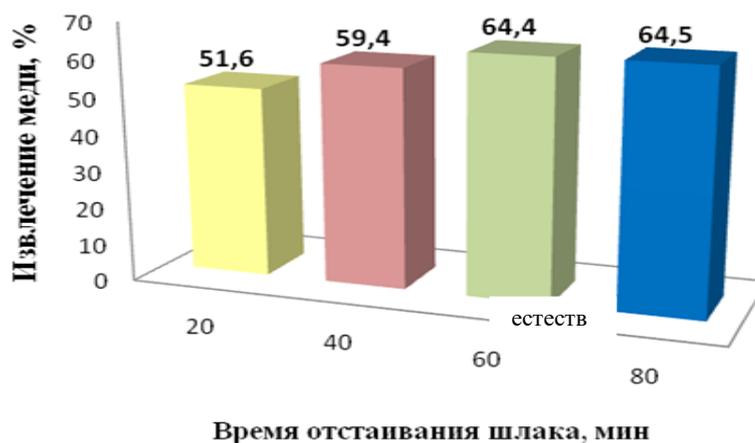


1 – халькопирит; 2 – фаялит; 3 – магнетит в виде дендритов; 4 – медные частицы

### Рис. 4. Шлак кислородно-факельной печи

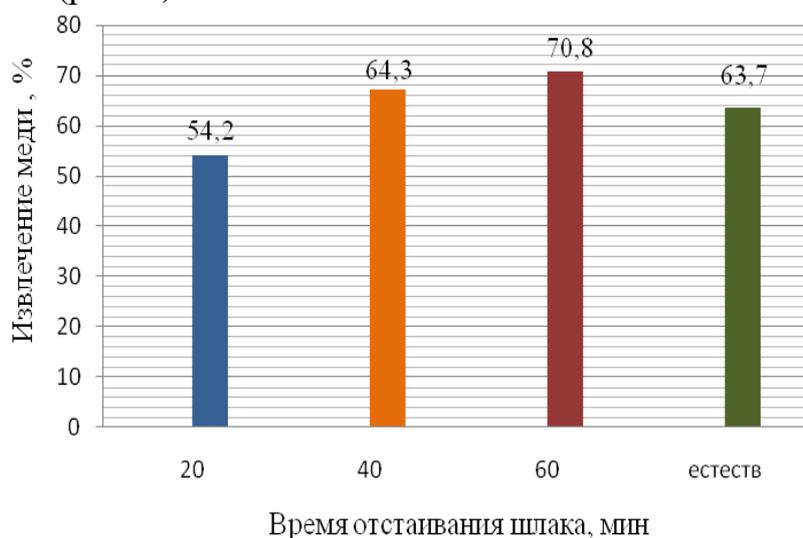
Двухстадийно охлажденные шлаки отличаются хорошей измельчаемостью, обладают мелкокристаллической структурой с максимальным количеством аморфной стеклофазы, содержащей основное количество сульфидов. Отметим, что в шлаках, охлажденных через 20 минут после слива, сульфидные включения находятся в очень мелком виде, что не позволяет извлекать их флотацией, в шлаках же после 40 и 60 минутного быстрого охлаждения размер сульфидов вполне приемлем для последующего их извлечения.

Результаты опытов показывают, что при открытом цикле флотации двухстадийно охлажденных шлаков извлечение меди в флотоконцентрате низкое, в зависимости от времени отстаивания извлечение меди колеблется от 51,6 % до 64,4 %, а при естественном охлаждении (10 суток) извлечение составляет 64,5 % (рис. 5).



**Рис. 5. Зависимость извлечения меди в открытом цикле флотации от времени отстаивания**

В замкнутом цикле флотации значительно увеличивается извлечение меди до 70-71 % (рис. 6).

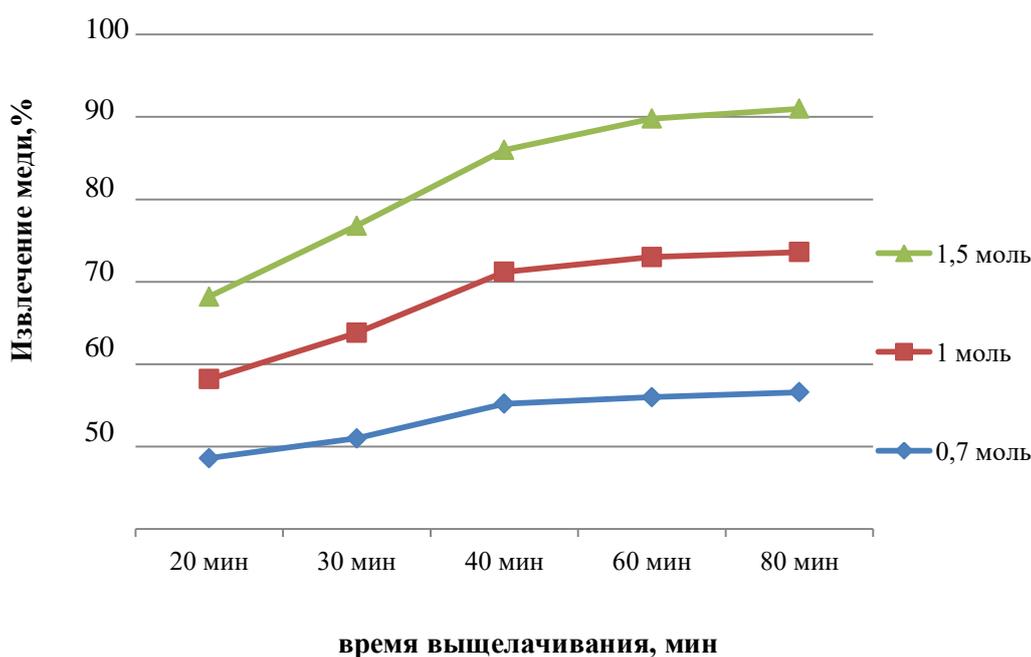


**Рис. 6. Зависимость извлечения меди в замкнутом цикле флотации от времени отстаивания**

Из рис. 6 видно, что двухстадийно охлажденные медные шлаки при 20-60 минут времени измельчения извлечение меди в концентрат составляет от 54,2 % до 70,8 %, а при естественном охлаждении (10 суток) извлечение составляет 63,7 %.

Результаты опытов обескремнивания двухстадийно охлажденного шлама пробы-1 показали, что химический состав после обескремнивания изменяется: диоксид кремния снижается на 7,7 %, сульфидные соединения минералов переходят в оксидную форму. Применение процесса обескремнивания даёт возможность дальнейшей переработки с целью извлечения меди, цинка и благородных металлов.

Шлак пробы-1 можно подвергать гидрометаллургическому способу переработки после процесса обескремнивания (рис. 7).



**Рис. 7. Зависимость извлечения меди в раствор от концентрации серной кислоты и продолжительности времени выщелачивания**

Из рис. 7 видно, что при увеличении концентрации серной кислоты и продолжительности времени выщелачивания содержание меди в растворе увеличивается от 83% до 90 %.

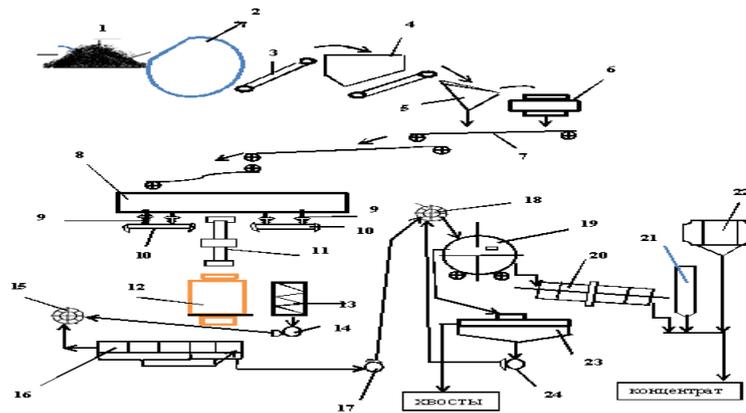
По результатам опытов установлен режим выщелачивания, который эффективно влияет на процесс и сохраняет от побочных реакций при выщелачивании. При этом концентрация серной кислоты 0,7-1,5 моль/л, температура 50 °С. Т:Ж=1:3, продолжительность процесса 1 час.

Выявлено, что при повышении концентрации серной кислоты увеличивается содержание меди в растворе, но при этом взаимодействуют вторичные металлы, как железо, свинец и другие, и это затрудняет переход меди в раствор.

В четвертой главе «Рекомендуемая технологическая схема для переработки двухстадийно охлажденных шлаков» приведено описание двух технологических схем, которые не связаны друг с другом (рис. 8-10).

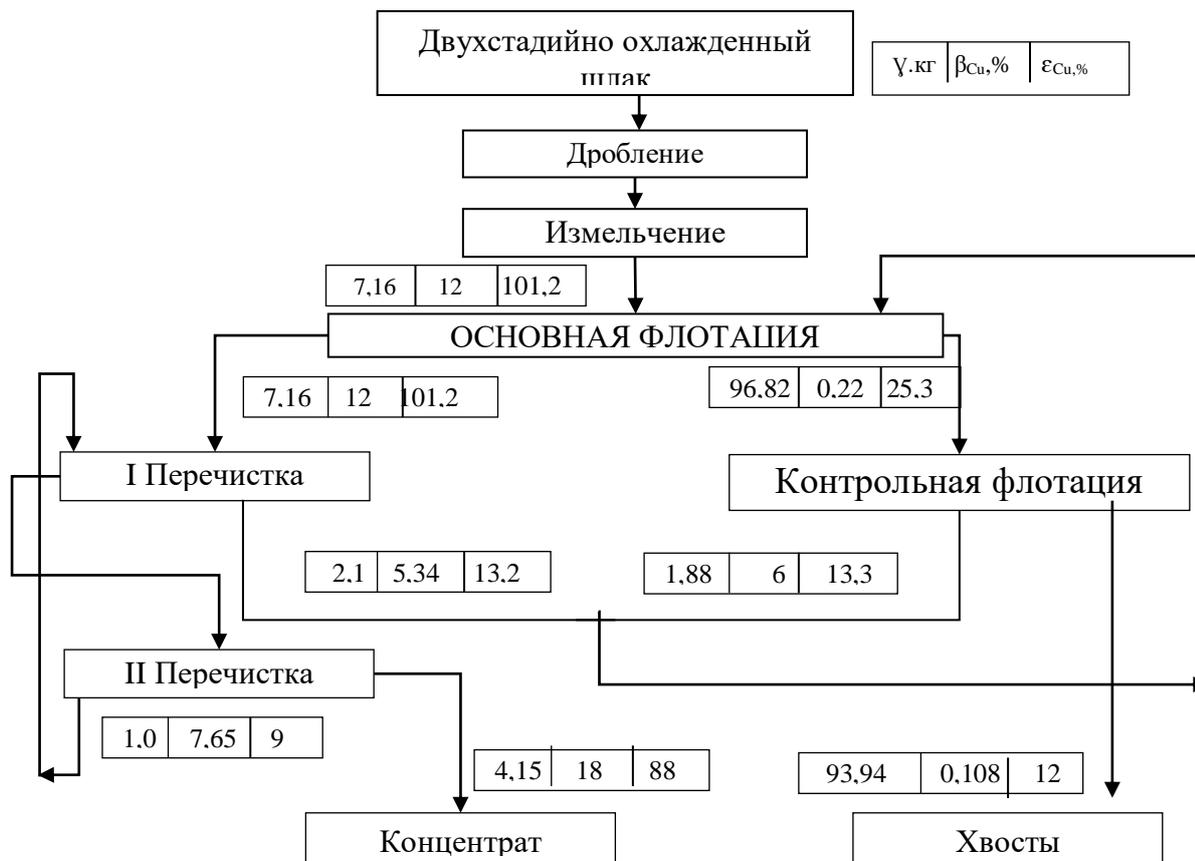
1. Разработанная технологическая схема флотации двухстадийно охлажденного медного шлака (рис. 8). Качественно-количественная схема флотации двухстадийно - охлажденного шлака (рис. 9).

2. Технологическая схема переработки двухстадийно охлажденного шлака обескремниванием последующим выщелачиванием с серной кислотой приводится на рис. 10.

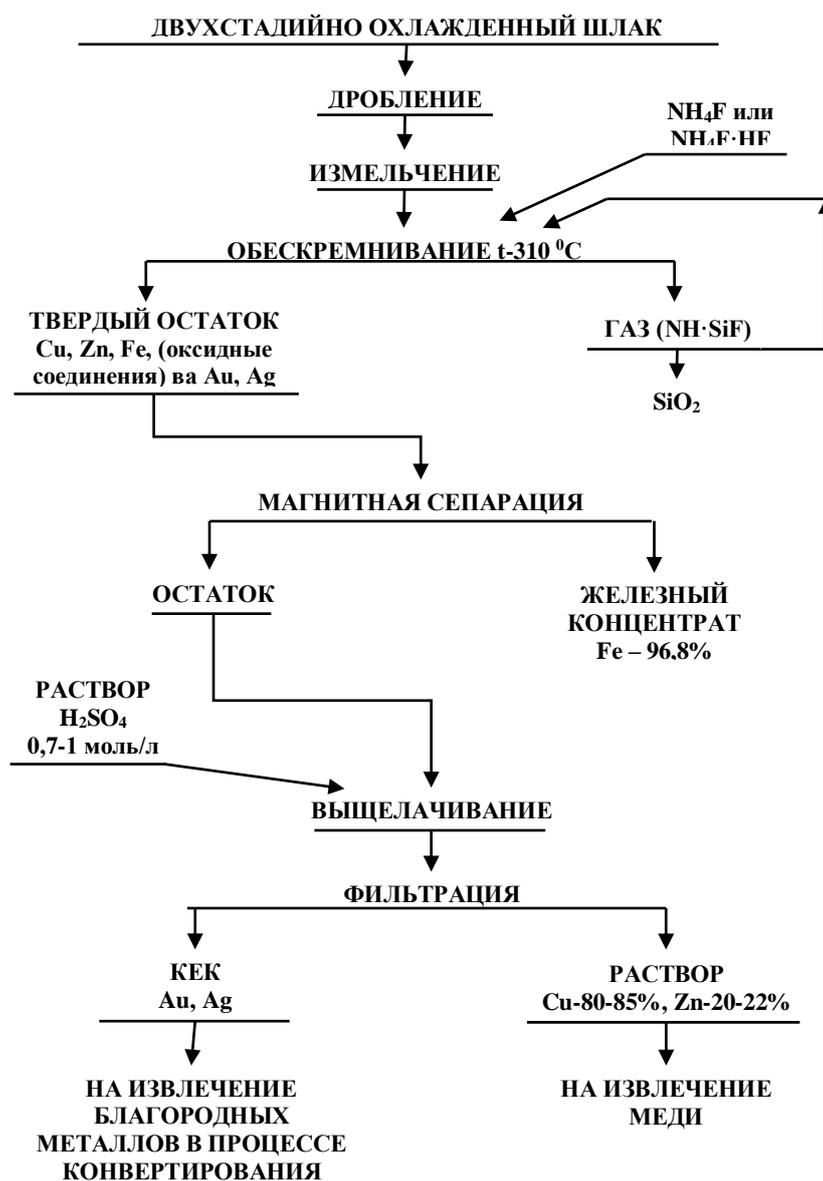


1 - отвальный шлак; 2 - водный бассейн; 3 - ленточный питатель; 4 - приемный бункер; 5 - вибрационные грохоты; 6 - конусная дробилка; 7 - ленточный конвейер с разгрузочной тележкой; 8 - бункер дробленого шлака; 9 - питатели; 10 - сборные ленточные конвейеры; 11 - наклонный ленточный конвейер; 12 - шаровая мельница; 13 - спиральный классификатор; 14, 17, 24 - насосы; 15, 18 - пульподелитель; 16 - флотационные машины; 19 - барабанный вакуум-фильтр с внутренней фильтрующей поверхностью; 20 - барабанная сушилка; 21 - гидроциклон; 22 - электрофильтр; 23 - сгуститель

**Рис. 8. Технологическая схема флотации двухстадийно охлажденного медного шлака**



**Рис. 9. Качественно-количественная схема флотации двухстадийно охлажденного шлака**



**Рис. 10. Технологическая схема переработки двухстадийно охлажденного шлака выщелачиванием**

На основании проведенных исследований флотационного обогащения и гидрометаллургического способа переработки отвальных шлаков рекомендовано проводить флотацию не изменяя технологическую цепочку медно-обогащительной фабрики-2 АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» в связи с обеспеченностью флотореагентами, реактивами и оборудованием, а при гидрометаллургической переработке для комплексного извлечения ценных компонентов необходимо создать отдельную технологическую цепочку.

Кроме этого, в четвертой главе определена экономическая эффективность предложенной технологической схемы переработки отвальных шлаков медного производства. Определены эксплуатационные расходы и окупаемость капитальных вложений по предлагаемой технологии. Экономическая целесообразность от внедрения предлагаемой технологии на АО «Алмалыкский ГМК» 22800 долл. США (в ценах 2019 г.).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по диссертационной работе доктора философии (PhD) на тему «Совершенствование технологии переработки шлаков медного производства» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Определено, что естественно охлажденный шлак, имея высокую твердость и абразивность не полностью вскрывает частицы медных минералов при измельчении, которые влияют на извлечение ценных компонентов при переработке шлаков, а также резко снижает производительность мельницы и требует его преждевременный ремонт.

2. Рекомендовано применение технологии двухстадийного охлаждения шлаков для улучшения их измельчаемости, способствующей существенному влиянию на их эффективное флотационное обогащение, позволяющей увеличить содержание меди в концентрате до 16-18% при извлечении меди флотацией 70-71 %.

3. Выявлено, что измельчаемость шлака определяется величиной термических напряжений и возрастает с увеличением скорости двухстадийного охлаждения отвального шлака медного производства после завершения его кристаллизации, способствующей эффективности флотации и снижению затрат на энергоресурсы и мелющие тела на 30%.

4. Выявлено, что формирование сульфидной взвеси в отвальном шлаке медного производства, а также его коалесценция, кристаллизация и формирование структуры заканчивается при температуре 600-700 °С и не зависит от скорости дальнейшего его охлаждения.

5. Рекомендовано использование гидromеталлургического метода извлечения меди из двухстадийного охлажденного отвального шлака после его обескремнивания, позволяющего перевести медь в раствор на 84,7 % и направить его в качестве доливки в электролит процесса электролиза меди.

6. Рекомендованы к производству технологические параметры процесса выщелачивания двухстадийного быстроохлажденного шлака, а именно концентрация серной кислоты 0,7-1,5 моль/л, температура 50 °С, продолжительность процесса 1 час, способствующие извлечению меди в раствор до 80-85%.

7. Выявлено, что при температуре выщелачивания 50 °С и концентрации кислоты 0,7-1,0 моль/л золото и серебро полностью концентрируются в твердом остатке (в кеке), его после сушки рекомендовано производству загружать в конвертер вместе с флюсами в качестве сырья благородных металлов.

8. Рекомендована рациональная технология переработки техногенных отходов в виде отвального шлака медного производства, позволяющая АО «Алмалыкский ГМК» ощутимо расширить сырьевую базу без значительных капитальных затрат, улучшить экологическую обстановку региона и дополнительно извлечь свыше 3-4 тыс. т меди в год.

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

---

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY  
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

**ASKAROVA NILUFAR MUSURMANOVNA**

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES FOR THE RECYCLING OF  
SLAGS OF COPPER PRODUCTION**

**04.00.14 – Mineral processing**

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

**Navoi – 2020**

**The theme of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) is registered in the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2019.4.PhD/T717.**

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

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

<b>Scientific Consultant:</b>	<b>Samadov Alisher Usmanovich</b> Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
<b>Official opponents:</b>	<b>Ergashev Ulugbek Abdurasulovich</b> Doctor of Technical Sciences  <b>Doniyarov Nodirjon Abdikhakimovich</b> Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
<b>Leading organization:</b>	<b>State enterprise «Institute of Mineral Resources»</b>

The defence of the dissertation will be held on August 24, 2020 at 16<sup>00</sup> at the meeting of the Scientific Council 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) 223-49-66; e-mail: [info@ndki.uz](mailto:info@ndki.uz), [nsmi@gmail.com](mailto:nsmi@gmail.com).

The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Center of the Navoi State Mining Institute under No. 7. Address: 210100, Navoi, 127 Galaba Shokh St. Phone: 0 (436) 223-56-90; fax: 0 (436) 223-00-55.

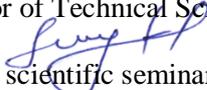
The abstract of the dissertation is distributed on August 12, 2020.

(Protocol at the registry No18 dated August 12, 2020).



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

 **Sh.Sh. Zairov**  
Scientific secretary of the scientific council for  
awarding the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

 **I.T. Mislibayev**  
Chairman of the scientific seminar under scientific  
council for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of research work is** to improve the technology for producing easily grindable and easily floatable slag using two-stage cooling of copper slag and its processing.

**The object of the research work** is the waste slag of copper production of «Almalyk Mining and Metallurgical Complex» JSC.

**The scientific novelty of research** is as follows:

It was found that the formation of sulfide suspension in the waste slag of copper production, as well as its coalescence, crystallization and structure formation ends at a temperature of 600-700 °C and does not depend on the rate of its further cooling;

It was found that the grinding capacity of slag is determined by the value of thermal stresses and growth with increasing speed of two-stage cooling of dump slag of copper production after completion of its crystallization, which contributes to the efficiency of flotation and reduce the cost of energy and melting body costs by 30 %;

The possibility of using the hydrometallurgical method of extracting copper from a two-stage cooled waste slag after its desalination has been determined, which makes it possible to transfer copper to solution by 84,7 % and direct it as an addition to the electrolyte of the copper electrolysis process;

The principles of the selection of technological parameters for complex extraction of valuable components have been developed, at the processing of technogenic waste in the form of two-stage cooled waste slag of a reflective and oxygen flare furnace of copper production of «Almalyk Mining and Metallurgical Complex» JSC

**Implementation of research results.** Based on scientific results, when implementing the technology of two-stage cooling of waste slag of copper production for processing, the following were obtained:

The technology of two-stage cooling of copper slag was introduced at «Almalyk Mining and Metallurgical Complex» JSC (certificate of No. AI-00148 «Almalyk Mining and Metallurgical Complex» JSC dated January 8, 2020). As a result, the need was established to change the crystallization of slowly cooled copper slag before grinding to a class of -0.074 mm;

The technology for extracting copper and its compounds from copper slag into flotation concentrate was introduced at the Copper Processing Plant-2 of «Almalyk Mining and Metallurgical Complex» JSC (certificate of No. AI-00148 of «Almalyk Mining and Metallurgical Complex» JSC dated January 8, 2020). As a result, an opportunity was obtained during flotation enrichment of two-stage-cooled slag to obtain a concentrate with a content of 16-18% when extracting copper - 70-71 %;

The technology for the use of desiliconization of two-stage cooled copper slag was introduced at «Almalyk Mining and Metallurgical Complex» JSC (certificate of No. AI-00148 «Almalyk Mining and Metallurgical Complex» JSC dated

January 8, 2020). As a result, the introduction made it possible to obtain silicon dioxide in the form of «white soot» up to 94-96 %;

The application of the leaching process of a non-magnetic fraction with sulfuric acid was introduced at «Almalyk Mining and Metallurgical Complex» JSC (certificate of No. AI-00148 «Almalyk Mining and Metallurgical Complex» JSC dated January 8, 2020). As a result, the introduction made it possible to obtain copper in solution up to 80-85%, which is used as an additive in copper electrolyte.

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of used literature and applications. The volume of the dissertation is 110 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть, part I)**

1. Самадов А.У., Аскарова Н.М. Флотационные свойства быстроохлажденного шлака медного производства // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – №4. – С. 103-106 (05.00.00; №7).

2. Аскарова Н.М. Изучение формы нахождения сульфидной взвеси в быстро-охлажденном термически обработанном шлаке МПЗ Алмалыкского ГМК // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2019. – №1. – С. 48-50 (05.00.00; №7).

3. Samadov A.U., Askarova N.M., Study of the Physical-mineralogical Properties of Quickly-chilled Slag and Possible Methods of its Further Processing //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2019. –Vol. 6. – Issue 4. – pp. 8962-8967 (05.00.00; №8).

**II бўлим (II часть; part II)**

4. Аскарова Н.М. Флотация шлака после термической обработки // Материалы Международной научно-технической конференции на тему: «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». – Навои, 12-14 мая 2010 г. – С. 114.

5. Аскарова Н.М. Флотационное извлечение меди из шлаков, охлажденных в разных скоростях охлаждения // Материалы Республиканской научно-технической конференции на тему: «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан». – Навои, 12-14 мая 2011 г. – С. 143.

6. Аскарова Н.М. Исследования по флотации быстроохлажденных шлаков МПЗ // Материалы VIII Международной научно-технической конференции на тему: «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития». – Навои, 19-21 ноября 2015 г. – С. 90-91.

7. Аскарова Н.М. Некоторые минералогические свойства шлаков МПЗ // Материалы VIII Международной научно-технической конференции на тему: «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития». – Навои, 19-21 ноября 2015 г. – С. 98.

8. Аскарова Н.М. Изучение формы нахождения сульфидной взвеси в быстроохлажденном термически обработанном шлаке МПЗ АГМК // Материалы Республиканской научно-технической конференции на тему: «Горно-металлургический комплекс: проблемы и их решения». – Алмалык, 2015. – С. 85-86.

9. Хасанов А.С., Абдукадыров А.А., Аскарова Н.М. Теоритические исследования технологии извлечения железа из шлаков // Материалы Республиканской конференции на тему: «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития». – Навои, 15-16 ноября 2016 г. – С. 103-104.

10. Аскарова Н.М. Теоретические основы процесса флотации быстроохлажденных шлаков // Материалы IX Международный научно-технической конференции на тему: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 2017. – С. 114.

11. Аскарова Н.М., Тошкодирова Р.Э. Охрана окружающей среды на предприятиях // Материалы Международной научно-практической конференции на тему: «Достижения женщин в области науки, образования, культуры и бизнеса». – Джизак, 2017. – С. 139-142.

12. Аскарова Н.М., Самадов А.У. Возможности переработки шлаков медного производства гидрметаллургическим способом // Вестник науки и образования. – Ташкент, 2020. – №10. – С. 36-40.

13. Аскарова Н.М. Некоторые сведения о гидрметаллургическом способе переработки шлаков медного производства // «Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар» мавзусидаги конференция материаллари. – Тошкент, 2020. – №16. – 287-290 б.



Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналидан  
тахрирдан ўтказилди.