

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

**ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

МУХАМЕТДЖАНОВА ШОИРА АБДУСАМАТОВНА

**МЕТАЛЛАРНИ АЖРАТИБ ОЛИШ УНИМИНИ ОШИРИШ
МАҚСАДИДА МИС САНОАТИДАГИ КОНВЕРТЕР ШЛАКЛАРИНИ
ҚАЙТА ИШЛАШ САМАРАЛИ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

**05.02.01. - Машинасозликда материалшунослик. Қўймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси.
Радиоактив, камёб ва нодир элементлар технологияси (техника фанлари)**

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

Тошкент – 2020

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

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

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

Мухаметджанова Шоира Абдусаматовна

Металларни ажратиш олиш унимини ошириш мақсадида мис
саноатидаги конвертер шлақларини қайта ишлаш самарали
технологиясини яратиш..... 5

Мухаметджанова Шоира Абдусаматовна

Разработка эффективной технологии переработки конвертерных
шлаков медного производства с целью увеличения выхода металлов..... 20

Mukhametdzhanova Shoira Abdusamatovna

Development of an effective technology for processing converter slags of
copper production in order to increase the yield of metals..... 37

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 40

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

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

МУХАМЕТДЖАНОВА ШОИРА АБДУСАМАТОВНА

**МЕТАЛЛАРНИ АЖРАТИБ ОЛИШ УНИМИНИ ОШИРИШ
МАҚСАДИДА МИС САНОАТИДАГИ КОНВЕРТЕР ШЛАКЛАРИНИ
ҚАЙТА ИШЛАШ САМАРАЛИ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

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

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

Тошкент – 2020

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/Т723 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати 3 тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.gupft.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: **Якубов Махмуджон Махамаджанович**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Абед Нодира Сойибжоновна**
техника фанлари доктори, профессор

Худояров Сулейман Рашидович
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот: **ЎЗРФА Умумий ва ноорганик кимё институти**

Диссертация ҳимояси Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУК ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли Илмий кенгашнинг **2020 йил «25» декабрь соат 11⁰⁰** даги мажлисида онлайн тарзида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: ((99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan_va_taraqqiyot@mail.ru, «Фан ва тараққиёт» ДУК биноси, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» ДУКнинг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин(№ 28-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73).

Диссертация автореферати 2020 йил «14» декабрь куни тарқатилди.

(2020 йил «03»декабрь № 28-рақамли реестр баённомаси).

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

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

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.2.PhD/Г723 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетидида бажарилган.

Диссертация автореферати 3 тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.gupft.uz) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: **Якубов Махмуджон Махамаджанович**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Абед Нодира Сойибжоновна**
техника фанлари доктори, профессор

Худояров Сулейман Рашидович
техника фанлари номзоди, доцент


Етакчи ташкилот: **ЎзРФА Умумий ва ноорганик кимё институти**


Диссертация ҳимояси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУК ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли Илмий кенгашнинг **2020 йил «25» декабрь соат 11⁰⁰** даги мажлисида онлайн тарзида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: ((99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan va taraqqiyot@mail.ru, «Фан ва тараққиёт» ДУК биноси, 2-қават, анжуманлар зали).

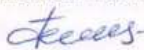
Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» ДУКнинг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин(№ 28-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73).

Диссертация автореферати 2020 йил «14» декабрь куни тарқатилди.
(2020 йил «03» декабр № 28-рақамли реестр баённомаси).



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

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

**Талипов Н.Х.**
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., к.и.х

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD)диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Бугуги кунда дунёда мис ишлаб чиқариш соҳаси кучли ўсиш тенденциясига эгадир. Шу билан бирга, руда таркибидаги мис таркибининг 0,25-0,50% гача пасайиши ва ўтган асрнинг етмишинчи йилларига қадар 0,5-5,0% гача бўлганлиги сабабли атроф-муҳитни муҳофаза қилиш бўйича талабларнинг кучайиши, ишлаб чиқаришнинг техноген чиқиндилар хомашёлардан фойдаланишнинг мураккаблигини оширишга, ундан фойдаланишга алоҳида эътибор қаратилмоқда, техноген ишлаб чиқариш чиқиндиларидан фойдаланган ҳолда ресурс ва энергия тежайдиган технологиялар жорий этилмоқда. Шунинг учун мис ишлаб чиқариш шлаklarини қайта ишлашга ва камбағаллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда рангли металлургия соҳасидаги илмий тадқиқотлар саноат чиқиндиларини асосий ишлаб чиқаришга жалб қилишга қаратилган. Шунини таъкидлаш керакки, мис ишлаб чиқариш кўп миқдордаги саноат чиқиндиларини чиқариш билан боғлиқ бўлиб, бу ишлаб чиқарилган мис ҳажмидан анча юқори. Таркибида 2-7% мис бўлган конвертор шлаklари ҳам айланма маҳсулот бўлиб, юқори самарали автоген жараёнларнинг ривожланиши билан улар техноген чиқиндилар хомашёсига ўтдилар.

Республикамизда мис ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш, улардан қимматбаҳо металлларни олиш учун техноген чиқиндиларни ишлаб чиқаришнинг асосий технологик занжирига жалб қилиш бўйича чора тадбирлар олиб борилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар Стратегиясида «Саноатни сифат жиҳатидан янги даражага кўтариш, маҳаллий хомашё манбаларини чуқур қайта ишлаш, тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни жадаллаштириш ва технологияларни ўзлаштириш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. АЖ «Олмалик КМК» да мис ва рух ишлаб чиқаришнинг шлаklар ва кеклар кўринишидаги саноат чиқиндилари катта миқдорда йиғилган, уларни ишлаб чиқаришга қайтариш комбинатга асосий хомашё бойитмалардан, флюслардан ва энергия ҳаражатларидан фойдаланмасдан металл ишлаб чиқаришни сезиларли даражада оширишга имкон беради.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 24 июлдаги ПҚ-3145-сон «Руда фойдали қазилма конларини саноат ўзлаштириш соҳасида илмий-тадқиқот ва лойиҳалаш-қидирув ишларини бошқаришни такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги Қарори, 2019 йил 17 январдаги ПФ-4124-сон «Тоғ-металлургия саноати корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги Фармони, 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони, шунингдек, ушбу соҳада

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947-сонли "2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида"ги фармони.

кабул қилинган бошқа меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширида ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика ва фан технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига боғлиқлиги. Ушбу тадқиқот Республикада фан ва технологиялар ривожланишининг VII «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммони ўрганилганлик даражаси. Мис чиқишини ошириш мақсадида пирометаллургия усули билан мис ишлаб чиқариш технологияси бўйича қуйдаги олимлар: Kasubaga M., Hilbrans H., Muan A., Kumaran T., Ganiroth M., Meleher G. Dr., Patrick R. Taylor, J. Hammerschmidt, John W. Friesinger, van Aswegen P. C., Brierly C.L., Emmet R.C., Худяков И.Ф., Ванюков А. М. Зайцев В.Я., Смирнов В. А., Аветисян Х. К., Тарасов А.В., Купряков Ю.П., Мечев В.В., Лакерник М.М., Абрамо Н.П., Строителев И.А., Цейдлер А.А., Быстров В.П., Набойченко С.С., Стрижко Л.С., Кожахметов С.М. Юсупходжаев А.А., Якубов М.М., Санакулов К.С., Хасанов А.С. ва бошқалар илмий изланишлар олиб борганлар ва ўз хиссаларини қўшганлар.

Мавжуд ишларнинг таҳлилига кўра, кўплаб мамлакатларда металлургия саноати олдида турган, қайта ишланган рудалардан металл ҳосилдорлигини ошириш, ишлаб чиқариш чиқиндиларидан металлларнинг таркибини камайтириш бўйича кўплаб муаммолар мавжуд. Бой ва осон очиладиган руда конларининг камайиши, шунингдек, рудалар таркибидаги металлларнинг камайиши хомашёдан комплекс фойдаланишнинг мураккаблигини оширишга, рангли металлургия саноат чиқиндиларини қайта ишлашда илмий ишланмаларни ривожлантиришга алоҳида эътибор бериш зарурлигини кўрсатади. Мазкур диссертация иши ушбу муаммони ечимини топишга бағишланган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий ўқув юртининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тарракиёт» ДУК илмий тадқиқот ишлари режаларининг Ф-7-91 «Рангли металлургия чиқиндиларидан фойдаланган ҳолда металлларнинг ҳосилдорлигини оширишга қаратилган мис ва рух ишлаб чиқаришда металлургия жараёнларининг физик-кимёвий қонунларини ўрганиш» (2017-2020 йй.) мавзусидаги фундаментал лойиҳа асосида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади мисни пирометаллургия усулида ишлаб чиқаришда конвертерлаш жараёни технологиясини такомиллаштириш, контцентратдан тайёр маҳсулотгача мис ажратиш олиш даражасини кўпайтириш, шу билан бирга конвертор шлаklarини техноген ишлаб чиқариш чиқиндилари билан камбағаллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

конвертор шлакидаги мисни ажартиш олишнинг технологик жараёнларини ўрганиш;

шлакни камбағаллаштириш самарали технологиясини ишлаб чиқиш мақсадида қаттиқ тикловчи билан конвертор шлак билан ўзаро таъсирини ўрганиш;

рух ишлаб чиқариш натижасида ҳосил бўлган техноген чиқиндилар, яъни клинкерда мавжуд бўлган тикловчи моддалари билан ўзаро таъсири натижасида конвертор шлаклари таркибига яқин бўлган синтетик шлакларда мавжуд бўлган компонентларнинг тиклаш даврида ўзаро таъсирини ўрганиш;

мис концентратини олишда бойитиш фабрикасида руда хомашёсидан конвертор шлакининг алоҳида бойитиш занжирини ўрганиш;

рух ишлаб чиқаришдаги клинкер билан олдиндан қайта ишланган конвертор шлакини гравитацион бойитиш, магнит ажратиш ва флотациялаш;

тажриба синовларини ўтказиш, конвертор шлакларини камбағаллаштиришнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш, ишлаб чиқилган технологиянинг техник ва иқтисодий самарадорлигини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объектилари сифатида пирометаллургия усули билан мис ишлаб чиқаришда мис штейнларини конвертерлаш ва конвертер шлакларини камбағаллаштириш технологиясидан фойдаланган.

Тадқиқотнинг предмети металлларнинг ишлаб чиқиш самарадорлигини ошириш мақсадида мис ишлаб чиқаришнинг конвертер шлакларини камбағаллаштириш самарали технологиясини ишлаб чиқиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Замонавий назарий ва амалий комплекс тадқиқот усуллари, лаборатория тажрибалари, гранулометрик таҳлил, кимёвий ва фазали таҳлил усуллари, тажрибавий саноат синовлари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

мис штейнларини конвертерлаш жараёнида конвертор шлакларининг камбағаллаштириш учун таркибида уч валентли темир оксидининг 40-50% ни икки валентли даражага камайтириш натижасида, саноат чиқиндиларида мавжуд бўлган тикловчи моддалар элементлари билан содир бўлиши аниқланган;

1250° С ҳароратда, қуйдаги таркибли, %: Fe₃O₄ - 24, SiO₂ - 25, FeO - 51 бўлган конвертор шлакларини камбағаллаштириш асосида, таркибида темир, углерод бўлган рух ишлаб чиқаришнинг техноген чиқиндиси - клинкер билан тикланганда 3 дан 5 минутгача бўлган вақтда мис таркибининг 30-40% га камайганлиги аниқланган;

конвертор шлакларининг гравитация усули билан бойитиш натижасида олинган гравитацион бойитмани олтин таркибли хомашё сифатида, флюслар билан конверторга юклаш ва чиқиндиларни эса флотацияга ўтказиш мумкинлиги аниқланган;

пирометаллургия усули билан мис ишлаб чиқаришда мис бойитмасини олиш учун ва бойитма таркибига миснинг ўтиш миқдорини 50% дан 82% гача ошириш мақсадида конвертор шлакларини қайта ишлашнинг такомиллаштирилган технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

конвертор шлаklarидан концентрат ишлаб чиқариш учун бойитиш фабрикасига ўтказмасдан олдин уни камбағаллаштириш технологияси ишлаб чиқилган бўлиб, таркибида рангли металллар ва тикловчи ингредиентлар мавжуд бўлган металлургия ишлаб чиқаришининг техноген чиқиндиларини қайта ишлашга жалб қилиш имконини бериши аниқланган;

темир-силикат эритмасининг физик-кимёвий хоссалари яхшиланганлиги сабабли, конвертор шлакида темир оксиди миқдори камайиши уч валентли темир оксидларини икки валентли ҳолатга тиклаш жараёнининг белгиланган кинетик тавсифалари билан мис миқдори камайиши аниқланган;

конвертерлаш жараёни, мис заводи ва заводнинг бойитиш фабрикаси ўртасида металлни ажратиб олиш ва металлнинг балластга ўтишини камайитириш мақсадида, конверторда ва бойитиш фабрикасида конвертор шлакини камбағаллаштириш икки босқичли технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги катта миқдордаги тажриба ва саноат синовлари, мис чиқиш миқдорини кўпайтириш ва конвертер шлаklarини камбағаллаштириш мақсадида пирометаллургия усуллари билан мис ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш бўйича ишларнинг асосий ғоясини қониқарли яқинлашуви ва миқдорий тасдиғи билан асосланади. Тадқиқот натижалари математик ва статистик усул билан қайта ишланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти уни мис концентратини ишлаб чиқариш учун бойитиш фабрикасига жўнатишдан олдин мис таркибининг юқори бўлиши ва унинг конвертор шлакида камайиши сабабларини аниқлаб, лаборатория ва саноат синовлари асосида олинган натижалардан фойдаланиш билан белгиланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, ишлаб чиқилган технология металлургия ишлаб чиқаришидаги техноген чиқиндиларни қайта ишлашга жалб қилиш ва керакли параметрларга эга бўлган шлаklar таркибини ўзгартиришга имкон беради. Металлургия ишлаб чиқаришининг техноген чиқиндиларидан рангли ва қимматбаҳо металлларни олиш ва «Олмалиқ КМК» АЖнинг бойитиш фабрикасида мис концентратини олишдан иборат.

Тадқиқотлар натижаларининг жорий қилиниши. Металларни ажратиб олиш унумини ошириш мақсадида мис саноатидаги конвертер шлаklarини қайта ишлаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

мис штейнларини конвертерлаш жараёнида саноат техноген чиқиндилари таркибида бўлган темир ва углерод каби тикловчи моддалар ёрдамида конвертор шлаklarидаги магнетит таркибини, уни вюститгача тикланиши ёрдамида, камайитириш технологияси «Олмалиқ КМК» АЖнинг мис эритиш заводида амалиётга жорий этилган («Олмалиқ КМК» АЖнинг 2020 йил 23 июндаги ХА-004820-сон маълумотномаси). Натижада, металлларнинг йўқотилишини камайитириш имконини берган;

саноат чиқиндилари ёрдамида конвертерларда мис штейнларини конвертерлаш жараёнида конвертор шлаklarини камбағаллаштириш

технологияси «Олмалиқ КМК» АЖнинг мис эритиш заводида амалиётга жорий этилган («Олмалиқ КМК» АЖнинг 2020 йил 23 июндаги ХА-004820-сон маълумотномаси). Натижада, металл ҳосилдорлигини ошириш, шунингдек, техноген чиқиндиларни тикловчи восита, рангли ва қимматбаҳо металлларнинг хомашёси сифатида ишлатиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Ушбу тадқиқот натижалари 4 халқаро ва 4 республика илмий-амалий конференцияларида маъруза қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 17 та илмий иш нашр қилинди, шундан 9 та мақола Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини нашр этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда, шу жумладан 1 та чет элда чоп этилган.

Диссертациянинг таркиби ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 118 бетлик компьютер матнини ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация иши мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, тадқиқотнинг объекти ва предмети аниқланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва техника тараққиётининг устувор йўналишларига мувофиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, уларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, ишланмаларни тадбиқ этиш натижалари кўрсатилган, ишни апробация қилиш натижалари кўрсатилган, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши тўғрисидаги маълумотлар берилган.

Диссертациянинг **«Пирометаллургия усули билан жаҳонда мис ишлаб чиқариш технологиясининг замонавий ҳолати»** деб номланган биринчи бобида замонавий адабий манбаларда пирометаллургия усули билан мис ишлаб чиқариш ҳолати, мис йўқотишларига турли омилларнинг таъсири ҳақида таҳлил берилган. Пирометаллургик мис ишлаб чиқаришнинг катта ютуғи бу замонавий автоген эритиш печларидан фойдаланиш ҳисобланади. Эритиш жараёни, ёқилғи сарфланмасдан, экзотермик реакциялар натижасида иссиқлик ажралиб чиқиши туфайли автоген бажарилади. Шу билан бирга, автоген печларнинг мис штейнларни конвертерлаш жараёнида олинган конвертор шлаклари автоген эритиш печларининг ўзида қайта ишланмайди.

Диссертациянинг **«Металларни ажратиб олиш унумини оширишда мис саноатидаги конвертер шлаklarини қайта ишлаш учун тадқиқот объектларини танлаш ва асослаш ҳамда уларни ўрганиш услулари»** деб номланган иккинчи бобида объектларни танлаш баён этилган ва асосланган, конвертор шлакидаги магнетитни тиклаш кинетикасига турли хил тикловчи элементлар таъсирининг самарадорлигини баҳолаш услулари ифодаланган. Конвертор шлаklarини гравитацион бойитиш, магнитли

ажратиш ва флотациялаш кенгайтирилган лаборатория синовлари ва усуллари тасвирланган. Тадқиқотнинг асосий объектлари рух ишлаб чиқариш заводининг техноген чиқиндилари ва «Олмалиқ КМК» АЖ мис заводининг конвертор шлаклари бўлган.

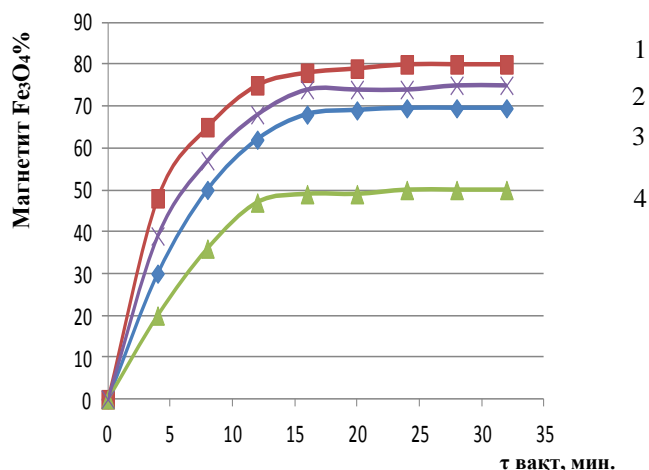
Диссертациянинг «Саноат чиқиндиларидан фойдаланган ҳолда мис ишлаб чиқариш конвертор шлаklarининг камбағаллаштиришни ўрганиш» деб номланган учинчи бобида конвертор шлаklarини қайта ишлаш йўли билан, концентратдан хомаси мисгача мисни ажратиб олишда металл чиқишини ошириш усуллариининг экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган.

«Олмалиқ КМК» АЖда конвертор шлакининг 30% яллиғ қайтарувчи печларда қайта ишланади ва 70% миснинг бир вақтнинг ўзида паст даражада қайта тикланишига қарамай мис концентратини ишлаб чиқариш учун флотацияга ўтказилади. Агар конвертор шлаклари тикланиш даврида конверторда камбағаллаштирилса ва кейинчалик флотация билан қайта ишлаш учун бойитиш фабрикасига ўтказилса, у ҳолда мисни қайта ишланилишини сезиларли даражада ошириш мумкин. Конвертерлаш жараёнида конвертор шлаклари камбағаллаштирилганда миснинг ажралиши 95% га тенг, бойитиш фабрикасида эса 50% ни ташкил қилади. Бойитиш фабрикасида конвертор шлакидан миснинг олиниси кам миқдорда, чунки у руда хомашёси билан бойитиш жараёнининг бошига қайтади ва концентрат олиш учун қайта ишлашнинг бир неча босқичларидан ўтади. Конвертерлаш жараёнида конвертор шлакининг мис бўйича камбағаллаштириш юқори бўлади, чунки у эрда конвертор шлакининг ўзи ҳосил бўлиб мис тўғридан-тўғри конверторнинг ўзида штейнга ўтади.

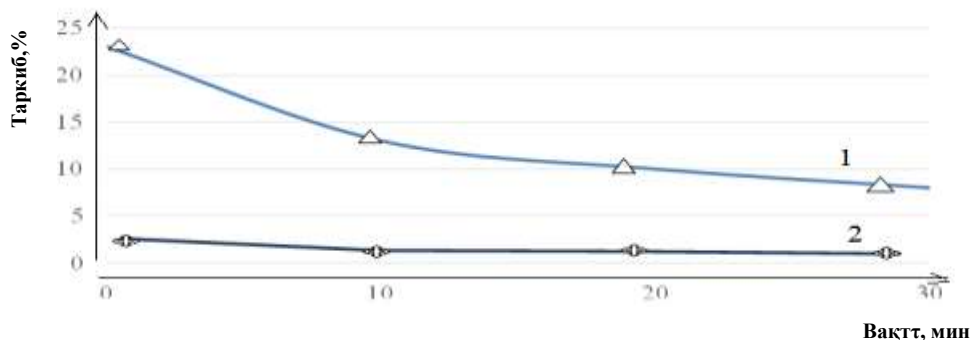
Тадқиқот учун ишлатилган конвертор шлакнинг, таркиби %: 22,5 SiO₂; 53,5 FeO; 22,7 Fe₃O₄; 2,54 Cu. Тикловчи моддалар сифатида Ст3 маркали юпка деворли темир (стружка), қалин деворли (пластинка 6 мм) ва рух ишлаб чиқаришнинг техноген чиқиндиси-клинкердан фойдаланган. Иккиламчи хом ашё кўринишидаги металл темир: металл темир терсақлари, стружка, фолга, темирли ип ва бошқалар. Тадқиқот натижалари 1-расмда келтирилган.

1-расмдан кўришиб турибдики, тақдим этилган барча материаллар мис ишлаб чиқаришнинг шлак эритмасидаги магнетит учун самарали тикловчи моддалар деб ҳисобланади. Конвертор шлакидаги магнетитнинг ортиқча миқдорини 10 дақиқа ичида 50% дан кўпроғига тикланиши яхши кўрсаткичидир. Юқорида темир силикат эритмасининг уч валентли темирининг энг арзон тикловчи моддалари, саноатнинг углерод ва темирни ўз ичига олган иккиламчи хомашё шаклидаги ингредиентлар билан кўриб чиқилди. Тикловчи сифатида рух ишлаб чиқаришнинг техноген чиқиндиси – клинкер танланган, унинг таркибида 50% дан ортиқ тикловчи элементлар мавжуд. 1-расмдан кўришиб турибдики, клинкер мис ишлаб чиқаришнинг конвертер эритмаси магнетитининг самарали тикловчисидир. Магнетитнинг конвертор шлакидаги ортиқча миқдорини 10 дақиқа ичида 50,0% дан юқорироқ тикланиши яхши кўрсаткич деб ҳисобланади.

Қуйдаги таркибли конвертер шлаки: %: 22,5 SiO₂; 53,5 FeO; 22,7 Fe₃O₄; 2,54 Cu, таркибида магнетит миқдорини пасайиши билан рангли металлнинг эрувчанлиги ва механик йўқотишлари пасаяди, шлакнинг зичлиги ҳам пасаяди, бу эса ўз навбатида шлак ва штейннинг самарали ажратилишига ва мис йўқотишларининг пасайишига олиб келади, буни 2-расм экспериментал маълумотлардан кўриш мумкин.



1-темир, 2-клинкер, 3-углерод, 4-қалин деворли темир
1-расм. Конвертор шлакининг магнетитини 1250°С ҳароратда вюститгача тиклани жараенининг вақтга боғлиқлиги



1-магнетит, 2- мис
2-расм. 1250 ° С ҳароратда клинкер билан тикланган конвертер шлаки таркиби пасайишининг вақтга боғлиқлиги

2-расмдан кўришиб турибдики, клинкер билан конвертор шлакини камбағаллаштириш натижасида магнетит концентрацияси 10 дақиқада 22,7% дан 13,2% гача пасайган, мис концентрацияси эса унинг асл таркибидаги 2,54% дан 1,52% гача сезиларли даражада камайди.

«Олмалиқ КМК» АЖда конвертор шлаклари руда билан бирга (руда массасининг 0,2 - 1,4%) комбинатнинг бойитиш фабрикасида қайта ишланади, аралашмани қайта ишлашда тегирмоннинг унумдорлиги рудани ўзини майдалашга нисбатан 9,5% га камайдди. Ушбу нисбат билан конвертор шлакини қайта ишлаш иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ эмас. Қуйдаги масала конвертор шлакининг қаттиқлиги билан боғлиқ (Моос фикрига кўра, руданинг қаттиқлиги 5 га, конвертор шлаки 7 га тенг ва у шишада чизик

қолдиради), бу нафақат ишлаб чиқариш унумдорлигини кескин пасайтиради, балки тегирмоннинг ўзини муддатидан олдин таъмирлашни талаб қилади.

«Мис ишлаб чиқаришнинг конвертор шлаklarини қайта ишлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш» деб номланган диссертациянинг тўртинчи бобида сульфидли мис бойитмасини ишлаб чиқариш мақсадида мис ишлаб чиқаришнинг конвертор шлаklarини олдиндан камбағаллаштириш ва уни бойитиш фабрикасида бойитиш бўйича ишлаб чиқилган технологиянинг саноат ва кенгайтирилган лаборатория экспериментал тадқиқотлари натижалари келтирилган.

Конвертерлаш жараёнида конвертор шлаklarини саноатнинг тажриба босқичининг мақсади шлак таркибидаги магнетит концентрациясини камайитириш орқали конвертор шлакидаги мис таркибини камайитиришдир.

Шлаklar таркибидаги магнетит миқдорини камайиши уч валентли темир оксиди Fe_3O_4 (магнетит) ни икки валентли темир оксиди FeO (вюстит) гача магнетитни тикланиши орқали эришилади. Тикловчи сифатида рух ишлаб чиқаришнинг техноген чиқиндилари-клинкердан фойдаланганмиз, чунки унинг таркибида 50,0% дан ортиқ тикловчи элементлар мавжуд.

Саноат тадқиқотларининг мақсади: мис штейнларини конвертерлашда хомаки мисга миснинг максимал даражада ажратиб олиш, чунки камбағаллаштириш натижасида миснинг бир қисми тикланиш даражаси 92,0 - 95,0% бўлган конвертер шлаklarдан хомаки мисга ўтади.

Ковшда чўкиш пайтида конвертор шлаklarининг критик ҳароратига (қобиқ ҳосил бўлиши - кристалланиш бошланиши) қадар чўктиришнинг максимал давомийлигини аниқлашдан иборат.

Мис штейнларини конвертерлаш жараёнларининг амалдаги технология бўйича қуйидаги тартибда амалга оширилади. Одатда 20 дан 45% гача Cu бўлган штейнлар конверторда пуркаланади. Пастки чегара баъзан 10-12% гача тушади, юқори чегара 62% гача кўтарилади. Баъзан, жуда бой бойитмалар (59% Cu) қайта ишланганда, деярли соф ярим олтингугуртли мис Cu_2S (79% Cu ва 0,5% Fe) бўлган штейн пуркаланади.

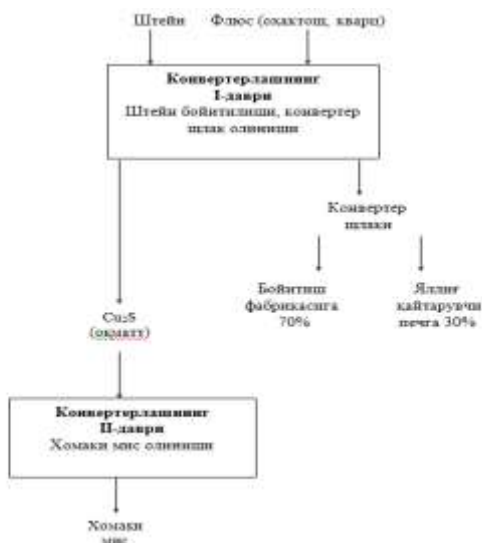
Биринчи даврда штейн пуфлашнинг асосий реакцияси бу темир сульфиднинг оксидланиши ва флюснинг таркибида бўлган кремний билан конверторда шлакланишидир.



Биринчи даврда жараённинг ажралган иссиқлиги жараённинг ҳароратини сақлаб туриш ва бир оз ошириш учун ортиғи билан этарли. Штейн доимий равишда кислород билан пуркалганда, темир сульфиднинг таркиби ва юкланган кварцли флюс миқдори аста-секин камаяди ва ваннада асосан темир оксиди силикатидан иборат бўлган конвертор шлаklари тўпланади. 18 т миқдорда конвертор шлаklари йғилганда (1 ковш) биринчи даврнинг биринчи босқичида, 3-расмда кўрсатилгандек, биринчи даврнинг иккинчи босқичи бошланади.

Конвертерлаш жараёнининг биринчи даврининг иккинчи босқичи (конвертор шлакининг магнетитини тикланиши).

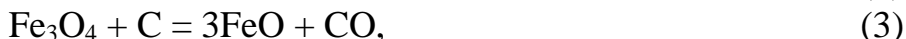
Конвертерлаш жараенининг биринчи даври иккинчи босқичининг технологик параметрларини аниқлаштириш учун (3-расм), қуйидаги тадқиқотлар ўтказилди:



3-расм. Мис ишлаб чиқаришнинг конвертор шлакини камбағаллаштириш технологияси

Таснифланган клинкердан фойдаланган ҳолда конвертер шлаklarини қайта тиклаш технологиясини муваффақиятли амалга ошириш учун (3-расм) бажарилган тадқиқот асосида клинкернинг оғирлиги ва ўлчами танланган. Конвертерга юкланган +2 мм дан -5 мм гача бўлган фракцияли клинкернинг оғирлиги 750 кг (шлак оғирлигининг 4,6 %) ташкил этди. Рух ишлаб чиқаришдаги клинкери билан конвертер шлакини тикланиши биринчи даврда мис штейнларини конвертерлаш жараёнида 1250°C ҳароратида конверторда амалга оширилади (18 тонна конвертор шлаklари тўплами билан, бу 1 та ковшининг сиғимига мос келади). Конвертерда конвертор шлакли таркибида магнетит билан реакцияга киришмаган клинкернинг қисми ковшга қўйилган вақтида тиклашни давом этади.

Бундай ҳолда, қуйидаги реакциялар пайдо бўлади:



Кейин беш дақиқа чўктирилиб ковшга қўйилади. Ваннадаги камайишлар суяқ штейннинг янги порцияси билан тўлдирилади. Кварцли флюс жараён давомида даврий равишда киритилади. Жараённинг биринчи даври биринчи ва иккинчи босқичлари оқ матт ҳосил бўлгунча такрорланади. Мис штейнида эриган ва оқ маттда йиғилган олтин ва кумуш металли мисга эргашиб, ваннанинг тубига ажралган хомаки миснинг биринчи порциясига ўтади.

Ковш тубига мис сульфидини (штейни) чўктириш мақсадида конвертор шлаklари чўктирилади. Кейин ҳажми 75,0% бўлган конвертор шлаklarининг

юқори қисми ковшдан миксерга қўйилади ва совутиш учун чиқиндиларга туширилади. Хомаки мис ишлаб чиқариш учун конвертор шлаklarининг ҳажми 25,0% тубли фаза конвертерга юкланади. Чиқиндилардан тикланган (камбағаллаштирилган) конвертор шлаки бойитма ҳосил қилиш учун бойитиш фабрикасига жўнатилади. 750 кг клинкер конверторга юклаганда, ковшда чўктирилган конвертор шлакининг ҳароратини пасайтириш параметрларини аниқлаш бўйича саноат синовлар (жадвал-1) МПЗнинг металлургия цехи конвертер бўлимида ўтказилди. Ваннанинг юзасида кристалланиш жараёни пайдо бўлгунча чўкиш давомийлиги текширилди.

1-жадвал маълумотларидан кўришиб турибдики, тўртинчи тажриба бажарилганда 33 дақиқада шлакнинг юзасида қобик ҳосил бўлиш жараёни бошланди. Конвертор шлакининг ковшда чўкиш вақти, ковшларнинг бандлигига қараб 10-25 минут давомийлиги қабул қилинган.

1-жадвал

Конвертер шлакининг ҳароратини ўлчаш маълумотлари

№ Тажриба	Материаллар номи	Клинкернинг сарфи, кг	Чўкиш вақти, мин	Эритманинг ҳарорати, °С		Ҳароратнинг фарқи
				Конвертердан куйилганда	Шлак ваннасининг юзаси	
1	Конвертер шлаки	750	15	1322 ¹	1226	96
2	Конвертер шлаки	750	20	1320	1210	110
3	Конвертер шлаки	750	25	1315	1198	117
4	Конвертер шлаки	750	30	1314	1193	121
5	Конвертер шлаки	750	33	1291	1167 Қобик ҳосил бўлиши	124

2-жадвалдан кўришиб турибдики, синовдан олдин конвертор шлакидаги магнетитнинг ўртача миқдори 20,26%, синовлар пайтида 9,18% ни ташкил этди, бу магнетит таркибини пасайиш даражаси 52,5% ни ташкил этади. Синовдан олдин конвертор шлакидаги ўртача мис миқдори 2,67% ни ташкил этди, синовлар пайтида мис миқдори 1,63% гача камайтирилди, бу мис таркибининг 32,21% га камайганлигини кўрсатади.

Мис ишлаб чиқаришнинг олдиндан камбағаллаштирилган конвертор шлаklarини бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича кенг кўламли лаборатория экспериментал тадқиқотлар босқичининг вазифаси бу мис сульфидли бойитмаларини ишлаб чиқаришдир.

¹Ҳарорат АПИР-П(800-1500 °С) турдаги СМОТРИЧ 5В мосламаси билан аниқланган

Конвертер шлаки таҳлиллари

Сана (намуна №)	Компонент таркиби, масс. %				
	Cu	SiO ₂	Fe ₃ O ₄	Fe _{умум.}	CaO
Синодан олдин					
12.03.2018 №1	3,30	21,21	21,23	47,19	0,61
12.03.2018 №2	2,58	21,15	23,24	48,62	0,70
12.03.2018 №3	2,14	22,44	16,31	49,15	0,95
Ўртача арифметик	2,67	21,60	20,26	48,32	0,75
Синов даврида					
12.03.2018 №1	2,01	23,77	9,45	46,51	1,23
12.03.2018 №2	1,96	19,75	10,78	49,35	1,14
12.03.2018 №3	1,77	19,89	11,47	48,17	1,23
12.03.2018 №4	1,61	21,69	7,71	44,79	0,62
12.03.2018 №5	1,85	24,85	10,41	47,24	0,61
12.03.2018 №6	1,62	22,17	11,85	50,19	0,57
12.03.2018 №7	1,88	21,64	9,30	49,77	1,02
12.03.2018 №8	1,64	20,55	10,31	47,67	0,89
12.03.2018 №9	1,82	22,66	9,55	47,59	0,79
12.03.2018 №10	1,88	19,67	10,02	48,79	0,75
Ўрта арифметик	1,63	21,66	9,18	48,01	0,88

Намунанинг флотацияси (очиқ цикл)

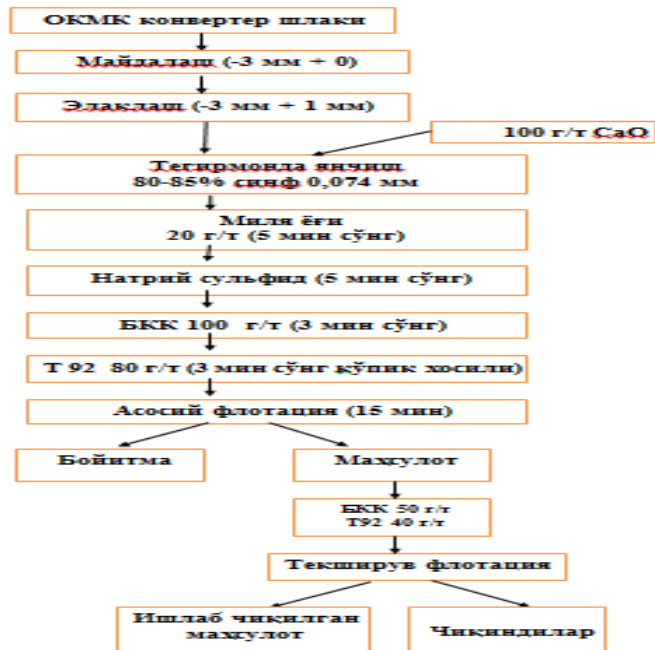
0,074 мм йириклигига янчилган 1000 г миқдорда бўлган конвертор шлаки технологик схема бўйича флотация усули билан бойитилган(4-расм).

Конвертер шлакининг флотацияг технологик схемаси бўйича флотация тажрибаси 30 дақиқа давомида амалга оширилди, тажриба натижасида шлакли бойитма, техноген маҳсулот ва чиқиндилар олинган (расм-4).

Флотация бойитиш усули билан дастлабки конвертер шлаки ва магнит бўлмаган фракция бойитилган (3-жадвал). Шлакларни флотация бойитиш жараени тажриба ФМ-1 и ФМ-2 турдаги флотация машиналарида бажарилди. Флотация бажариш учун 80-85% шлак -0,074 мм синфгача янчилган. Тажрибада анъанавий флотреагентлардан фойдаланилган: охактош, миля ёғи, натрий сульфиди, калий бутил ксантогенати (БКК) ва кўпик ҳосил қилувчилар-Т-92 реагент. Тажриба очиқ ва ёпиқ цикилларда бажарилди.

Анъанавий реагентлардан фойдаланган ҳолда дастлабки шлакларни очиқ цикл бўйича флотация бойитиш усули натижасида таркибида: 1-11,2 г/толтин, 38,7-42,5 г/т кумуш, 5,8-7,4 % мис ва 65-65,4 % темир, олтин 84,29-89,01 % олинганда, кумуш 65,18 -68,45% олинганда, мис 61,87-70,32 % ва темир 33,4-34,2 % олинганда флото бойитмалар ҳосил бўлди. Флотацион бойитиш жараёнининг самарадорлиги БКК сарфи 120+60 г/т бўлганда ошади. БКК нинг оптимал сарфида таркибида: 11,2 г/т олтин, 42,5 г/т кумуш, 7,4% мис ва 65,4% темир, 89,01% олтин , 68,45% кумуш, 70,32% мис ва 34,2% темир олинганда флото бойитмалар олинди.

4-жадвалдан кўриниб турибтики дастлабки шлаклар флотацион усули билан ёпиқ циклда анъанавий реагентлардан фойдаланган ҳолда қўйдаги таркибли: 10,5 г/т олтин, 47,88 г/т кумуш, 7,7% мис ва 64,9 % темир, 79,73 % олинганда, 56,92 % кумуш, 54,98 % мис ва 18,7% темир олинганда флото бойитма олинди.



4-расм. Конвертер шлакининг флотациясининг технологик схемаси

3-жадвал

Очиқ циклда дастлабки шлакларни флотацион бойитишнинг натижалари

Маҳсулот номи	Чиқиши гр	Чиқиши, %	Таркиби, г/т				Ажралиб чиқиши, %				БК К сарфи, г/т
			Au	Ag	Cu	Fe	Au	Ag	Cu	Fe	
Флото бойитма	352	35,2	9,1	38,7	5,8	65	84,29	65,18	61,87	33,04	60+30
Ишлаб чиқ маҳсулоти	58	5,8	2,16	30,9	3,8	72,1	23,29	8,56	6,68	6,05	
Чиқиндилар	590	59,0	0,8	9,32	1,8	71,5	12,42	26,31	32,18	60,91	
Даст. шлак	1000	100	1,30	12,03	2,12	71,20	100	100	100	100	
Флото бойитма	361	36,1	10,5	40,8	6,5	65,3	87,54	67,25	67,62	33,92	80+40
Ишлаб чиқ маҳсулоти	68	6,8	2,1	32,5	4	72,5	3,29	10,09	7,84	7,09	
Чиқиндилар	571	57,1	0,7	8,7	1,5	71,8	9,23	22,68	24,54	58,99	
Даст. шлак	1000	100	1,33	12,06	1,94	71,49	100	100	100	100	
Флото бойитма	364	36,4	11,2	42,5	7,4	65,4	89,01	68,45	70,32	34,2	100+50
Ишлаб чиқ маҳсулоти	71,2	7,12	1,93	35,8	4,1	72,8	3,0	11,33	7,62	7,44	
Чиқиндилар	564,8	56,48	0,65	8,1	1,5	71,9	8,013	20,24	22,12	58,35	
Даст. шлак	1000	100	1,36	12,08	2,03	71,58	100	100	100	100	

4-жадвал

Ёпиқ циклда дастлабки шлакларни флотацион бойитишнинг натижалари

Маҳсулот номи	Чиқиши гр	Чиқиши, %	Таркиби, г/т				Ажралиб чиқиши, %				БКК сарфи, г/т
			Au	Ag	Cu	Fe	Au	Ag	Cu	Fe	
Флото бойитма	202,8	20,28	10,5	47,88	7,7	64,9	79,73	56,92	54,98	18,7	120 +60
Чиқиндилар	797,2	79,72	0,68	9,22	1,6	71,75	20,27	43,08	44,91	81,29	
Даст. шлак	1000	100	1,39	12,02	2,04	71,25	100	100	100	100	

Магнит бўлмаган фракциядан қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш мақсадида, дастлабки шлакларнинг магнит ажратиш усули ёрдамида ҳосил бўлган чиқиндиларни флотацияли бойитиш бўйича тажрибалари бажарилди. Тажириба дастлабки келтирилган реагент режими бўйича очик ва ёпиқ циклда бажрилди (5-жадвал).

5-жадвал

Очик циклда магнит бўлмаган фракцияни бойитишнинг натижалари

Маҳсулот номи	Чиқиши гр	Чиқиши, %	Таркиби, г/т				Ажралиб чиқиши, %				БКК сарфи, г/т
			Au	Ag	Cu	Fe	Au	Ag	Cu	Fe	
Флото бойитма	194,6	19,46	14,89	68,6	10,7	53,48	82,08	53,48	49,6	17,46	120 +60
Ишлаб чиқ маҳсулоти	115	11,5	3,07	45,8	8,2	55,7	10	21,09	22,45	10,74	
Чиқиндилар	690,4	69,04	0,4	9,2	1,7	62	7,82	25,44	27,95	71,82	
Магнит бўлмаган фр.	1000	100	1,74	17,66	3,09	60,67	100	100	100	100	

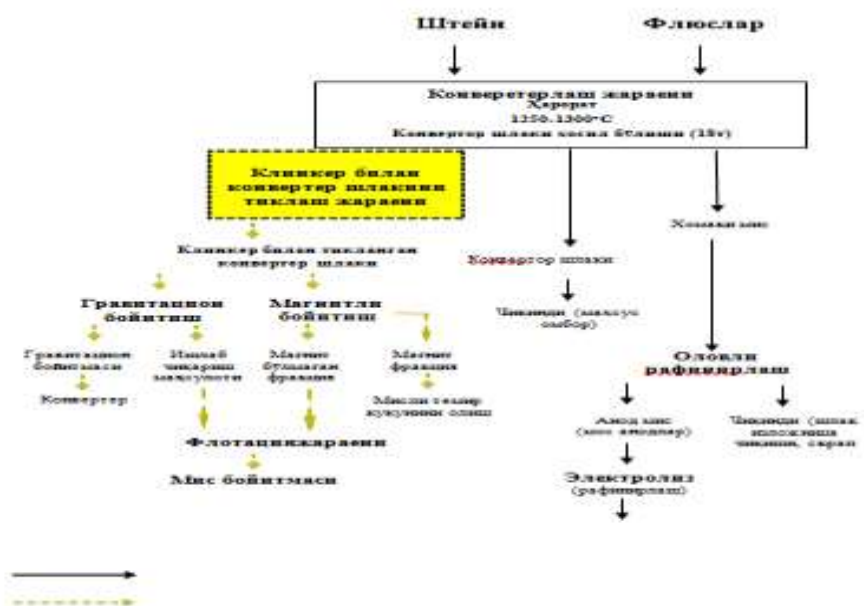
5-жадвалдан кўришиб турибдики, магнит бўлмаган фракция флотацион усули билан очик циклда анъанавий реагентлардан фойдаланган ҳолда қуйдаги таркибли: 14,89 г/т олтин, 68,6 г/т кумуш, 10,7% мис ва 53,48% темир, 82,08% олтин, 53,48% кумуш, 49,6% мис ва 17,46 % темир олинганда тажириба натижасида флото бойитмаси олинди. 6-жадвалдан кўришиб турибдики, магнит бўлмаган фракция флотацион усули билан ёпиқ циклда оптимал режимда анъанавий реагентлардан фойдаланган ҳолда қуйдаги таркибли: 14,2 г/т олтин, 79,64 г/т кумуш, 12,1% мис ва 55,2 % темир, 87,89 % олтин, 64,28 % кумуш, 58,50 % мис ва 18,73 % темир олинганда тажириба натижасида флото бойитмаси олинди.

6-жадвалдан кўришиб турибдики, магнит бўлмаган фракция флотацион усули билан ёпиқ циклда оптимал режимда анъанавий реагентлардан фойдаланган ҳолда қуйдаги таркибли: 14,2 г/т олтин, 79,64 г/т кумуш, 12,1% мис ва 55,2 % темир, 87,89 % олтин, 64,28 % кумуш, 58,50 % мис ва 18,73 % темир олинганда тажириба натижасида флото бойитмаси олинди.

Ёпиқ циклда магнит бўлмаган фракцияни бойитишнинг натижалари

Маҳсулот номи	Чиқиши гр	Чиқиши, %	Таркиби, г/т				Ажралиб чиқиши, %				БКК сарфи, г/т
			Au	Ag	Cu	Fe	Au	Ag	Cu	Fe	
Флото бойитма	202,6	20,26	14,2	79,64	12,1	55,2	87,98	64,28	58,50	18,73	120+60
Чиқиндилар	797,4	79,74	0,5	11,3	2,18	61,24	12,11	35,69	41,48	81,27	
Магнит бўлмаган фр.	1000	100	1,77	17,63	3,10	60,68	100	100	100	100	

Мис штейнларни конвертерлаш даврида бажарилган тадқиқотлар натижаси асосида конвертор шлакларни камбағаллаштириш ва бойитиш фабрикасида сульфидли мис бойитмасини олиш учун самарали технологияси ишлаб чиқилди (расм-5).



5-расм. Мис ишлаб чиқаришда конвертор шлакини қайта ишлашнинг самарали технологияси

Ишлаб чиқилган технология бўйича (расм-5) мис ишлаб чиқаришнинг конвертор шлаklarини қайта ишланганда саноат ва кенг қўламли лаборатория экспериментал тадқиқотлар натижалари мис сульфидли бойитмаларини олиш учун конвертор шлакидан мисни 50,0 % дан 82,0 % гача ажралишини кўрсатди.

«Олмалик КМК» АЖ да мис ишлаб чиқариш конвертор шлаklarини қайта ишлаш бўйича ишлаб чиқилган технологиянинг жорий этилиши мис, олтин, кумуш каби металлларнинг самарадорлигини оширишга, шунингдек йилига 1,66 млн. АҚШ \$ миқдорида иқтисодий самара олишга имкон беради

Хулосалар

1. «Олмалиқ КМК» АЖда қурилган Ванюков автоген печи - бу пирометаллургия мис ишлаб чиқаришда юқори кўрсаткичларга эга бўлган прогрессив инновацион технология бўлганлиги, у эрда жараён ёқилғи сарф қилмасдан бажарилиши аниқланди. Қайта ишлаш маҳсулоти, яъни конвертор шлаки, автоген эритиш печларида қайта ишланмаслики кўрсатиб берилди.

2. Ҳозирги вақтда конвертор шлаклари қайта ишлаш маҳсулоти сифатида таркибида 2,0-7,0% мис бўлган яллиғ қайтарувчи печда фақат қисман (умумий ҳажмнинг 30%) ўзлаштирилиши кўрсатилди. Бошқа қисми эса техноген чиқиндилар сифатида руда билан бирга комбинатнинг бойитиш фабрикасида мис бойитмаларини ишлаб чиқариш учун қайта ишланиши тавсия этилди.

3. Миснинг ажралишини ошириш учун конвертор шлакини бойитиш фабрикасига ўтказмасдан олдин уни камбағаллаштириш кераклиги аниқланди, чунки конвертор шлакидан конвертерлаш жараёнида ажралиб чиққан миснинг миқдори 95,0 % ташкил қилади, бойитиш фабрикасида эса 50,0 %.

4. Конвертор шлакини гравитацион бойитиш усули ёрдамида олинган гравитацион бойитмани олтин таркибли хомашё сифатида флюслар билан конверторга юклаш, чиқиндиларни эса флотацияга юбориш таклиф этилди.

5. Автомобил саноатида эҳтиёт қисмлар ишлаб чиқариш учун темир-мис кукунини олишда конвертор шлакидан 30,53% миқдорида магнит фракциясини магнит ажратиш йўли билан қайта ишлаш, конвертор шлакининг магнит бўлмаган қисми 69,47 % миқдорида эса мис бойитмаларини ишлаб чиқариш учун бойитишга таклиф қилинди.

6. Ишлаб чиқилган рух ишлаб чиқаришнинг техноген чиқиндиси - клинкер билан конвертор шлакларини олдиндан тиклаш ва ундан мис бойитмаларини ишлаб чиқариш учун бойитиш фабрикасига ўтказиш шаклида мис ишлаб чиқаришнинг конвертор шлакларини қайта ишлашнинг самарали технологияси мис ишлаб чиқариш учун тадбиқ этилди.

7. Автоген печларнинг мис штейнларини конвертерлаш натижасида олинган конвертер шлакларини камбағаллаштириш бўйича технологик регламент ишлаб чиқилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.30/30.12.2019.К/Т.03.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

МУХАМЕТДЖАНОВА ШОИРА АБДУСАМАТОВНА

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
КОНВЕРТЕРНЫХ ШЛАКОВ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ЦЕЛЬЮ
УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫХОДА МЕТАЛЛОВ**

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

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

Ташкент - 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.2.PhD/Т723 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова.

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

Научный руководитель: **Якубов Махмуджан Махамаджанович**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Абед Нодира Сойибжоновна**
доктор технических наук, профессор

Худояров Сулейман Рашидович
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: **Институт общей и неорганической химии АН РУз**

Защита диссертации состоится **«25» декабрь 2020 года в 11:00** часов на заседании научного совета DSc.30/30.12.2019. К/Т.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова. (Адрес: 100174, г. Ташкент ул. Мирзо Голиба 7а тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan va taraqqiyot@mail.ru), в здании «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

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

Автореферат диссертации разослан «14» декабря 2020 г.
(протокол реестра №28 от 03 декабря 2020 г.)

С.С.Негматов

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

М.Г. Бабаханова

Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, к.х.н., с.н.с.

Н.Талипов

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.2.PhD/Т723 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова.

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

Научный руководитель: Якубов МахмуджанМахамаджанович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Абед Нодира Сойибжоновна
доктор технических наук, профессор

Худояров Сулейман Рашидович
кандидат технических наук, доцент


Ведущая организация: Институт общей и неорганической химии АН РУз


Защита диссертации состоится «25» декабрь 2020 года в 11:00 часов на заседании научного совета DSc.30/30.12.2019. К/Т.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова. (Адрес: 100174, г. Ташкент ул. Мирзо Голиба 7а тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan va taraqqiyot@mail.ru), в здании «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

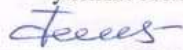
С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ватараккиёт» (зарегистрированный номером №28). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. МирзоГолиба 7а тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан «14» декабря 2020 г.
(протокол реестра №28 от 03 декабря 2020 г.)




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


М.Г. Бабаханова
Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, к.х.н., с.н.с.


Н.Талипов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней,
д.т.н., с.н.с.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день во всем мире потребления и производства меди, имеет тенденцию активного роста в отрасли промышленности. Вместе с тем, снижение содержания меди в руде до 0,25-0,50%, а до семидесятых годов прошлого столетия было 0,5-5,0 %, повышение требований к охране окружающей среды, требуют особого внимания на повышение комплексности использования сырья, применения ресурсо- и энергосберегающей технологии с использованием техногенных отходов производства. Поэтому особое значение уделяется переработке и обеднению шлаков медного производства, что является актуальной темой сегодняшнего дня.

В мире научные исследования в области цветной металлургии направлены на вовлечение техногенных отходов промышленности в основное производство. Следует отметить, что производство меди связано с выходом большого количества техногенных отходов, которые намного превышают объем получаемой меди. Даже конвертерные шлаки с содержанием меди 2,0-7,0 %, являлись по технологии оборотным продуктом, с развитием высокопроизводительных автогенных процессов, перешли в ранг сырьевых техногенных отходов.

В республике проводятся мероприятия и достигнуты определённые результаты по исследованию снижения содержания магнетита в конвертерных шлаках. 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»¹. В АО «Алмалыкский ГМК» накопилось значительное количество техногенных отходов медного и цинкового производства в виде шлаков и кеков, возвращение их в производство, позволит комбинату значительно увеличить выход металла, без использования основного сырья концентрата, флюсов и энергозатрат.

Данная диссертационная работа в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении Президента Республики Узбекистан от 24 июля 2017 года №ПП-3145 «О мерах по совершенствованию управления научно-исследовательскими и проектно-изыскательскими работами в сфере промышленного освоения месторождений рудных полезных ископаемых», в Указе Президента Республики Узбекистан от 17 января 2019 года №УП-4124 «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли», в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О Стратегии действий по пяти приоритетным

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

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 VII «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Огромный вклад в развитие научных исследований по технологии производства меди пирометаллургическим способом, с целью увеличения выхода меди внесли следующие ученые: Kacubaga M., Hilbrans H., Muan A., Kumaran T., Ganiroth M., Meleher G. Dr. Patrick R. Taylor, J. Hammerschmidt, John W. Friesinger, van Aswegen P. C., Brierly C. L., Emmet R. C., Худяков И. Ф., Ванюков А. М. Зайцев В. Я., Смирнов В. А., Аветисян Х. К., Тарасова А. В., Купряков Ю. П., Мечев В. В., Лакерник М. М., Абрамов Н. П., Строителев И. А., Цейдлер А. А., Быстров В. П., Набойченко С. С., Стрижко Л. С., Кожахметов С. М. Юсупходжаев А. А., Якубов М. М., Санакулов К. С., Хасанова А. С., и др.

Исходя из анализа существующих работ, немало вопросов стоящих перед металлургической промышленностью многих стран, по увеличению выхода металла из перерабатываемых руд, снижению содержания извлекаемых металлов в отходах производства. Истощение богатых и легко вскрываемых рудных месторождений, а также снижение содержания металлов в рудах указывают на необходимость особого внимания на повышение комплексности использования сырья, развитию научных разработок по переработке техногенных отходов цветной металлургии. В решении некоторых вопросов в этой области и посвящена настоящая диссертационная работа.

Связь темы диссертации с планами научноисследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ в ГУП «Фан ва тарракиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова Ф-7-91-«Исследование физико-химических закономерностей металлургических процессов при производстве меди и цинка, направленных на увеличение выхода металлов с использованием отходов цветной металлургии» (2017-2020 гг.).

Цель исследования является усовершенствование технологии процесса конвертирования при производстве меди пирометаллургическим путем, увеличение извлечения меди от концентрата до готовой продукции, при обеднении конвертерных шлаков техногенными отходами производства.

Задачи исследований:

исследование технологических процессов обеднения меди в конвертерных шлаках;

исследование взаимодействия твердого восстановителя с конвертерным шлаком с целью разработки эффективной технологии его обеднения;

исследование в процессе восстановления, взаимодействия компонентов синтетических шлаков близких по составу к конвертерным шлакам, с элементами восстановителя присутствующего в составе клинкера техногенного отхода цинкового производства;

исследование отдельной цепочки обогащения конвертерного шлака от рудного сырья в обогатительной фабрике при получении медного концентрата.

гравитационное обогащение, магнитная сепарация и флотация конвертерных шлаков, предварительно обработанных клинкером цинкового производства.

проведение опытно-промышленных испытаний, разработка эффективной технологии обеднения конвертерных шлаков, определение технико-экономической эффективности разработанной технологии.

Объектами исследования являются изучение технологии получения меди пирометаллургическим способом при конвертировании медных штейнов и обеднение конвертерных шлаков.

Предметом исследования является разработка эффективной технологии обеднения конвертерных шлаков медного производства с целью увеличения выхода металлов.

Методы исследования. Применены современные теоретические и практические комплексные методы исследований, лабораторные эксперименты, гранулометрический анализ, химический и фазовый методы анализа, опытно-промышленные испытания.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определено, что в процессе конвертирования медных штейнов, обеднение конвертерных шлаков, происходит в результате восстановления в его составе 40,0 - 50,0 % оксида трехвалентного железа до двухвалентного, элементами восстановителя содержащиеся в техногенных отходах;

определено, что техногенный отход цинкового производства - клинкер с содержанием железа, углерода при обеднении конвертерных шлаков следующего состава, %: Fe_3O_4 - 24, SiO_2 - 25, FeO -51 при температуре 1250 ° C снижение содержания меди за время 3-5 минут при восстановлении уменьшилось на 30-40 %;

установлено, что при гравитационном обогащении конвертерных шлаков, полученный гравитационный концентрат можно загружать в конвертер с флюсами как золотосодержащее сырье, а хвостовую часть передавать на флотацию;

для получения медного концентрата при производстве меди методом пирометаллургии и увеличения количества меди в концентрате с 50% до 82% разработана усовершенствованная технология переработки конвертерного шлака.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технология обеднения конвертерных шлаков, перед передачей его на обогатительную фабрику для производства концентрата, это позволяет вовлечь в переработку техногенные отходы металлургического производства, где содержатся цветные металлы и восстановительные ингредиенты;

определено, что за счет улучшения физико-химических свойств раствора силиката железа уменьшение количества оксида железа в конвертерном шлаке как уменьшение количества меди с определенными кинетическими характеристиками процесса восстановления оксидов трехвалентного железа до двухвалентного состояния;

с целью увеличения сквозного извлечения металлов между медеплавильным заводом и обогатительной фабрикой и уменьшить переход металла в балласт в процессе конвертирования была разработана двухступенчатая технология обеднения конвертерного шлака в конвертере и обогатительной фабрике.

Достоверность полученных результатов обосновано значительным объемом лабораторных и промышленных испытаний, удовлетворительной сходимостью и количественным подтверждением основной идеи работы по усовершенствованию технологии производства меди пирометаллургическим путем с целью увеличения выхода меди и обеднением конвертерных шлаков, которые возвращаются на обогатительную фабрику для производства концентрата. Результаты исследования обработаны математико-статистическим методом.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования определяется использованием результатов, полученных на основе лабораторных и промышленных испытаний, выявления причин высокого содержания меди и снижения ее в конвертерном шлаке, перед передачей на обогатительную фабрику для производства концентрата.

Практическая значимость результатов исследования определяется тем, что разработанная технология позволяет вовлечь в переработку техногенные отходы металлургического производства и изменять состав шлаков с необходимыми параметрами. Извлекать из техногенных отходов металлургического производства цветные и благородные металлы и получать на обогатительной фабрике АО «Алмалыкский ГМК» медный концентрат.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по разработке технологии переработки конвертерных шлаков медного производства достигнуты следующие:

технология снижения содержания магнетита в конвертерном шлаке при переработке медного штейна с помощью восстановителей, таких как железо и углерод, содержащиеся в промышленных техногенных отходах внедрена на медеплавильном заводе АО «Алмалыкский ГМК» (справка АО «Алмалыкский ГМК» за №ХА-004820 от 23 июня 2020 года). В результате, дана возможность снижения потерь металлов;

технология обеднения конвертерных шлаков в конвертере в процессе конвертирования медных штейнов, техногенным отходом внедрена на медеплавильном заводе АО «Алмалыкский ГМК (справка АО «Алмалыкский ГМК» за №ХА-004820 от 23 июня 2020 года). Результаты внедрения научных результатов, позволяют увеличить выход металла, а также использовать техногенные отходы в качестве восстановителя и сырья цветных и благородных металлов.

Апробация результатов исследования. Апробация результатов данного исследования произведена на 4 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 17 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, опубликованы 9 статей, в том числе 1 за рубежом.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 118 страниц компьютерного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертационной работы, цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, излагается научная новизна и практические результаты исследования, обоснована их достоверность, раскрыты научные и практические значимости полученных результатов, приведены результаты внедрений разработок, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние технологии мирового производства меди пирометаллургическим способом**» приведен анализ современных литературных источников о состоянии производства меди пирометаллургическим способом, влияние различных факторов на потери меди. Большим прогрессом в пирометаллургическом производстве меди является использование современных плавильных печей автогенной плавки. Процесс плавки идёт автогенно, без затрат топлива, за счёт выделения тепла экзотермических реакций. Становится актуальной разработка принципиально новой технологии переработки конвертерных шлаков при пирометаллургическом способе получения меди, с целью увеличения выхода металла.

Во второй главе диссертации «**Выбор и обоснование объектов исследования по переработке конвертерного шлака в медной промышленности с целью повышения эффективности отделения**

металлов и методики изучения их свойств» изложен и обоснован выбор объектов, описаны методики оценки эффективности воздействия различных восстанавливающих элементов на кинетику восстановления магнетита конвертерного шлака. Описаны методики укрупненных лабораторных испытаний гравитационного обогащения, магнитной сепарации и флотации конвертерных шлаков. Компоненты подбирали с таким расчетом, чтобы целенаправленно изменять и управлять составом шлака. Основными объектами исследований были приняты техногенные отходы цинкового завода и конвертерные шлаки медного завода АО «АлмалыкскийГМК».

В третьей главе диссертации **«Исследование обеднения конвертерных шлаков медного производства с использованием техногенных отходов производств»** приведены результаты экспериментальных исследований путей увеличения выхода металла при извлечении меди от концентрата до черновой меди, перерабатывая конвертерные шлаки.

На АО «Алмалыкский ГМК» конвертерные шлаки 30% перерабатывают в отражательных печах, а 70% передают на флотацию для производства медного концентрата, невзирая на низкое извлечение меди при этом.

Для исследований был использован конвертерный шлак, состава, %: 22,5SiO₂; 53,5FeO; 22,7Fe₃O₄; 2,54Cu. В качестве восстановителей использовали железо марки Ст3 тонкостенное (стружка), толстостенное (пластинка 6мм) и клинкер- техногенный отход цинкового производства. Металлическое железо в виде вторичного сырья: металлический лом, стружка, фольга, путанка и т.п. Результаты проведенных исследований приведены на рисунке 1.

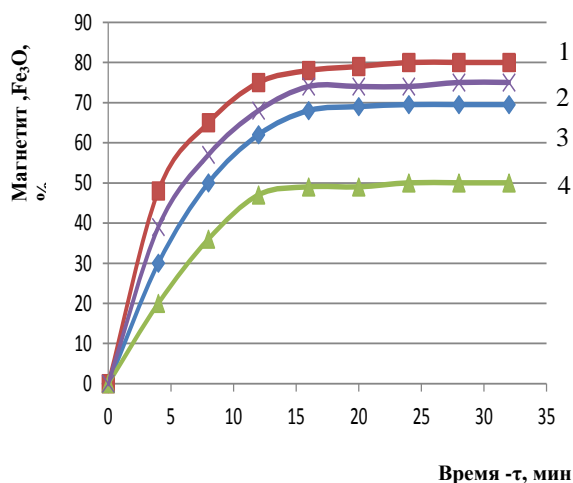


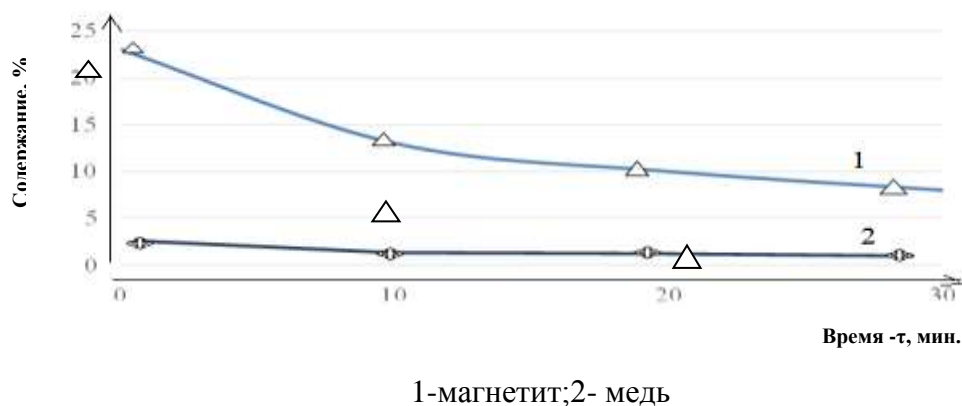
Рис.1. Зависимость восстановления магнетита конвертерного шлака до вюстита от времени при температуре 1250°C

Как видно из рисунка 1 все приведенные материалы являются эффективными восстановителями магнетита шлаковой расплава медного производства. Восстановление избыточного содержания магнетита

конвертерного шлака за 10 минут более чем на 50,0%, является хорошим показателем.

Выше были рассмотрены наиболее дешевые восстановители трёхвалентного железа железосиликатного расплава ингредиентами в виде углеродсодержащего и железосодержащего вторичного сырья промышленности. В качестве восстановителя предпочтение отдали клинкеру техногенного отхода цинкового производства, в составе которого содержится более 50,0 % восстановительных элементов. Как видно из рис.1, клинкер является эффективным восстановителем магнетита шлакового расплава медного производства. Восстановление избыточного содержания магнетита конвертерного шлака за 10 минут более 65,0%, является хорошим показателем.

Со снижением содержания магнетита конвертерного шлака состава: %: $22,5\text{SiO}_2$; $53,5\text{FeO}$; $22,7\text{Fe}_3\text{O}_4$; $2,54\text{Cu}$, уменьшается растворимость цветных металлов и механические потери, также снижается плотность шлака, что в свою очередь приводит к эффективному разделению шлака и штейна и уменьшению потерь меди как видно из экспериментальных данных рис.2.



1-магнетит;2- медь
Рис. 2. Зависимость снижения содержания в конвертерном шлаке при его обеднении клинкером от времени при температуре 1250°С

Из рисунка 2 видно, что при обеднении клинкером конвертерного шлака произошло снижение концентрации магнетита за 10 мин. от 22,7% до 13,2%, а концентрация меди значительно уменьшилась от ее первоначального содержания 2,54% до 1,52%.

Также необходимо отметить, что на АО «Алмалыкский ГМК» конвертерные шлаки совместно с рудой (0,2 – 1,4% от массы руды) перерабатываются на обогатительной фабрике комбината, при этом производительность мельницы при переработке смеси снижается на 9,5 % по сравнению с измельчением самой руды. При таком соотношении переработка конвертерных шлаков экономически не целесообразна. Этот вопрос связан с твердостью (по Мооса твердость руды равна 5, а конвертерного шлака 7 и он чертит по стеклу) конвертерного шлака, который не только резко снижает производительность, но и требует преждевременный ремонт самой мельницы.

В четвертой главе диссертации «Разработка эффективной технологии переработки конвертерных шлаков медного производства» приведены

результаты промышленных и укрупненно-лабораторных экспериментальных исследований разработанной технологии предварительного обеднения конвертерных шлаков медного производства и его обогащения на обогатительной фабрике, с целью производства медного сульфидного концентрата.

Задачей этапа промышленных испытаний, обеднения конвертерного шлака в процессе конвертирования, является снижение содержания меди в конвертерных шлаках, которое достигается путем уменьшения концентрации в немагнетита.

Уменьшение содержания магнетита в шлаках достигается переводом оксида трехвалентного железа Fe_3O_4 (магнетита) до оксида двухвалентного железа FeO (вюстита) восстановлением магнетита. В качестве восстановителя использовали клинкер – техногенный отход цинкового производства, так как в его составе содержится более 50,0 % восстановительных элементов.

Цель промышленных испытаний является:

максимальное извлечение меди в черновую медь при конвертировании медных штейнов, так как при обеднении часть меди переходит в черновую медь из конвертерных шлаков с высокой степенью извлечения 92,0 – 95,0 %.

Определение максимальной длительности отстоя до критической температуры (образование корки – начало кристаллизации) конвертерных шлаков при отстаивании в ковше.

Описание процессов конвертирования медных штейнов протекает по действующей технологии в следующем порядке. Продувке в конвертере подвергаются штейны, содержащие обычно от 20,0 до 45,0 % Cu . Нижний предел иногда опускается до 10,0-12,0%, верхний предел повышается до 62%. Иногда, при переработке очень богатых концентратов (59% Cu), продувке подвергают штейн, представляющий собой почти чистую полусернистую медь Cu_2S (79% Cu и 0,5% Fe).

Основной реакцией продувки штейна в первом периоде является окисление сернистого железа и ошлакование в конвертере кремнием флюса



Выделяющегося тепла процесса с избытком хватает для поддержания и некоторого повышения температуры процесса первого периода. По мере непрерывной продувки штейна содержание сернистого железа и количество загруженного кварцевого флюса постепенно убывает и в ванне накапливается конвертерный шлак, состоящий, в основном, из силиката закиси железа. При наборе конвертерного шлака 18т (1 ковш) в первом этапе первого периода, начинается второй этап первого периода, как показано на рис. 3.

Второй этап первого периода конвертирования (восстановление магнетита конвертерного шлака). Для уточнения технологических параметров второго этапа первого периода конвертирования (рис. 3), были проведены следующие испытания:

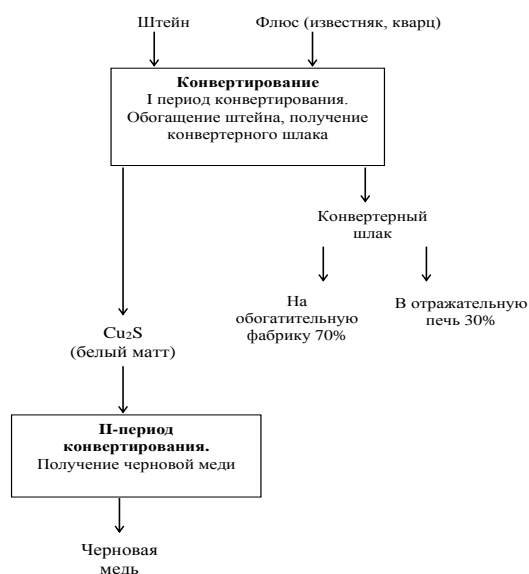
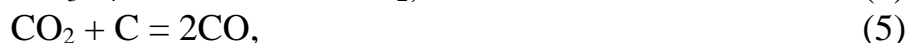
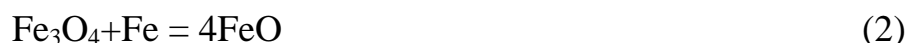


Рис. 3. Технология обеднения конвертерного шлака медного производства

Для успешного проведения технологии восстановления конвертерного шлака рис. 3, с использованием классифицированного клинкера, на основании проведенного исследования был подобран вес и фракция клинкера. Вес клинкера, загружаемого в конвертер составил, соответственно 750 кг (4,6% от веса шлака) фракции +2 мм до -5мм. Восстановление конвертерного шлака клинкером цинкового производства производят внутри конвертера при 1250⁰С в процессе конвертирования медных штейнов первого периода (при наборе 18 т конвертерного шлака, что соответствует вместимости 1 ковша). Не прореагировавшая часть клинкера с магнетитом конвертерного шлака в конвертере продолжает восстанавливаться в ковше при сливе. В этом периоде протекают, в основном, реакции восстановления магнетита до вюститита в конвертерном шлаке. Процесс восстановления магнетитаконвертерного шлака, содержание которого достигает 22-28%, идет до остаточного содержания 8,0-12,0 %.

При этом протекают следующие реакции:



Затем производится пятиминутный отстой и слив его в ковш. Убыль ванны заполняется новой порцией жидкого штейна. Кварцевый флюс вводят периодически во время процесса.

Процессы первого и второго этапов первого периода повторяются до получения белого матта.

Золото и серебро, растворенные в медном штейне и сконцентрировавшиеся в белом мате, следуют за металлической медью и переходят в первую же порцию выделившейся на дно ванны черновой меди.

В ковше конвертерный шлак отстаивается с целью оседания сульфида меди (штейна) в донную фазу. Затем верхняя часть 75% объёма конвертерного шлака ковша сливается в миксер и отгружается в отвал для охлаждения. Донная фаза 25% объёма конвертерного шлака в ковше сливается в конвертер для производства черновой меди. Из отвала охлаждённая часть восстановленного (обедненного) конвертерного шлака передается на обогатительную фабрику для производства концентрата.

Промышленные испытания по определению параметров снижения температуры конвертерного шлака при отстое в ковше, при загрузке клинкера в конвертер 750 кг, были проведены в конвертерном отделении металлургического цеха МПЗ (табл.1). Исследовалась длительность отстоя до появления процесса кристаллизации на зеркале ванны ковша.

Из данных таблице 1 видно, что в четвёртом испытании, при отстое 33 минуты на зеркале ванны шлака начался процесс образования корки. Время отстоя конвертерного шлака в ковше принято за 10-25 минут, в зависимости от занятости ковшей.

Таблица 1

Данные замеров температур конвертерного шлака

№ опыта	Наименование материала	Расход клинкера, кг	Время отстоя, мин	Температура расплава, °С		Разница температур
				при сливе с конв-ра	Зеркало ванны шлака	
1	Конвертерный шлак	750	15	1322 ²	1226	96
2	Конвертерный шлак	750	20	1320	1210	110
3	Конвертерный шлак	750	25	1315	1198	117
4	Конвертерный шлак	750	30	1314	1193	121
5	Конвертерный шлак	750	33	1291	1167 Начало кристаллизации	124

Как видно из таблицы 2 среднее содержание магнетита в конвертерном шлаке до проведения испытаний составляло 20,26 %, во время испытаний 9,18 %, что показывает снижение содержания магнетита на 52,5 %. Среднее содержание меди в конвертерном шлаке до проведения испытаний

² Температура замерялась прибором СМОТРИЧ 5Б тип АПИР-П (800-1500 °С)

составляло 2,67%, во время испытаний содержание меди было снижено до 1,63%, что показывает снижение содержания меди на 32,21 %.

Таблица 2

Анализы конвертерных шлаков

Дата (№ пробы)	Содержание компонента, масс. %				
	Cu	SiO ₂	Fe ₃ O ₄	Fe _{общ.}	CaO
До испытаний					
12.03.2018 №1	3,30	21,21	21,23	47,19	0,61
12.03.2018 №2	2,58	21,15	23,24	48,62	0,70
12.03.2018 №3	2,14	22,44	16,31	49,15	0,95
Среднее арифметическое	2,67	21,60	20,26	48,32	0,75
Во время испытаний					
12.03.2018 №1	2,01	23,77	9,45	46,51	1,23
12.03.2018 №2	1,96	19,75	10,78	49,35	1,14
12.03.2018 №3	1,77	19,89	11,47	48,17	1,23
12.03.2018 №4	1,61	21,69	7,71	44,79	0,62
12.03.2018 №5	1,85	24,85	10,41	47,24	0,61
12.03.2018 №6	1,62	22,17	11,85	50,19	0,57
12.03.2018 №7	1,88	21,64	9,30	49,77	1,02
12.03.2018 №8	1,64	20,55	10,31	47,67	0,89
12.03.2018 №9	1,82	22,66	9,55	47,59	0,79
12.03.2018 №10	1,88	19,67	10,02	48,79	0,75
Среднее арифметическое	1,63	21,66	9,18	48,01	0,88

Флотация (открытый цикл) пробы

Измельченный конверторный шлак до крупности 0,074 мм в количестве 1000 г был обогащен методом флотации по технологической схеме (рис.4).

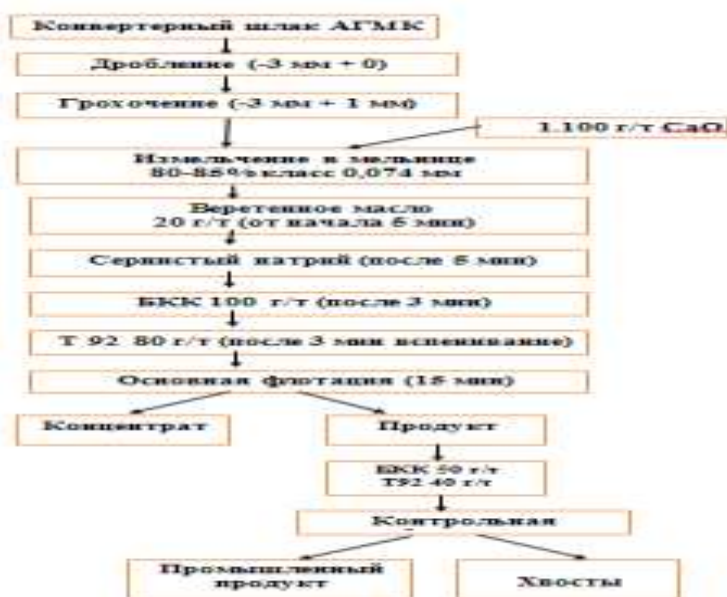


Рис.4. Технологическая схема флотации конвертерного шлака

При флотационном обогащении исходных шлаков в открытом цикле с применением традиционных реагентов получены флотокон-центраты, содержащие 9,1-11,2 г/т золота, 38,7-42,5 г/т серебра, 5,8-7,4% меди и 65-65,4% железа при извлечении золота 84,29-89,01 %, серебра 65,18-68,45%, меди 61,87-70,32% и железа 33,4-34,2%. Флотационное обогащение наиболее эффективно осуществляется при расходе БКК 120+60 г/т. При оптимальном расходе БКК получен флотоконцентрат, содержащий 11,2 г/т золота, 42,5 г/т серебра, 7,4% меди и 65,4% железа при извлечении золота 89,01%, серебра 68,45%, меди 70,32% и железа 34,2%.

Как видно из табл.4, при флотационном обогащении исходных шлаков в замкнутом цикле с применением традиционных реагентов получен флотоконцентрат, содержащий 10,5 г/т золота, 47,88 г/т серебра, 7,7% меди и 64,9% железа при извлечении золота 79,73%, серебра 56,92%, меди 54,98% и железа 18,7%.

Таблица 3

Результаты флотационного обогащения исходных шлаков в открытом цикле

Наименование продуктов	Выход, гр	Выход, %	Содержание, г/т				Извлечение, %				Расход БКК, г/т
			Au	Ag	Cu	Fe	Au	Ag	Cu	Fe	
Флотоконц.	352	35,2	9,1	38,7	5,8	65	84,29	65,18	61,87	33,04	60+30
Промпродукт	58	5,8	2,16	30,9	3,8	72,1	23,29	8,56	6,68	6,05	
Хвосты флот.	590	59,0	0,8	9,32	1,8	71,5	12,42	26,31	32,18	60,91	
Исх.шлак	1000	100	1,30	12,03	2,12	71,20	100	100	100	100	
Флотоконц.	361	36,1	10,5	40,8	6,5	65,3	87,54	67,25	67,62	33,92	80+40
Промпродукт	68	6,8	2,1	32,5	4	72,5	3,29	10,09	7,84	7,09	
Хвосты флот.	571	57,1	0,7	8,7	1,5	71,8	9,23	22,68	24,54	58,99	
Исх.шлак	1000	100	1,33	12,06	1,94	71,49	100	100	100	100	
Флотоконц.	364	36,4	11,2	42,5	7,4	65,4	89,01	68,45	70,32	34,2	100+50
Промпродукт	71,2	7,12	1,93	35,8	4,1	72,8	3,0	11,33	7,62	7,44	
Хвосты флот.	564,8	56,48	0,65	8,1	1,5	71,9	8,013	20,24	22,12	58,35	
Исх.шлак	1000	100	1,36	12,08	2,03	71,58	100	100	100	100	

Таблица 4

Результаты флотационного обогащения исходных шлаков в замкнутом цикле

Наименование продуктов	Выход, г	Выход, %	Содержание, г/т				Извлечение, %				Расход БКК, г/т
			Au	Ag	Cu	Fe	Au	Ag	Cu	Fe	
Флотоконц.	202,8	20,28	10,5	47,88	7,7	64,9	79,73	56,92	54,98	18,7	120+60
Хвосты флот.	797,2	79,72	0,68	9,22	1,6	71,75	20,27	43,08	44,91	81,29	
Исх.шлак	1000	100	1,39	12,02	2,04	71,25	100	100	100	100	

С целью извлечения ценных компонентов из немагнитной фракции проведены опыты флотационного обогащения хвостов магнитной сепарации исходных шлаков. Опыты проводились по вышеуказанному реагентному режиму в открытом и замкнутом циклах.

Как видно из табл.5., при флотационном обогащении немагнитной фракции в открытом цикле с применением традиционных реагентов получен флотоконцентрат, содержащий 14,89 г/т золота, 68,6 г/т серебра, 10,7% меди и 53,48% железа при извлечении золота 82,08%, серебра 53,48%, меди 49,6% и железа 17,46 % от операции.

Таблица 5

**Результаты флотационного обогащения немагнитной фракции
в открытом цикле**

Наименование продуктов	Выход, г	Выход, %	Содержание, г/т				Извлечение, %				Расход БКК, г/т
			Au	Ag	Cu	Fe	Au	Ag	Cu	Fe	
Флотоконц.	194,6	19,46	14,89	68,6	10,7	53,48	82,08	53,48	49,6	17,46	120+ 60
Промпродукт	115	11,5	3,07	45,8	8,2	55,7	10	21,09	22,45	10,74	
Хвосты флот.	690,4	69,04	0,4	9,2	1,7	62	7,82	25,44	27,95	71,82	
Немагнит. фр.	1000	100	1,74	17,66	3,09	60,67	100	100	100	100	

Как видно из таблицы 6, при флотационном обогащении немагнитной фракции в замкнутом цикле с применением традиционных реагентов в оптимальном режиме получен флотоконцентрат, содержащий 14,2 г/т золота, 79,64 г/т серебра, 12,1% меди и 55,2% железа при извлечении золота 87,89 %, серебра 64,28 %, меди 58,50% и железа 18,73 % от операции.

Таблица 6

**Результаты флотационного обогащения немагнитной фракции
в замкнутом цикле**

Наименование продуктов	Выход, г	Выход, %	Содержание, г/т				Извлечение, %				Расход БКК, г/т
			Au	Ag	Cu	Fe	Au	Ag	Cu	Fe	
Флотоконц.	202,6	20,26	14,2	79,64	12,1	55,2	87,98	64,28	58,50	18,73	120+60
Хвосты флот.	797,4	79,74	0,5	11,3	2,18	61,24	12,11	35,69	41,48	81,27	
Немагнит. фр.	1000	100	1,77	17,63	3,10	60,68	100	100	100	100	

На основании проведенных исследований в процессе конвертирования медных штейнов была разработана эффективная технология обеднения конвертерных шлаков и его переработка на обогатительной фабрике до сульфидного медного концентрата (рис.5).

Результаты промышленных и укрупненно-лабораторных экспериментальных исследований переработки конвертерных шлаков медного производства по разработанной технологии (рис.5), с целью получения сульфидного медного концентрата, показали увеличение сквозного извлечения меди из конвертерного шлака в концентрат от 50,0 % до 82,0 %.

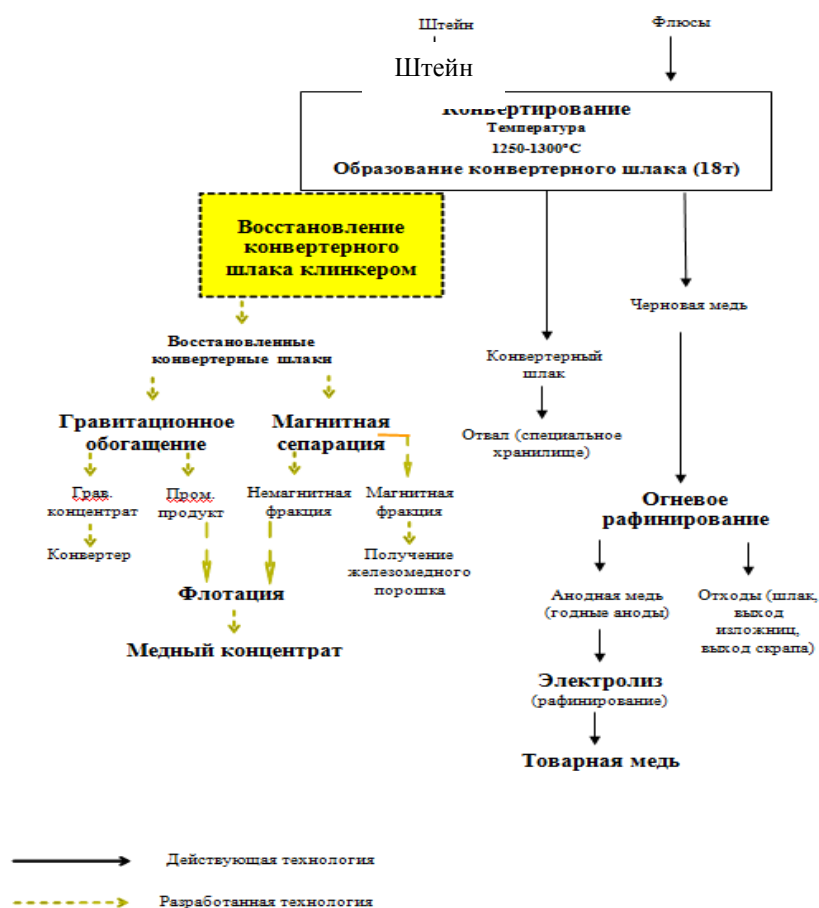


Рис. 5. Эффективная технология переработки конвертерных шлаков медного производства

Внедрение на АО «Алмалыкский ГМК» разработанной технологии переработки конвертерных шлаков медного производства позволило увеличить выход металлов, таких как медь, золото, серебро, а также получить экономический эффект в размере 1,66 млн. \$ США в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определено, что построенная на АО «Алмалыкский ГМК» автогенная печь Ванюкова, является прогрессивной, инновационной технологией с высокой производительностью в пирометаллургическом производстве меди, где процесс идёт без затрат топлива. Показано, что оборотный продукт - конвертерные шлаки в самой печи автогенной плавки не перерабатываются.

2. Показано, что в настоящее время конвертерные шлаки как оборотный продукт с содержанием меди 2,0-7,0 % перерабатывается в отражательной печи только частично (30,0 % от общего объема), которую она может освоить. А другая часть, рекомендовано как техногенный отход совместно с рудой перерабатываются на обогатительной фабрике комбината, для производства медного концентрата.

3. Выявлено, что для увеличения выхода меди, необходимо обеднять конвертерные шлаки перед передачей их на обогатительную фабрику, так как извлечение меди при обеднении конвертерного шлака в процессе конвертирования составляет 95,0 %, а на обогатительной фабрике 50,0 %.

4. Рекомендовано, полученный при гравитационном обогащении конвертерных шлаков гравитационный концентрат, загружать в конвертер с флюсами как золотосодержащее сырье, а хвостовую часть передавать на флотацию.

5. Для изготовления деталей в автомобилестроении предложено из конвертерного шлака магнитной сепарацией магнитную фракцию в объеме 30,53 % перерабатывать с получением железомедного порошка, который может найти применение для изготовления деталей в автомобилестроении, а немагнитную фракцию конвертерного шлака в объеме 69,47% направлять на обогащение для производства медного концентрата.

6. Разработанная эффективная технология переработки конвертерного шлака медного производства, в виде предварительного восстановления конвертерного шлака техногенным отходом цинкового производства - клинкером и передача его на обогатительную фабрику для производства медных концентратов внедрена для производства меди.

7. Разработан технологический регламент по обеднению конвертерных шлаков, полученных при конвертировании медных штейнов автогенных печей.

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

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

MUKHAMETDZHANOVA SHOIRA ABDUSAMATOVNA

**DEVELOPMENT OF AN EFFECTIVE TECHNOLOGY FOR
PROCESSING CONVERTER SLAGS OF COPPER PRODUCTION IN
ORDER TO INCREASE THE YIELD OF METALS**

**05.02.01 – Materials science in mechanical engineering. Foundry. Heat treatment and
processing of metals under pressure. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals.
Technology of radioactive, rare and noble elements (technical science)**

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

Tashkent – 2020

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2020.2.PhD/T723

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov at Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot».

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

Research supervisor: **YakubovMaxmudjanMaxamadjanovich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Abd Nadira Soibjonovna**
doctor of technical sciences, professor

Xudoyarov Sulyeman Rashidovich
candidate of technical science, associated professor

Leading organization: **Institute of general and inorganic chemistry**

The defense will take place **25.12.2020 at 11:00** the meeting of Scientific council No.DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan vatarakkiyot» (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. tel/fax:(+99871) 246-39-28/(+998971) 227-12-73,e-mail:gupft@inbox.uz).

The dissertation can be reviewed at the information resour ce center of the state unitary enterprise «Fan va tarakkiyot», (is registered under No.28). Address:100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. tel/fax:(+99871) 246-39-28/(+998971) 227-12-73,e-mail: [fan va taraqqiyot@mail.ru](mailto:fan_va_taraqkiyot@mail.ru)).

Abstract of dissertation sent out on «14 » 12. 2020 y.

(mailing report No, 28 at 03.12. 2020y.

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

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

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

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2020.2.PhD/T723

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov at Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot».

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

Research supervisor: **YakubovMaxmudjanMaxamadjanovich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Abd Nadira Soihjonovna**
doctor of technical sciences, professor

Xudoyarov Sulyeman Rashidovich
candidate of technical science, associated professor

Leading organization: **Institute of general and inorganic chemistry**

The defense will take place **25.12.2020 at 11:00** the meeting of Scientific council No.DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan vatarakkiyot» (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. tel/fax:(+99871) 246-39-28/(+998971) 227-12-73,e-mail:gupft@inbox.uz).

The dissertation can be reviewed at the information resour cecenter of the state unitary enterprise «Fan va tarakkiyot», (is registered under No.28). Address:100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. tel/fax:(+99871) 246-39-28/(+998971) 227-12-73,e-mail: fan va taraqqiyot@mail.ru).

Abstract of dissertation sent out on «14 » 12. 2020 y.

(mailing report No, 28 at 03.12. 2020y.



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

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

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

INTRODUCTION (the dissertation abstract of (PhD) Doctor of Philosophy)

The aim of the research work is to improve the technology for the production of copper by pyrometallurgical methods, to increase the extraction of copper during the processing of converter slag, to concentrate during its depletion in the converter and enrichment at the concentrator of the plant.

The object of the research work the technology of obtaining copper by pyrometallurgical method when converting copper mattes and depletion of converter slags.

Scientific novelty of the research work:

it was found that in the process of converting copper mattes, the depletion of converter slags occurs as a result of the reduction in its composition of 40-50% of ferric oxide to bivalent, with reducing agent elements contained in industrial waste.

on the basis of the conducted studies of the depletion of converter slag composition, wt. %: Fe_3O_4 - 24, SiO_2 - 25, FeO - 51, at a temperature of 1250 ° C it was found that when it was reduced with iron, carbon and clinker, a man-made waste from zinc production, the copper content decreased within 3 to 5 minutes was 30-40% ;

it was found that in the case of gravitational concentration of converter slags, concentration in concentrate is 16,6%, and gold recovery is 42,97%, silver 26,91% and it can be loaded into a converter with fluxes as a gold-bearing raw material, and the tail part can be transferred to flotation;

an improved technology for depletion of converter slag and production of copper concentrate from it has been developed, which increases the throughput of blister copper in the pyrometallurgical production method by 0,7%.

Implementation of the research results. Based on the results obtained on the development of a technology for processing converter slags of copper production, the following have been achieved:

the technology of reducing the magnetite content in the converter slag during the processing of copper matte using reducing agents, such as iron and carbon contained in industrial man-made waste, has been introduced at the copper smelting plant of JSC Almalyk MMC (certificate of JSC Almalyk MMC, No.XA-004820 dated June 23 2020). As a result, it is possible to reduce the loss of metals;

the technology of depletion of converter slags in the converter in the process of converting copper mattes, by technogenic waste was introduced at the copper smelter of JSC Almalyk MMC (certificate of JSC Almalyk MMC No. XA-004820 dated June 23, 2020). The results of the implementation of scientific results allow increasing the yield of metal, as well as using man-made waste as a reducing agent and raw materials of non-ferrous and noble metals.

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 118 pages of computer text.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОКОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Самадов А.У., Якубов М.М Мухаметджанова Ш.А. Таркибида нодир металллар бўлган иккиламчи хом ашёларнинг таснифи ва уларни қайта ишлаш усуллари. // Композиционные материалы-Ташкент,2017,-№2.С. 64-66 (05.00.00;№13).

2. Самадов А.У.,Якубов М.М Мухаметджанова Ш.А. Иккиламчи металлларни қайта ишлашнинг пирометаллургик ва гидрометаллургик усуллари истиқболлари ва ривожланиши. // Композиционные материалы-Ташкент,2017,-№1.С. 52-53 (05.00.00;№13).

3. Мухаметджанова Ш. А., Якубов М. М., Холикулов Д. Б., Сайназаров А.М., Абдукадыров А.А. Исследование восстановления оксида трехвалентного железа конвертерного шлака полученных при конвертировании штейнов автогенных печей. // Композиционные материалы-Ташкент,2018,-№4. С. 44 - 45 (05.00.00;№13).

4. Якубов М. М., Мухаметджанова Ш. А., Холикулов Д. Б., Сайназаров А.М., Абдукадыров А.А.Переработка техногенных отходов в печи Ванюкова. // Композиционные материалы-Ташкент,2018,-№4.С. 99-100 (05.00.00;№13).

5. Холикулов Д. Б., Якубов М. М.,Масадиков Е.М., Мухаметджанова Ш.А. Термодинамические исследования при извлечении ценных компонентов из кека цинкового производства нетрадиционным методом. // Композиционные материалы-Ташкент,2018,-№4.С. 37-40 (02.00.00;№4).

6. Холикулов Д. Б., Якубов М. М., Болтаев О.Н., Мухаметджанова Ш. А.Технология извлечения ценных компонентов из термopарообpоботанного кека цинкового производства // Композиционные материалы-Ташкент,2019,-№1.С. 6-8 (05.00.00;№13).

7. Холикулов Д. Б., Якубов М. М., Болтаев О.Н., Мухаметджанова Ш. А.Методика извлечения ценных компонентов из термopарообpоботанного кека цинкового производства. // Композиционные материалы-Ташкент,2019,-№1.С. 99-101 (05.00.00;№13).

8. Kholikulov Doniyor, Yakubov Makhmudjon, Abdukadirov Abdujalil, Mamatkulov Nematillo, Khaydaraliev Kholbay, Pulatov Golibjon, Muxametdjanova Shoiri The study of the Characteristics of Zinc Cake and the Main Direction of Processing // International journal of advanced research in Science, Engineering and Technology, October 2019,(India) -№ 6.Р .11416-11420 (05.00.00;№8)

9. Мухаметджанова Ш. А., Якубов М.М., Ахмедов Х., Екубов О.М. Разработка эффективной технологии производства концентрата из конвертерных шлаков медного производства //Узбекский химический журнал-Ташкент,2020,-№4.С.58-65 (02.00.00;№4).

II бўлим (II часть; II part)

10. Мухаметджанова Ш.А. Технологические параметры процесса получения металлизированных железных концентратов.//Материалы международной научно-практической конференции 7 июня 2018г.,- Пенза,- №1. С.135-138.

11. Мухаметджанова Ш.А. Подготовка железных руд Узбекистана к металлургическому переделу. //Материалы международной научно-практической конференции 7 июня 2018г.,- Пенза,-№1. С.132-135.

12. Холикулов Д.Б., ЯкубовМ.М., Масадиков Е.М., Мухаметджанова Ш.А. Термодинамические исследования при термопарообработкекека цинкового производства. //Материалы республиканской научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нано композиционные материалы» 25-26 апреля 2019 г.- Ташкент, С. 341-342.

13. ЯкубовМ.М.,МухаметджановаШ.А.,Валиев Х.Р.,Сайназаров А.М., Абдукадыров А.А.Техногенные отходы производства в условиях АО «Алмалыкский ГМК» //Материалы республиканской научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нано композиционные материалы» 25-26 апреля 2019 г.- Ташкент, С. 345-347.

14. Холикулов Д.Б., ЯкубовМ.М., Масадиков Е.М., Мухаметджанова Ш.А., Валиев Х.Р. Новация в переработке кека цинкового производства // Материалы республиканской научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нано композиционные материалы» 25-26 апреля 2019 г.- Ташкент, С. 29-31.

15. ЯкубовМ.М.,МухаметджановаШ.А., Холикулов Д.Б., Сайназаров А.М.,Абдукадыров А.А.Переработка конвертерных шлаков медного производства в печи Ванюков в условиях АО «Алмалыкский ГМК» // Материалы республиканской научно-технической конференции «Ресурсо-и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нано композиционные материалы» 25-26 апреля 2019 г.- Ташкент, С. 29-31.

16.Якубов М.М., Мухаметджанова Ш. А., Холикулов Д.Б., Сайназаров А.М., Абдукадыров А.А. Снижение содержания меди в отвальных шлаках медного производства в печи Ванюкова в условиях АО «Алмалыкский ГМК» //Материалы республиканской научно-технической конференции «Ресурсо-и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нано композиционные материалы» 25-26 апреля 2019 г.- Ташкент, С. 201-202.

17.Мухаметджанова Ш.А., Якубов М.М., Холикулов Д.Б., Абдукадырова Н.М.Разработка эффективной технологии переработки конвертерных шлаков медного производства//Материалы международной Узбекско-Беларрусской научно-технической конференции «Композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства» 21-22 мая 2020 г.-Ташкент С. 59-61.

Автореферат матни «Композицион материаллар» журналида 25.11.2020
йилда тахририятдан ўтган