

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

---

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

**МИРЗАНОВА ЗУЛФИЗАР АНВАРЖАНОВНА**

**МИС ЗАВОДИНИНГ КОНВЕРТЕР ЧАНГИДАН РАНГЛИ ВА  
ҚИММАТБАХО МЕТАЛЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

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

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

**Тошкент – 2022**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Мирзанова Зулфизар Анваржоновна**

Мис заводининг конвертер чангидан рангли ва қимматбаҳо металлари қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш.....3

**Мирзанова Зулфизар Анваржоновна**

Разработка технологии переработки цветных и драгоценных металлов из конвертерной пыли медеплавильного производства.....21

**Mirzanova Zulfizar Anvarzhonovna**

Development of technology for processing non-ferrous and precious metals from copper plant the converter dust ..... 38

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works.....44

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

---

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

**МИРЗАНОВА ЗУЛФИЗАР АНВАРЖОНОВНА**

**МИС ЗАВОДИНИНГ КОНВЕРТОР ЧАНГИДАН РАНГЛИ ВА  
ҚИММАТБАХО МЕТАЛЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

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

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



## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунёда рангли металллар ишлаб чиқариш учун маъданлар базасининг камайиши, техноген чиқиндилар миқдорининг ортиши ва бунинг натижасида экологик мувозанатнинг ўзгариши билан, рангли, нодир ва камёб металлларни ўз ичига олган ишлаб чиқаришнинг техноген чиқиндиларини қайта ишлаш алоҳида аҳамиятга эга. Бу борада, минерал ва иккиламчи хомашёни қайта ишлаш усуллари аниқлаш, металлургия заводлари чангидан рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологиясини яратиш ва ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда мавжуд технологияларни такомиллаштириш ва жорий қилиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда металлургия корхоналарининг 650 минг тоннадан ортиқ техноген чанглари йиғилиб қолган бўлиб, бунинг натижасида яқин атрофдаги турар жойлар, экин майдонлари ва экология жиддий зарар кўрмоқда. Шу сабабли, металлургия заводлари техноген чиқиндиларни қайта ишлаш ва чангларида рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича кенг миқёсидаги илмий тадқиқотлар олиб бормоқда. Бу борада металлургия заводлари чангларида рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш усуллари ишлаб чиқиш, майда заррачали чанглари кимёвий ва минералогик таркибини таҳлил этиш, майда заррачали чанглardan рух сульфат, мис сульфат, кўрғошин метали ва нодир металлларга эга бўлган кекларни олишнинг иновацион технологиясини яратиш ва ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш алоҳида аҳамият касб этади.

Республикамизда атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, аҳоли саломатлигини ҳимоялаш, табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш ва экологик хавфсизликни таъминлаш мақсадида металлургия корхоналари чангларида рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш муаммоларига бағишланган бир қатор чора-тадбирлар ишлаб чиқилмоқда ва маълум бир натижаларга эришилмоқда. БМТнинг Тараққиёт Дастури ҳамкорлигида чиқиндиларни бошқариш соҳасидаги давлат сиёсатини ва ҳаракатлар самарадорлигини оширишга қаратилган «Ўзбекистон Республикасида чиқиндиларни бошқариш бўйича Миллий стратегия ва Ҳаракатлар режаси»<sup>1</sup> ишлаб чиқилди. Бу борада, жумладан, «Олмалиқ КМК» АЖ нинг техноген чиқиндилари таркибида катта миқдорда бойитиш фабрикаларининг чиқиндилари, мис эритиш заводининг тошқоллари ва майда заррачали конвертор чанглари қимматбаҳо техноген хомашё базаси ҳисобланган техноген чиқиндилар таркибидан рангли, нодир ва қимматбаҳо металлларни қайта ишлаш, заводга катта капитал харажатларсиз хомашё базасини сезиларли даражада кенгайтириш имкониятини яратилиши алоҳида аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 4 октябрдаги ПҚ-

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси президентининг 2019 йил 17 апрелдаги ПҚ 4291-сонли қарори «2019 — 2028 йиллар даврида Ўзбекистон Республикасида каттиқ маиший чиқиндилар билан боғлиқ ишларни амалга ошириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида» ги Қарори.

4477-сон «2019-2030 йиллар даврида Ўзбекистон Республикасининг «яшил» иқтисодиётга ўтиш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги, 2020 йил 26 майдаги ПҚ-4731-сон «Олмалиқ кон металлургия комбинати АЖ конлари негизида рангли ва қимматбаҳо металллар ишлаб чиқаришни кенгайтиришга доир қўшимча чора тadbирлар тўғрисида»ги, 2021 йил 24 июндаги ПҚ-5159-сон «Кон металлургия саноати ва унга боғлиқ сохаларни ривожлантириш бўйича қўшимча чора тadbирлир тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тadbқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тadbқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устивор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тadbқиқот Республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII. «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хом ашёларни қайта ишлаш)» устивор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

**Муаммони ўрганилганлик даражаси.** Дунё амалиётида маъданлардан ва техноген чиқиндилар ҳамда иккиламчи хомашёлардан рангли ва қимматбаҳо металллар ажратиб олишни ривожлантириш йўналишида узок йиллар давомида қўйидаги олимлар илмий–амалий тadbқиқотлар олиб борганлар, жумладан: Смирнов М.П., Худяков Ю.Ф., Набойченко С.С., Навтанович М.Л., Ромазанова И.И., Белоусова А.Е., Масленицкий И.Н., Ванюков А.В., Быстров В.П., Шадрунова И.В., Антипов Н.И., Стрижко Л.С., Санакулов К.С., Хурсанов А.Х., Кожаметов С.М., Пирматов Э.А., Юсупходжаев А.А., Сагдиева М.Г., Шарипов Х.Т., Якубов М.М., Хасанов А.С., Даминова Ш., Абдуқодиров А.А., Саидахмедов А.А. ва бошқалар.

Мавжуд ишлар таҳлили асосида шуни алоҳида таъкидлаш жоизки, таркибида рангли ва қимматбаҳо металллар бўлган мис эритиш печларининг майда чангларида рангли ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш бўйича комплекс тadbқиқотлар олиб борилган ва металлларни ажратиб олиш усуллари ишлаб чиқилган. Шу билан бирга, «Олмалиқ КМК» АЖ мис эритиш заводининг майда заррачали чангларида қайта ишлашнинг самарали технологияси ишлаб чиқилмаганлиги сабабли ушбу қимматбаҳо металллар техноген чиқинди сифатида чиқиндихоналарга чиқарилиб, деярли фойдаланилмаяпти. Мазкур диссертация иши мис заводининг конвертор чангидан рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологиясини яратиш каби муаммоларни хал этишга қаратилган.

**Диссертация тadbқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тadbқиқот муассасасининг илмий-тadbқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тadbқиқоти Москва пўлат ва қотишмалар институти (МИСиС) ва «Олмалиқ КМК» АЖ илм-фан ва инновация бўлими илмий тadbқиқот режасига мувофиқ ва хўжалик шартномаси №63-2259 ЮР «Мис эритиш заводи металлургик цехининг конвертор чангларида комплекс қайта ишлашнинг ва рангли, нодир металлларни ажратиб олишнинг инновацион

технологиясини ишлаб чиқиш» (2020-2021 йилларда) мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** мис заводининг конвертор чангидан рангли ва қимматбаҳо металлларни қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

мис эритиш заводи майда заррачали чангларининг кимёвий ва минералогик таркибини илмий таҳлил этиш ва уни сульфат кислотасида танлаб эритиш жараёнидан ҳосил бўлган кекларни техник натрий хлорид эритмасида эритишнинг мақбул технологиясини ишлаб чиқиш ва унга таъсир этувчи техник омилларни тадқиқ қилиш;

қўрғошин хлорид эритмасини сода ёрдамида карбонатлаш жараёни натижасида қўрғошин карбонатини чўкмага ўтказишнинг меъёрий мақбул технологик кўрсаткичларини аниқлаш;

карбонатлаш натижасида олинган қўрғошин карбонатини куйдириш, қўрғошин оксидини (глет) тикловчи бирикма билан қайта эритиш орқали қўрғошин металлинини олиш технологиясини яратиш;

кенг қамровли илмий тадқиқотлар натижалари асосида мис эритиш заводининг майда заррачали чангидан рух сульфати, мис сульфати, қўрғошин металл ва нодир металлларга эга бўлган кекни олишнинг иновацион ресурстежамкор технологиясини яратиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида «Олмалик КМК» АЖ мис эритиш заводи металлургия цехининг конвертерлаш жараёнида ажралган майда заррачали, рангли ва нодир металл таркибли чанглари танланган.

**Тадқиқотнинг предмети** бўлиб майда заррачали чангдан рангли ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш жараёнларини тадқиқ қилиш ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишини бажаришда комплекс тадқиқот усуллардан, таҳлилнинг физик ва кимёвий усуллари, жумладан, нодир ва рангли металллар гидро- ва пирометаллургия саноатининг чиқиндиларини қайта ишлаш бўйича электрон микроскоп ва рентген фазавий таҳлил, масс-спектроскопия таҳлили (ICP-MS) ва бошқа замонавий усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгиллиги** қуйдагилардан иборат:

мис эритиш заводининг майда заррачали чангининг кимёвий ва минералогик таркиби илмий таҳлил этилиб, рангли ва нодир металлларнинг эритмага ўтиш хусусиятлари аниқланган, ундаги мис ва рух сульфатини олиш технологияси ишлаб чиқилган;

сульфат кислотасининг мақбул эритмаси ёрдамида танлаб эритиш натижасида қолган кекни натрий хлоридли эритма билан танлаб эритиш орқали қўрғошин металлинини олиш технологиясининг кўрсаткичлари олинган ва натижада конвертор чангларидан қўрғошиннинг 85% ни ажратиб олиш, олтин ва кумушнинг 95% ни кекда қолдириш имкони мавжудлиги аниқланган;

кўрғошинни натрий хлоридли эритма таркибида ушлаб туриш учун юқори ҳароратдаги фильтрация қилишнинг кўрсаткичлари аниқланган;

кўрғошин карбонатни куйдириш ва кўрғошин оксид (глет) олишнинг оптимал кўрсаткичлари аниқланган;

мис эритиш заводи конвертер майда заррачали чангини қайта ишлашнинг ресурстежамкор технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** куйдагилардан иборат:

мис эритиш заводида деярли 70 йилдан бери сақланиб келаётган йирик ва майда заррачали чангларининг минерологик ва кимёвий таркиби, структура тузилишлари замонавий ускуналарда аниқланган;

«Олмалиқ КМК» АЖ мис эритиш заводининг майда заррачали чангидан рангли металллар, мис, рух, кўрғошин ажратиб олиш ва нодир металлларни кек ҳолида мис эритиш печига қайтариш ва кўрғошинни 99,0 % ли металл ҳолида қуйиб олиш технологияси яратилган;

кўрғошин оксидини тоблаш ва қайтарувчи бирикма ёрдамида ҳарорат ва давомийлиги каби мақбул омиллари амалиётда қўлланиб, технологик жараён яратилган ва амалиётда жорий этилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончилиги** аввалги ўтказилган физик-кимёвий, минерологик, (ICP-MS ва ИК спектроскопияси, рентген фазавий таҳлили ва кимёвий таҳлили), тажриба синовлар, саноат – синов тадқиқотларининг натижалари, «Олмалиқ КМК» АЖ марказий лабораториясидан олинган кимёвий таҳлиллар натижалари ижобий лаборатория ва саноат - тажриба синовлари далолатномалари билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти мис эритиш заводи чангининг минерологик таркиби таҳлили натижасида ундан мис ва рухни эритмага ўтказишнинг мақбул ҳарорат, нордонлик даражаси, филтрдан ўтиш пайтидаги ҳарорати танлаб эритишнинг асосий омиллари эритмага ўтиш назариясига мутаносиблиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти танлаб эритишдан сўнг эритмани карбонатлаш, ўта паст ҳароратда босқичма – босқич тоблаш ва 950<sup>0</sup>С ҳароратда қайтарувчи бирикма ёрдамида оловли печда эритиш қурилмасининг аппарат тасвирини ишлаб чиқишга ва тайёр кўрғошин металини ажратиб олишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Мис заводининг конвертор чангидан рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологиясини яратиш борасида олиб борилган илмий тадқиқотлар натижалари асосида:

мис эритиш заводининг майда заррачали чангларида рангли металлларни ажратиб олиш технологияси «Олмалиқ КМК» АЖ мис эритиш заводида амалиётга жорий этилган («Олмалиқ КМК» АЖнинг 2021 йил 15 декабрдаги АА-010216-сон маълумотномаси). Натижада, конвертор чангидан

85,0 % кўрғошинни, 96,0-98,0 % мис ва 92,0-93,0 % рухни олиш имконини берган;

кекдан кўрғошинни натрий хлорид тузи эритмаси билан танлаб эритиш технологияси «Олмалик КМК» АЖ мис эритиш заводида амалиётга жорий этилган («Олмалик КМК» АЖ иқққнинг 2021 йил 15 декабрдаги АА-010216-сон маълумотномаси). Натижада, конвертор чангини натрий хлорид тузи билан ювиш орқали ундан 99,0 % тозаликдаги кўрғошин металини ажратиб олиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 7 та анжуманларда, хусусан 3 та Республика ва 4 та халқаро илмий-амалий анжуманларда маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 13 та илмий иш нашр этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан докторлик диссертациясининг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 6 та илмий мақола, жумладан, 3 таси Республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация тузилиши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 110 бетни ташкил этади.

## 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 «**Техноген чиқиндилардан рангли металлларни ажратиб олиш назарияси ва технологиясининг ҳозирги ҳолати**» деб номланган биринчи бобида кон-металлургия саноати мис эритиш заводлари чанглари комплекс қайта ишлаш ва фойдаланишга тиклашнинг ҳозирги ҳолати ва уни ривожлантириш йўналишлари таҳлил қилинган.

Ҳозирги замон илмий-техник тараққиёти табиий ресурсларни истеъмол қилишнинг кескин ортиши ва ишлаб чиқариш чиқиндилари миқдорининг бир вақтда ўсиб бориши билан бирга кечмоқда, бунда оқилона фойдаланиш муаммоси саноат ишлаб чиқариши самарадорлиги билан, атроф-муҳит муҳофазаси билан ва чиқиндиларни фойдаланишга тиклаш соҳасидаги янги ишланмалар билан узвий равишда боғлиқдир. Ривожланган давлатларда чиқиндиларни фойдаланишга тиклашнинг қўлланиладиган технологиялари 90-98% уларни чиқиндихоналарга ва чиқинди омборларига чиқариш, фойдаланишга тиклайдиган энергетик қурилмаларда ёқиш ёки амалдаги

металлургик корхоналарда самарасиз фойдаланишга йўналтирилган, буларнинг асосий камчиликлари чанг-газ оқимлари ва улар билан боғлиқ бўлган қимматбаҳо элементларнинг йўқотилиши ҳисобланади. Бундан ташқари, чиқиндиҳоналар ва чиқинди омборлари анча ер майдонларини ажратишни талаб қилади ва ёндош ҳудудларда экологик вазиятни издан чиқишига олиб келади.

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

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

Диссертациянинг **«Мис таркибли саноат чиқиндиларидан рангли металлар олиниш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқот объектлари ва усулларини танлаш»** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объекти бўлиб «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖда мисли штейнни конверторлашда юзага келадиган майда заррачали чанги ҳисобланади.

Конвертер чанги хажмий оғирлиги  $1,3 \text{ г/см}^3$ , зарралар йириклиги (80-90%)  $14 \div 30 \text{ мкм}$  дан кичик бўлган оқ ва оч кулранг майда дисперс ҳаракатчан кукундан иборат чанг (1-жадвал).

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

Диссертациянинг **«Мис эритиш жараёнидан ажралган чанглардан қимматли компонентларни ажратиб олишнинг технологик кўрсаткичларини тадқиқ қилиш»** деб номланган учинчи бобида конвертер чангидан кўрғошин, рух ва мисни ажратиб олиш усуллари ва технологиялари тадқиқотлари ўтказилди.

Ушбу тадқиқотда «Олмалиқ КМК» АЖ мис эритиш заводининг майда заррачали чангини ресурсларни сақловчи ва табиатни муҳофазаловчи тадбир сифатида самарали мустақил равишда комплекс қайта ишлаш имконияти кўрсатилган. Ишлаб чиқаришнинг технологик тартибларини яхшилаш билан мис ва рух олишнинг амалдаги технологик жараёнларига қўлланиларли

бўлган мис ва рухни бирданига ажратиб олиш билан металл қўрғошин олиш учун конвертер чангини қайта ишлашнинг умуман янги, янада тежамкор технологиясини яратиш тадқиқот ишининг мақсади ҳисобланади.

Тадқиқот учун компонентларнинг ўртача миқдори ва нодир металлларнинг саноат миқдорли майда конвертер чангидан фойдаланилди (1-жадвал).

1-жадвал

**Чангларнинг тўлиқ кимёвий таркиби таркиб, %.**

Элемент, модда	Наъмуна номи ва миқдори, %
	Конвертер печининг чанги
Pb	39,53
Cu	3,65
Zn	14,70
Fe	2,01
Bi	0,19
SiO <sub>2</sub>	0,72
S <sub>ум</sub>	8,56
S <sub>SO4</sub>	13,15
CaO	0,91
MgO	0,06
Pd	0,0002
Pt	0,0023
Se	0,02
Te	0,03
In	1,00
Ru	0,00012
Элемент, модда	Миқдори, г/г
Au	2
Ag	117

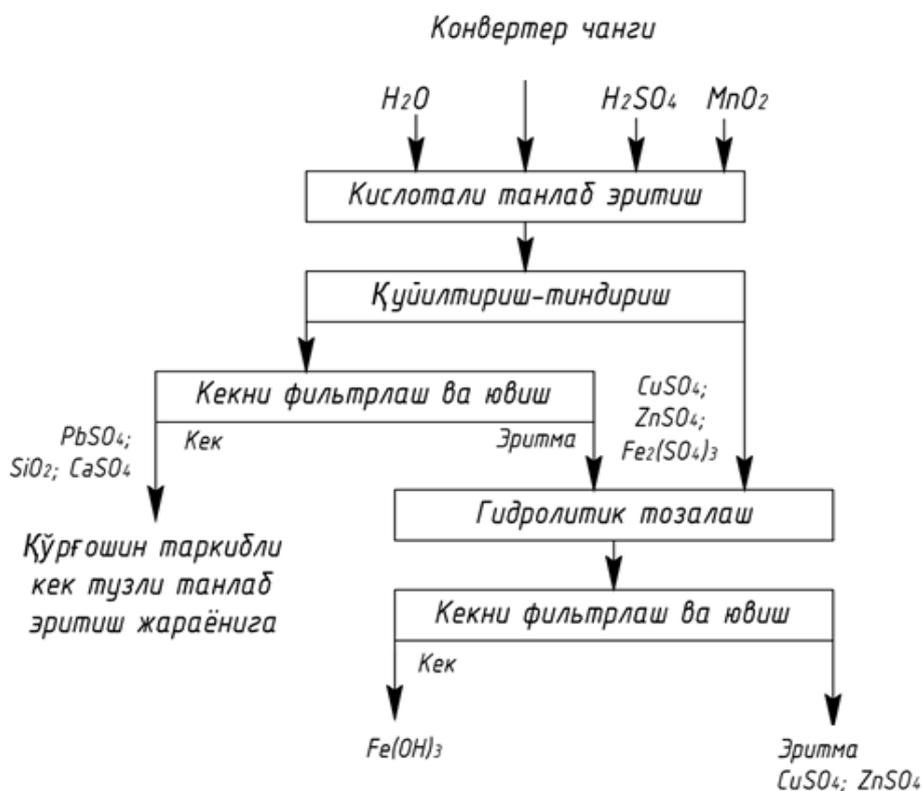
Ушбу тадқиқот доирасида қўшимча тозаламасдан қўрғошин металллик ишлаб чиқариш учун қўлланиларли бўлган майда заррачали конвертер чангидан тозаланган қўрғошин карбонати олиш учун янги технологик тасвир ишлаб чиқилди.

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

Эритмага мис, рух ва темирни ажратиш учун ишлаб чиқилган технология бўйича қаттиқ маҳсулотнинг суюқ моддага нисбатан Қ:С=1:4 нисбатда, давомийлиги 120 дақиқа давомида, 40-90°C ҳароратда бўтанада 60÷120 г/л сульфат кислотаси миқдори билан, оксидловчини (марганец оксиди) қўшиш билан сульфат кислотали танлаб эритмага ўтказиш олиб борилди (1-расм).

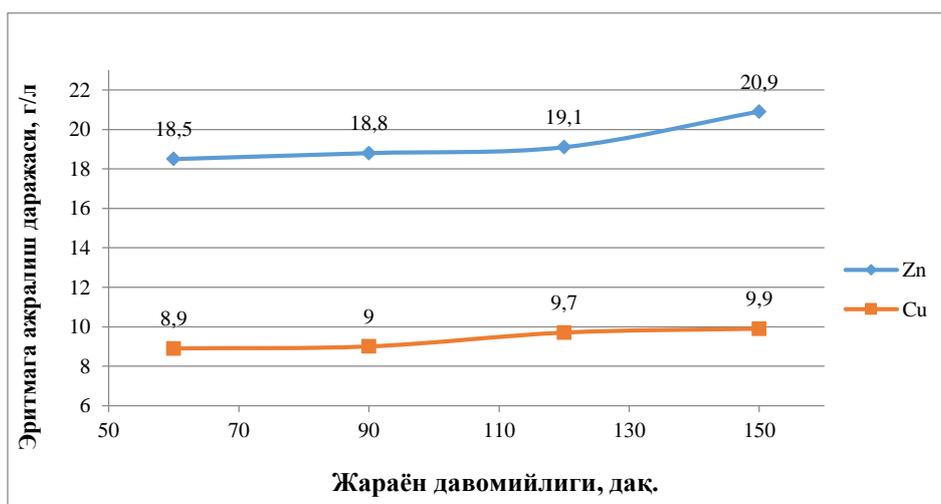
Таналаб эритиш натижасида берилган Қ:С=1:4 ўзаро нисбатида сульфат кислотасининг 60÷120 г/л дастлабки концентрациясида рН 0,8-1 (30-

35 г/л) қийматгача нейтралланиши содир бўлади. Танлаб эритиш мобайнида сульфат кислотасининг 60-70, 90-100, 110-120 г/л концентрацияларида олиб борилди (1- расм).



**1 - расм. Мис эритиш заводининг майда заррачали конвертер чангини сульфат кислота эритмасида танлаб эритишнинг технологик схемаси**

Олинган маълумотлар бўйича, эритмага миснинг тўлиқ ўтиши учун сульфат кислотасининг 110-120 г/л концентрацияси мақбул ҳисобланади (2- расм).



**2 - расм. Сульфат кислотаси эритмасининг 120 г/л концентрацияси бўлганда мис ва рухнинг эритмага ажралиш даражаларини давомийликка нисбатан боғлиқлиги**

Олинган маълумотлардан кўриниб турибдики, сульфат кислотали танлаб эритишда жуда суюлтирилган бўтаналарда ҳароратнинг ошиши миснинг, рухнинг эритмага ўтиш даражасига ижобий таъсир кўрсатди ва кўрғошиннинг эришига имкон туғдирмади. Аввалига рух оксидининг фаоллиги юқори бўлганлиги учун кислота билан ўзаро таъсирлашади сўнг мис оксиди эритмага ўтади (2-жадвал).

2-жадвал

**Мис ва рухнинг эритмага ўтиш даражасига вақт, ҳарорат ва сульфат кислота концентрациясининг таъсири**

Тажриба №	Меъёр кўрсаткичлари				Эритмадаги миқдори, г/л		Кекдаги миқдори, %				
	Ҳарорат, °С	Эритиш вақти, мин.	Сульфат кислотасининг концентрацияси, г/л	Т:Ж	Zn,	Cu,	Zn	Cu			
1/1	25-30	60	110-120	1:4	5,3	5,1	1,59	0,48			
1/2		90			7,0	45,3	1,50	0,45			
1/3		120			8,6	5,6	1,4	0,41			
1/4		150			8,9	5,9	1,3	0,40			
2/1	40-50	60		110-120	1:4	9,1	6,5	1,27	0,38		
2/2		90				10,5	7,0	1,19	0,34		
2/3		120				11,9	7,4	1,0	0,3		
2/4		150				13,0	7,6	0,92	0,29		
3/1	60-70	60			110-120	1:4	14,2	7,7	0,8	0,24	
3/2		90					15,7	7,9	0,7	0,2	
3/3		120					16,9	8,2	0,65	0,19	
3/4		150					17,0	8,5	0,5	0,17	
4/1	80-90	60				110-120	1:4	18,5	8,9	0,4	0,12
4/2		90						18,8	9,0	0,3	0,1
4/3		120						19,1	9,7	0,2	0,09
4/4		150						20,9	9,9	0,1	0,09

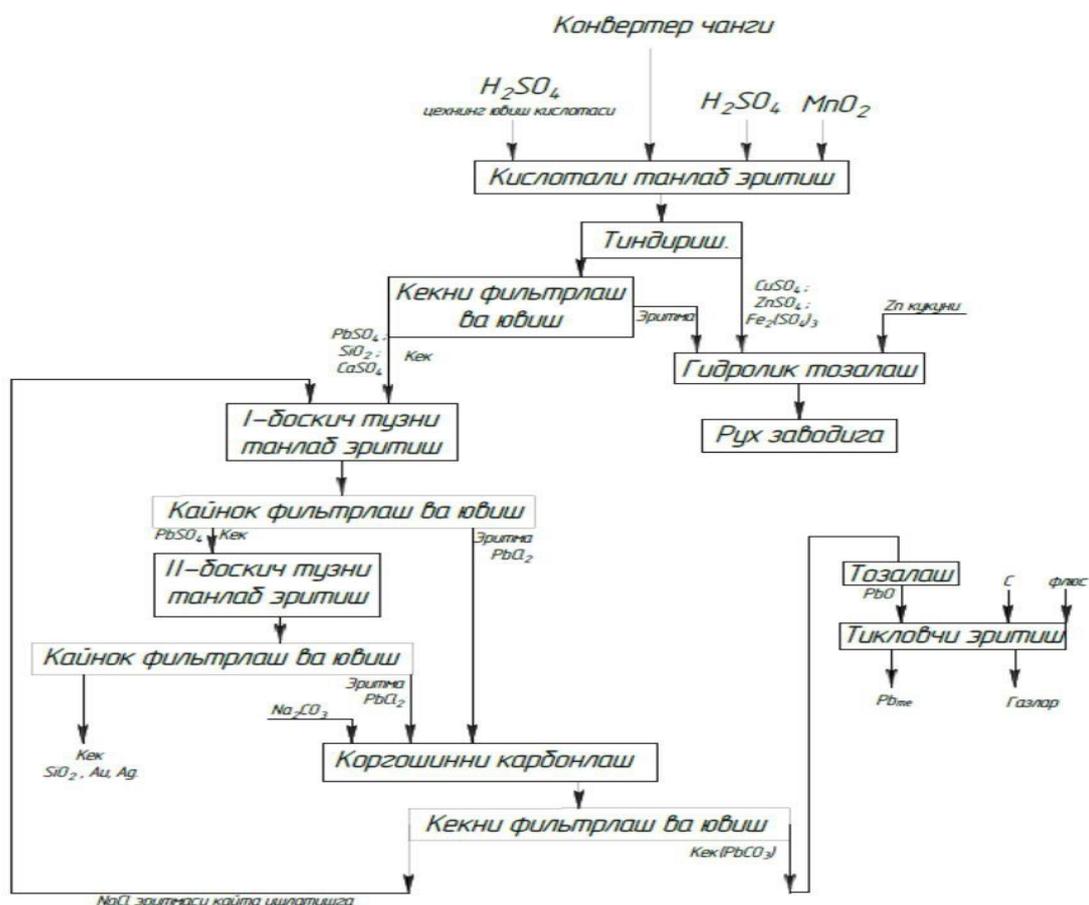
Мис, рух ва темир қўшимчаларидан кўрғошинни тўлиқ ажратиб олиш билан чангни кислотали танлаб эритишда эритмага мис ва рухни ажратиб олишга марганец оксиди иштирокида янада юқорироқ кўрсаткичга эришилди.

Жараённи амалга ошириш ҳисобидан самарага эришишга, кислород иштирокида оксидлаш-тиклаш жараёнлари туфайли мисни сувда эрийдиган шаклгача озод этиш билан сульфидли олтингугуртни элемент ҳолатигача оксидланиш реакциясининг кимёвий моҳияти асос бўлиб хизмат қилади.

Филтрлашдан сўнг чўкма сувнинг 80°C ҳароратида рН=5,5÷6,0 бўлгунча сув билан ювилди. Миснинг 9,9 г/л ва рухнинг 20,9 г/л миқдорли олинган эритма рух ва мисни ажратиб олиш учун маҳсулдор эритма ҳисобланади.

Кекдан кўрғошинни ажратиб олиш учун хлорли натрийнинг 250 ва 150 г/л концентрациясида мос равишда жараённинг 90-95°C ҳароратида икки

босқичли тузли танлаб эритиш олиб борилди. Танлаб эритиш давомийлиги ҳар бир босқичда 2 соатгача, қаттиқ маҳсулотга суюқ маҳсулотнинг ўзаро нисбати К:С=1:5. Қўрғошин хлоридни эрмайдиган компонентлардан тозалаш учун бўтана филтрланди (3-расм).

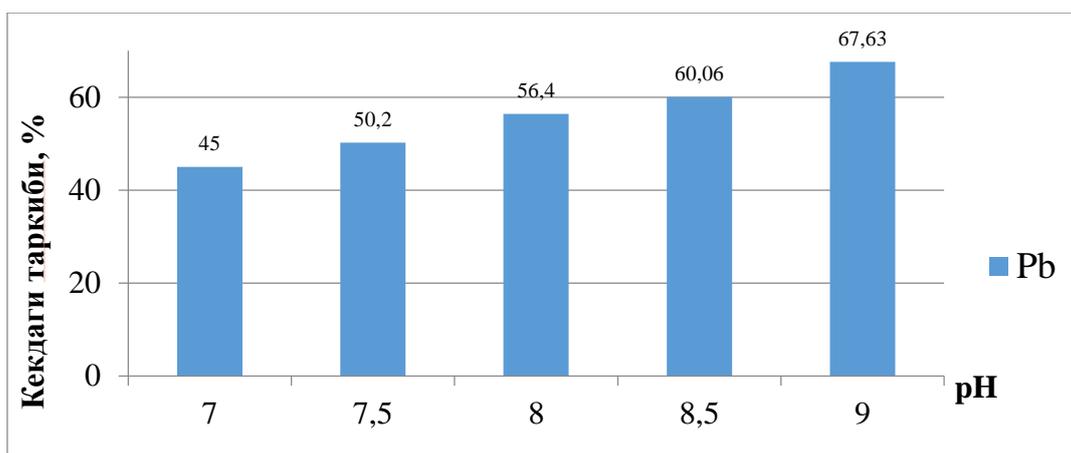


**3 - расм. Мис эритиш заводи майда заррачали конвертер чангидан қўрғошин олишнинг тўлиқ тавсия этилган технологик тасвири**

Технологик ва тажриба илмий тадқиқотлари натижасида танлаб эритиш жараёнининг мақбул технологик кўрсаткичлари аниқланди (4-расм). Қўрғошинни карбонлаш рН 8,5-9 гача муҳитга кальцийланган техник содани қўшиш билан ўтказилди ва қуйдаги кимёвий реакция натижасида қўрғошин карбонати ҳосил бўлди.



Қўрғошин карбонат  $\text{PbCO}_3$  нинг қўрғошин (II) оксид  $\text{PbO}$  га термик парчаланиши кўп босқичли жараён бўлиб, тоблаш ҳароратига боғлиқ. Қўрғошин карбонатнинг термик парчаланиш жараёни  $300^\circ\text{C}$  да бошланади ва  $500^\circ\text{C}$  дан юқори ҳароратда тугайди. Пирометаллургик илмий тадқиқотлар шуни кўрсатдики  $300^\circ\text{C}$  ҳароратда қўрғошин карбонати парчаланиб қўрғошин оксиди (IV)  $\text{PbO}_2$  нинг тўқ жигаранг кристалларини ҳосил қилади ва у тўқ сариқ рангли  $\text{Pb}_2\text{O}_3$  ( $\text{PbO} + \text{PbO}_2$ ) га айланади,  $400^\circ\text{C}$  ҳароратда эса қизил рангли  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  кристалларини ҳосил қилади (4-расм).



#### 4 - расм. Қўрғошин хлоридни карбонат шаклида чўкмага тушишига рН кўрсаткичининг таъсири

450<sup>0</sup>С дан юқори ҳароратда сариқ қўрғошин оксиди PbO ҳосил бўлади, у кейинчали қайтарувчи эритиш жараёнида қўрғошин металлга тикланади. Тикланиш жараёнида турли ҳарорат таъсири қуйдаги занжирли тасвир бўйича содир бўлади:

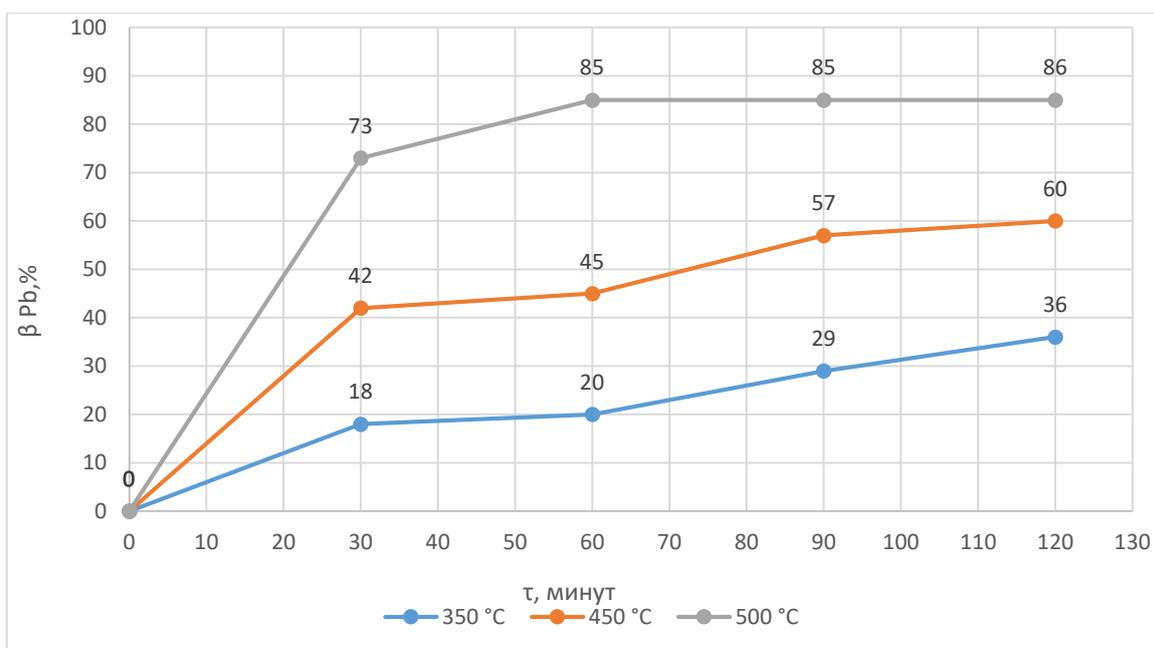


Қўрғошин карбонат чўкмаларининг тоблаш жараёнининг мақбул шароитларни аниқлаш учун лаборатория синовлари сериялари турли вақт давомийлигида ва ҳар хил ҳароратларда ўтказилди. Қўрғошин карбонат чўкмасининг қуйидаги таркиби, % ҳисобида: Pb – 67,63; Bi – 0,5 тоблашга жалб этилди. Илмий тадқиқот синов натижалари 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

#### Қўрғошин карбонат чўкмасини тоблаш натижалари

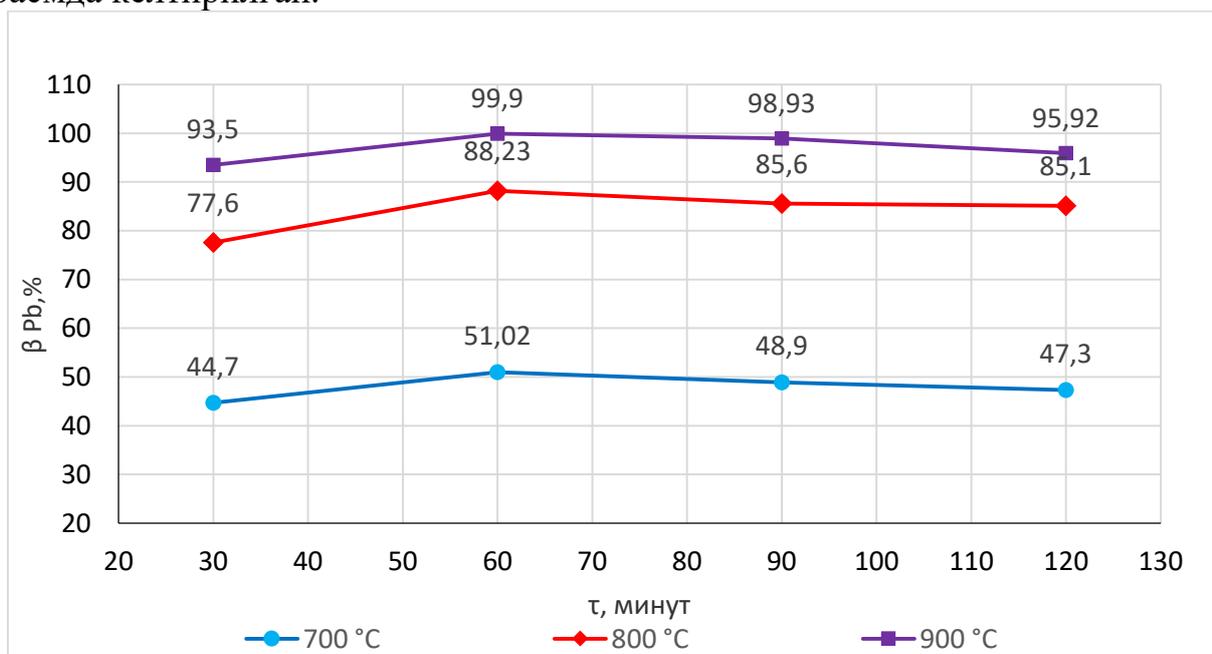
Материалнинг номланиши	Ҳарорат, °С	Вақт, дақ.	Тобланган маҳсулотда Pb таркиби, %
Қўрғошин карбонат чўкмаси	350	30	18
		60	20
		90	29
		120	36
Қўрғошин карбонат чўкмаси	400	30	42
		60	45
		90	57
		120	60
Қўрғошин карбонат чўкмаси	450	30	73
		60	85
		90	85
		120	86
Қўрғошин карбонат чўкмаси	500	30	74
		60	84
		90	85
		120	86



**5 - расм. Қўрғошин таркибининг тоблаш давомийлиги ва ҳароратга боғлиқлиги**

Тадқиқотлар натижаларига кўра, қўрғошин карбонат чўкмаларининг тоблаш жараёнининг қуйидаги оптимал режимли параметрлари аниқланди: тоблаш жараёнининг давомийлиги 60 дақиқа; тоблаш жараёни ҳарорати 450-500 °C. Қўрғошин карбонат чўкмаларини тоблангандан сўнг таркибида 86 % қўрғошин бўлган қўрғошин оксиди PbO - глет олинди.

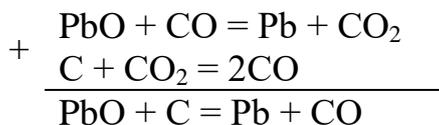
Углерод-термик усул билан тиклаш давомийлиги ва ҳароратининг олинадиган маҳсулотда қўрғошин таркибига таъсири илмий тадқиқот қилинди ва назарий, амалий жиҳатдан асосланди. Тадқиқот натижалари 6-расмда келтирилган.



**6 - расм. Металнинг тозалик даражасига қайтарувчи эритиш давомийлиги ва унинг ҳароратига боғлиқлиги**

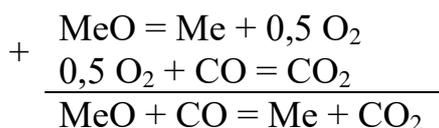
Металлургия амалиётида одатий қайтарувчи моддалар бўлиб углерод, углерод оксиди (CO) ва водород (камроқ даражада) ҳисобланади.

Қўрғошин оксидини қаттиқ углерод билан тиклаш икки босқичда содир бўлади:

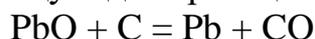


Қаттиқ углерод билан тикланганда, металлларни тўғридан-тўғри тиклаш реакциясида бошқа тикловчи восита - углерод оксиди (CO) эркин углерод билан бирга иштирок этади. Углерод оксиди асосий тикловчи агент ҳисобланади. Ўзининг газсимон ҳолати туфайли у металл оксидлари билан яхши контактда бўлиб, реакцияга ҳарорат остида иссиқлик чиқиши билан кечади. Металл оксидини углерод оксиди билан тикланиши, ҳаттоки металл оксиди ва углерод ўртасида ҳеч қандай алоқа бўлмаган ҳолда ҳам ҳам содир бўлади.

Углерод оксиди билан металл оксидларини тиклаш механизми, кислород ажралиб чиққан ҳолда, оксид диссоциацияси босқичларини ва оксиднинг диссоциациясидан олинган кислородни тикловчи (CO) билан боғланишини ўз ичига олади:



Термодинамик ҳисоб-китобларга кўра, углерод (II) оксиди ёрдамида PbO металл ҳолатигача тикланиши қуйидаги реакция бўйича боради:



Ҳатто стандарт ҳароратда ҳам содир бўлиши мумкин. Бироқ, углерод (II) оксиди билан тиклаш жараёни 710 °C юқори ҳароратда содир бўлиши мумкин, чунки реакциянинг мувозанати



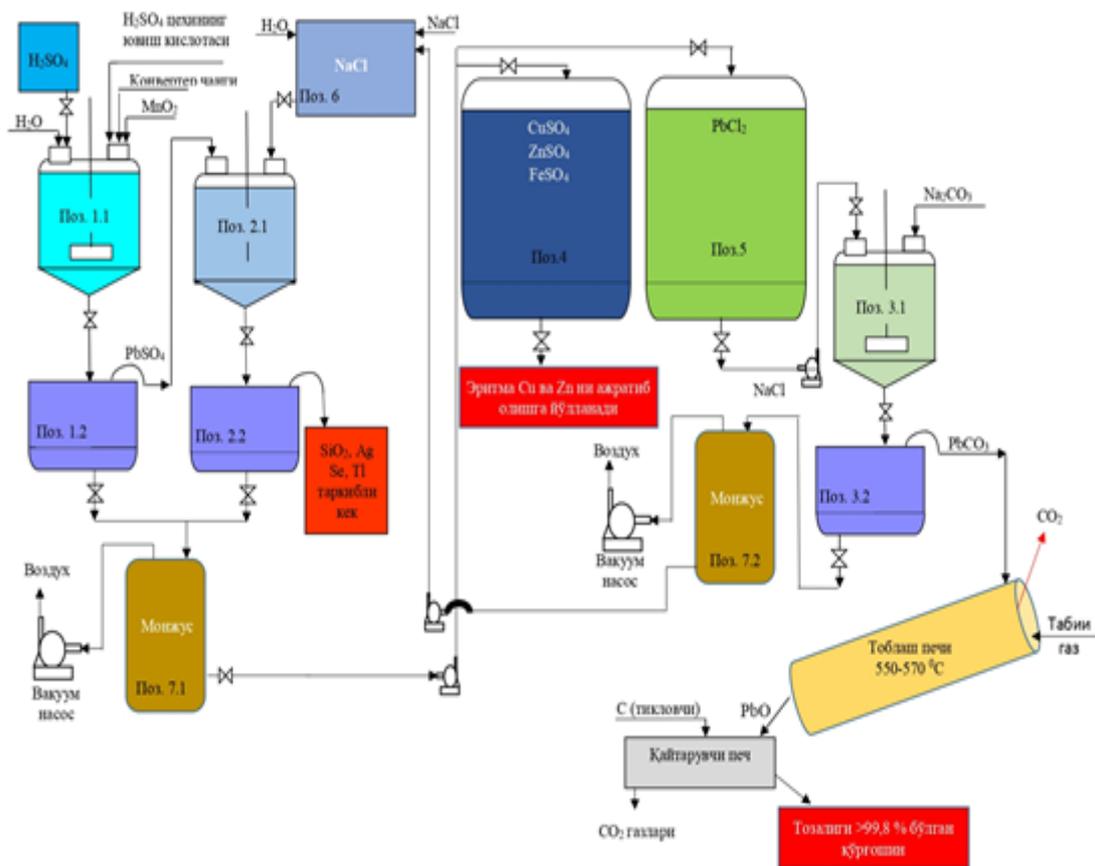
710 °C дан юқори ҳароратда CO ҳосил бўлиши томон силжийди.

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

Диссертациянинг «**Мис эритиш заводи техноген чанглари қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш ва унинг самарадорлигини ҳисоблаш**» деб номланган тўртинчи бобида конвертер чангини кислотали танлаб эритишнинг технологик тасвири ва ускуналар занжири тасвири ишлаб чиқилди (7-расм).

Бунга асосан бўтана кислотали танлаб эритишдан сўнг қуюлтиргич-тиндиргич (2)га тушади, у ерда суюқ фазадан эримаган қолдиқни, яъни мис ва рух сульфатлари эритмасини тиндириш амалга оширилади. Тиндирилган эритма марказдан қочирма насос билан кислотали танлаб эритиш эритмаси тўплагичи (7)га юборилади, чўкма тиндиргичнинг пастки қисмидан нутч-

фильтр (3)га чиқариб юборилади, у ерда вакуум таъсири остида кекдан филтратни ажратиш содир бўлади. Филтратдан ажралган кек сув билан ювилади. Филтрат нутч-фильтрда филтрлангандан сўнг марказдан қочирма насос билан кислотали танлаб эритиш эритмаси тўплагичи (7)га тортиб олинади, асосан кварц ва нодир металлларнинг озроқ миқдорли аралашмаси таркибли қўрғошин сульфатидан иборат бўлган филтрланган кек, тузли танлаб эритиш учун реактор (4)нинг юқори қисмига юборилади, натижада маҳсулдор эритмалар олинади. Қўрғошин хлорид эритмасидан кварц ва нодир металлларни ажратиш учун иссиқ филтрлаш учун юборилади, улар филтр (5) да амалга оширилади. Иссиқ филтрлашдан сўнг олинган  $PbCl_2$  эритмалари бирлаштирилади ва қўрғошин хлоридини карбонлаштириш учун реактор (8)га юборилади. Ҳосил бўлган қўрғошин карбонати филтр (9) да филтрлаш йўли билан натрий хлорид эритмасидан ажратилади, печда тобланади ва қўрғошин метали олиш учун қайтарувчи муҳитда эритилиб, қолипларга қуйилиб 99,0 % таркибли соф қўрғошин олинади.



**7 - расм. Мис эритиш заводи конвертер чангини қайта ишлаганинг ускуналар занжири схемаси**

Шундай қилиб, «Олмалик КМК» АЖнинг саноат шароитларида тадбиқ этилган янги технологик тасвир саноатнинг технологик тартибларини яхшилаш билан мис ва рух олишнинг амалдаги технологик жараёнларига қўлланиш мумкин бўлган мис ва рух сульфат эритмаларини ажратиш ҳамда қўрғошин метални олинишини таъминлаш мумкинлиги назарий ва ва

амалий жихатдан исботланди. Эритмага ўтмаган қаттиқ махсулот, кекда 4-5 г/т олтин ва 200-220 г/т кумуш, палладий ва платина каби нодир металллар сақланиб қолинди, натижада қолдиқ кек ишлаб турган эритиш печига қўшимча нодир металллар олиш учун олиш учун жўнатилади.

## ХУЛОСА

1. “Олмалиқ КМК” АЖ мис эритиш заводининг майда заррачали чангидан қўрғошин, мис ва рухни ажратиб олишда истиқболли гидрометаллургик усул тавсия этилди.

2. “Олмалиқ КМК” АЖ мис эритиш заводининг майда заррачали чангидан кислотали танлаб эритишда мис ва рухни эритмага юқори даражада ажратиб олишда, оксидловчи сифатида марганец (IV)-оксидидан фойдаланиш таклиф этилди.

3. Майда заррачали конверторли чанглари кислота эритмаси билан қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилди ва ишлаб чиқаришга тавсия этилди.

4. Ишлаб чиқилган ресурс тежамкор технологияни қўллаш натижасида металлларни олишнинг кинетик параметрлари аниқланди ва бунда Cu-98,0%, Zn-93,0% гача ажратиб олиниши аниқланди.

5. Майда заррачали конвертор чангидан қўрғошин металини (қўрғошин миқдори 99,0% дан ортиқ), мис сульфат ва рух сульфатларини олиш технологияси ишлаб чиқилди ва ишлаб чиқаришга тавсия этилди.

6. Чангдан қимматбаҳо компонентларни комплекс ажратиб олишнинг тавсия этилган самарали ресурстежамкор технологиясидан кутилаётган иқтисодий самара йилига 567 миллион сўм ёки 1 тонна майда конвертор чангни қайта ишлашда 25 миллион сўмни ташкил этиши аниқланди.

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

---

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

**МИРЗАНОВА ЗУЛФИЗАР АНВАРЖАНОВНА**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЦВЕТНЫХ И  
ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЫЛИ  
МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

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

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

**Ташкент– 2022**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2021.4.PhD/T2486

Диссертация выполнена в Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-странице ([www.gupft.uz](http://www.gupft.uz)) и информационно-образовательном портале «ZIYONET» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

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

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

Толибов Бехзод Иброхимович  
доктор технических наук, доцент

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

Защита диссертации состоится «01» февраль 2022 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.K/T.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\\_taraqiyot@mail.ru](mailto:fan_va_taraqiyot@mail.ru), в здании ГУП «Фан ва тараккиёт», 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номером № 40). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан «19» января 2022 года.  
(протокол реестра № 40-21 от 28 декабря 2021 г.).

**С.С. Негматов**

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

**М.Э. Икрамова**

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

**А.М. Эминов**

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



## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире при сокращении минеральной базы для производства цветных металлов, увеличении количества техногенных отходов и, как следствие, изменении экологического баланса, переработка техногенных отходов производства, в том числе, цветных, редких и благородных металлов, имеет особое значение. В связи с этим, определение методов переработки полезных ископаемых и вторичного сырья, разработка технологии извлечения цветных и редких металлов из пыли металлургических заводов и разработка ресурсосберегающих технологий и усовершенствований существующих технологий, а также их внедрение имеет важное значение.

Во всем мире скопилось более 650 000 тонн техногенной пыли от металлургических предприятий, которая нанесла серьезный ущерб близлежащим домам, посевам и окружающей среде. Поэтому на металлургических предприятиях ведутся масштабные научные исследования по разработке технологий переработки техногенных отходов и отделения цветных и редких металлов от пыли. В связи с этим разработка методов извлечения цветных и редких металлов от пыли металлургических заводов, анализ химико-минералогического состава мелких частиц пыли, разработка инновационных и ресурсосберегающих технологий производства, выпуск кеков, содержащих сульфат цинка, сульфат меди, металлический свинец и редкие металлы имеет особое значение.

В республике в целях защиты окружающей среды, охраны здоровья населения, рационального использования природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности разрабатываются ряд мероприятий по отделению цветных и редких металлов от пыли металлургических предприятий и достигаются определенные результаты. В сотрудничестве с Программой развития Организации Объединенных Наций были разработаны «Национальная стратегия и план повышения эффективности действий в Республике Узбекистан с целью повышения эффективности государственной политики и действий в области управления отходами». В этом аспекте, возможность значительного расширения сырьевой базы, в частности техногенные отходы АО «Алмалыкский ГМК» включают переработку цветных, редких и драгоценных металлов из техногенных отходов, которые являются основой ценного техногенного сырья имеет важное значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлениях Президента Республики Узбекистан от 4 октября 2019 года №ПП-4477 «Об утверждении стратегии по переходу Республики Узбекистан на «зеленую экономику» на период 2019-2030 годов», от 26 мая 2020 года №ПП-4731 «О дополнительных мерах по расширению производства цветных и драгоценных металлов на базе месторождений АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», от 24 июня 2021 года №ПП-5159 «О дополнительных мерах по развитию горно-металлургической

промышленности и смежных отраслей», а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** В области развития производства цветных и драгоценных металлов из рудного сырья, а также их извлечения из отходов и вторичного сырья на протяжении многих лет научно – практические исследования проводили следующие зарубежные и узбекские ученые, в частности: Смирнов М.П., Худяков Ю.Ф. Набойченко С.С., Навтанович М.Л, Ромазанова Н.И, Белоусова А.Э., Масленский И.Н., Ванюков А.В., Бистров В.П., Шадрунова И.В., Антипов Н.И., Стрижко Л.С., Кожухметов С.М., Пирматов Э.А., Санакулов К.С., Хурсанов А.Х., Юсупходжаев А.А., Сагдиева М.Г., Якубов М.М., Даминова Ш., Хасанов А.С., Абдукадиров А.А., Шарипов Х.Т., Саидахмедов А.А. и другие.

На основании анализа имеющихся работ следует отметить, что были проведены комплексные исследования по извлечению металлов из мелкой пыли медеплавильных печей, содержащих цветные и драгоценные металлы, а также разработаны методы извлечения этих металлов. В то же время из-за отсутствия эффективной технологии переработки мелкодисперсных частиц медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК» эти драгоценные металлы вывозятся на полигоны как техногенные отходы и практически не используются. Данная диссертационная работа направлена на решение таких задач, как разработка технологии извлечения цветных и редких металлов от конвертерной пыли медеплавильного завода.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с научно-исследовательским планом Московского института стали и сплавов (МИСиС) и отдела науки и инноваций и АО «Алмалыкский ГМК» и на основании хозяйственного договора №63-2259 на тему: «Разработка инновационной технологии комплексной переработки конвертерной пыли металлургического цеха медеплавильного завода и извлечения цветных, редких металлов» (2020-2021 годы).

**Целью исследования** является создание технологии извлечения меди, цинка, свинца и редких металлов из мелкозернистой пыли медеплавильного завода.

**Задачи исследования:**

исследование химических и минералогических составов тонких конверторных пылей медеплавильного завода и разработать оптимальную технологию для перевода цветных металлов в раствор при сернокислотном выщелачивании и разработка оптимальной технологии растворения кеков, образующихся в процессе выщелачивания в серной кислоте, в техническом

растворе хлорида натрия и исследование технических факторов, влияющих на нее;

определение нормативно-оптимальных технологических показателей перевода карбоната свинца на осаждение в результате процесса карбонизации раствора хлорида свинца с помощью кальцинированной содой;

создание технологии получения металла свинца путем сжигания карбоната свинца, полученного в результате карбонизации, повторного расплавления оксида свинца (глет) восстановительным соединением;

создание инновационной технологии получения сульфата цинка, растворов сульфата меди, металлического свинца и редких металлов из мелкозернистой пыли медеплавильного завода на основе результатов широкомасштабных научных исследований

**Объектами исследования** выбраны тонкая конверторная пыль содержащие цветные и редкие металлы, образующаяся в процессе конвертирование медных штейнов металлургического цеха медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК».

**Предметом исследования** является разработка новой инновационной технологии извлечения цветных и редких металлов из мелкозернистой пыли.

**Методы исследования.** В диссертационной работе использованы комплексные методы исследования, таких как, физико-химические методы анализа, в том числе электронная микроскопия и рентгенофазовый анализ, масс-спектрометрический анализ (ICP-MS) и другие современные методы переработки отходов гидро- и пирометаллургии редких и цветных металлов.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработан технология производства сульфата меди и цинка на основе научного анализа химического и минералогического состава мелкозернистого порошка медеплавильного завода и определено свойства раствор с переходом цветных и редких металлов;

установлено возможность оставлять 95% золота и серебра в кеке и удалось выделить 85% свинца из конвертерной пыли, в результате селективного плавления серной кислотой получены показатели технологии получения металлического свинца путем селективного плавления оставшейся кека с раствором хлорида натрия;

выявлены скорости высокотемпературной фильтрации для удержания свинца в растворе хлорида натрия;

определены оптимальные показатели сжигания карбоната свинца и образования оксида (глет) свинца;

разработана ресурсосберегающая технология переработки мелкозернистого порошка в конвертере медеплавильного завода.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

на современном оборудовании определен минералого-химический состав и структура крупнозернистых и мелкозернистых порошков, хранящихся на медеплавильном заводе почти 70 лет;

создан технология извлечения цветных металлов, меди, цинка, свинца из мелких частиц медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК» и был разработан технология возврата редких металлов в виде кеков в медеплавильные печи и разливки свинца в виде металла 99,0%;

был разработан технологический процесс и внедрен на практику, в котором были применены оптимальные факторы, такие как температура и продолжительность, при использовании закаливающего и восстанавливающего состава оксида свинца, и.

**Достоверность полученных результатов** обоснована совокупностью использованием физико-химических, минералогических, (ICP-MS и ИК-спектроскопия, рентгенофазовый анализ и химический анализ) методов анализа, экспериментальные испытания, результаты промышленных испытаний, результаты химического анализа, полученные из Центральной лаборатории АО «Алмалыкский ГМК» и поясняется актами испытаний.

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

Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что в результате анализа минералогического состава пыли медеплавильного завода установлено, что оптимальная температура, степень закисания, температура перехода меди и цинка из нее в раствор при прохождении через фильтр пропорциональны теории перехода в раствор основных факторов выщелачивания.

Практическое значение результатов исследований служит для разработки аппаратного изображения карбонизации раствора после выщелачивания, поэтапное отверждение при сверхнизких температурах на плавильной установке в огненной печи с помощью возвращающего (отражающего) соединения при температуре 950<sup>0</sup>С и извлечению готового металлического свинца.

**Внедрение результатов исследования.** На основе проведенных научных исследований по созданию технологии извлечения цветных и редких металлов от конвертерной пыли медного завода получены следующие результаты:

технология извлечения цветных металлов из мелких частиц пыли медеплавильного завода внедрена на медеплавильном заводе АО «Алмалыкский ГМК» (справка №АА-010216 АО «Алмалыкский ГМК» от 15 декабря 2021 года). В результате, появилась возможность извлечь 85,0% свинца, 96,0-98,0% меди и 92,0-93,0% цинка из конвертерной пыли;

технология селективного плавления свинца из кека с раствором хлористого натрия внедрена на медеплавильном заводе АО «Алмалыкский ГМК» (справка №АА-010216 АО «Алмалыкский ГМК» от 15 декабря 2021 года). В результате, появилась возможность, извлечь металлический свинец чистотой 99,0%, с растворением конвертерную пыль хлоридно-натриевой солью.

**Апробация результатов исследования.** Апробация результатов данного исследования произведена на 4 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 13 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, опубликованы 6 статей, в том числе 3 из которых в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 110 страниц компьютерного текста.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, изложена степень изученности проблемы, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, указано соответствие исследовательской работы важным направлениям развития науки и техники, а также представлена информация о научной новизне исследования, достоверности результатов, теоретической и практической значимости, внедрении результатов в практику, публикации, структуре работы.

В первой главе диссертации **«Современное состояние теории и технологии извлечения цветных металлов из техногенных отходов»** проанализировано современное состояние комплексной переработки пыли медеплавильных заводов горно-металлургической промышленности и восстановления к использованию, а также направления развития его.

Научно-технический прогресс современности сопровождается резким увеличением потребления природных ресурсов и одновременным ростом количества отходов производства, при этом проблема рационального использования неразрывно связана с эффективностью промышленного производства, охраной окружающей среды, новыми разработками в области восстановления использования отходов. В развитых странах применяемые технологии восстановления использования отходов на 90-98% направлены на их выброс в свалки и хвостохранилища, сжигание в энергетических установках, восстанавливающих для использования, или направленных на неэффективное использование на действующих металлургических предприятиях, основным недостатком которых являются пылегазовые выбросы и связанные с ними потери драгоценных элементов. Кроме того, свалки и хвостохранилища требуют отвода значительных земельных участков и приводят к дестабилизации экологической обстановки на прилегающих территориях.

Основным методом переработки конвертерной пыли являются пирометаллургические процессы, продукты которых имеют низкое качество

и должны быть очищены и обезврежены от газов. Продукты, получаемые при переработке техногенных отходов на пиromеталлургических агрегатах, в большинстве случаев требуют дополнительной окончательной переработки, что и значительно снижает эффективность пиromеталлургических схем.

Как установлено, перспективной является комбинированная схема извлечения свинца, меди и цинка из конвертерной пыли, сочетающая в себе гидро - и пиromеталлургические методы (кислотное выщелачивание и перевод на раствор, осаждение, солевое выщелачивание и перевод на раствор, фильтрация, карбонизация, отверждение и выплавка), что и подчеркивает актуальность и значимость темы диссертации.

Во второй главе диссертации **«Выбор объектов исследования, обоснование экспериментальной методики разработки технологии получения тяжелых цветных металлов из промышленных отходов, сохраняющих медь (медесодержащих промышленных отходов)»** объектом исследования является мелкозернистая пыль, образующаяся при конвертировании медного штейна в АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

Конвертерная пыль состоит из белого и светло-серого мелкодисперсного подвижного порошка с рыхлой массой 1,3 т/м<sup>3</sup>, крупностью частиц (80-90%) менее 14÷30 мкм (таблица 1).

Таблица 1

**Полный химический состав пыли, %**

Элементы	Наименование пробы и содержание, %
	Тонкий конвертерной пыль
Pb	39,53
Cu	3,65
Zn	14,70
Fe	2,01
Bi	0,19
SiO <sub>2</sub>	0,72
S <sub>ум</sub>	8,56
S <sub>SO4</sub>	13,15
CaO	0,91
MgO	0,06
Pd	0,0002
Pt	0,0023
Se	0,02
Te	0,03
In	1,00
Ru	0,00012
<b>Элементы</b>	<b>Содержание, г/т</b>
Au	2
Ag	117

В основу диссертационной работы было положено изучение методов перевода в раствор цветных металлов путем выщелачивания, различных способов осаждения и термической обработки (методом отверждения). Исходя из этого, в работе были использованы современные физико-механические, химические и физико-химические методы исследования (рентгеноструктурный анализ, атомно-эмиссионный анализ, масс-спектрометрический анализ, гранулометрический анализ, электронная микроскопия).

В третьей главе диссертации, озаглавленной **«Исследование и определение технологических параметров технологии извлечения ценных компонентов из конвертерной пыли»**, был проведено исследование методов и технологий извлечения свинца, цинка и меди конвертерной пыли.

В данном исследовании показана возможность эффективной самостоятельной комплексной переработки мелкой пыли медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК» в качестве мероприятий, сохраняющих ресурсы и охраняющих природу. С улучшением технологических процессов производства целью исследовательской работы является создание совершенно новой, более экономичной технологии переработки полезных ископаемых для получения металлического свинца с однократным разделением меди и цинка, которая применима к современным технологическим процессам получения меди и цинка.

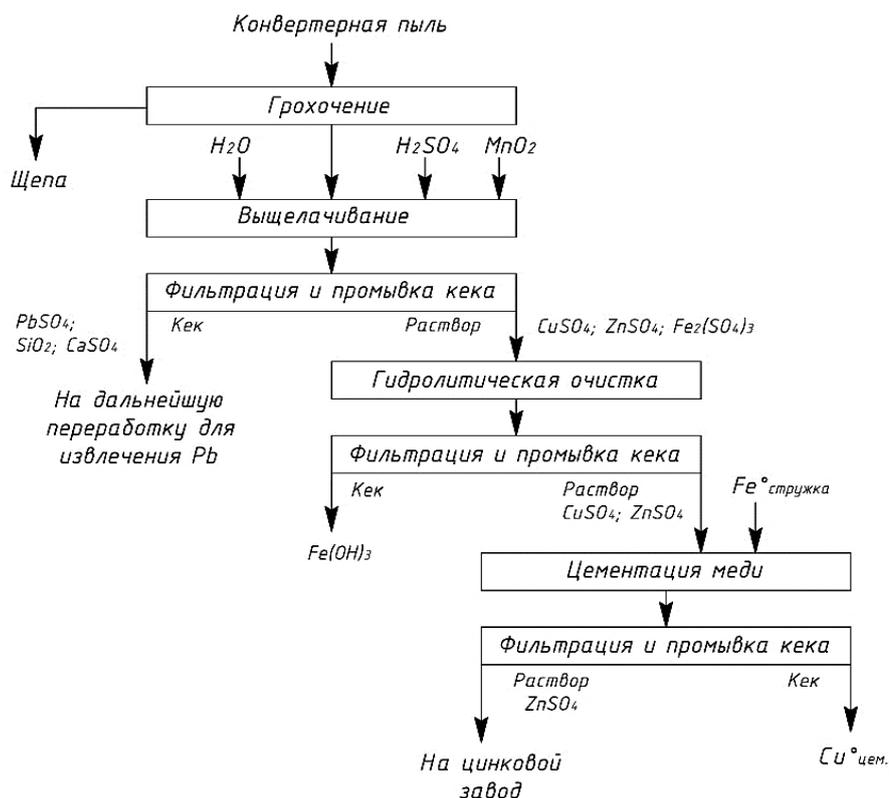
Для исследования было использовано среднее количество компонентов и мелкая конвертерная пыль с промышленным количеством редких металлов (таблица №1).

В рамках данного исследования была разработана новая технологическая схема получения карбоната свинца, очищенного из мелкой конвертерной пыли, которая применима для производства металлического свинца без дополнительной очистки.

Суть технологического процесса заключается в том, что способствует переходу пыли в раствор путем кислотного выщелачивания, переходу в двухступенчатой солевое выщелачивание, карбонизации карбоната свинца из раствора соли, отверждение карбоната свинца путем получения металлического свинца и выплавки с восстановлением.

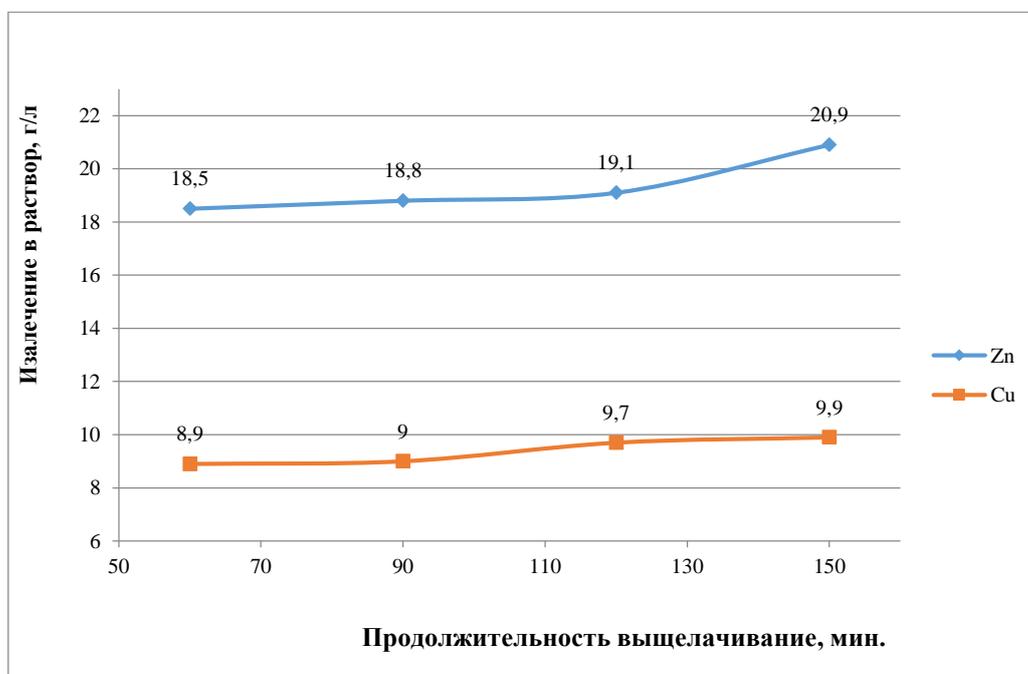
В соответствии с технологией, разработанной для извлечения меди, цинка и железа в раствор, проведено сернокислотное выщелачивание с добавлением окислителя (обогащение марганцем), с содержанием  $60\div 120$  г/л серной кислоты в пульпе при температуре  $120-40^\circ\text{C}$  в течение 120 минут в соотношении Т:Ж=1:4. (рис. 1).

В результате выщелачивания при заданном взаимном соотношении Т:Ж=1:4, при начальной концентрации серной кислоты  $60\div 120$  г/л происходит нейтрализация рН до значения 0,8-1 ( $30-35$  г/л). Выщелачивание проведено при концентрациях серной кислоты 60-70, 90-100, 110-120 г/л.



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

Согласно полученным данным, для полного перехода меди в раствор оптимальной является концентрация 110-120 г/л серной кислоты (рисунок 2).



**Рис. 2. Уровень извлечения меди и цинка в растворе при концентрате 110-120 г/л серной кислоты**

Таблица 2

**Воздействие времени, температуры и серной кислоты на уровень  
извлечения меди и цинка**

№ опыта	Режимные параметры				Содержание в растворе, г/л		Содержание в кеке, %	
	Температура, °С	Время выщелачивание, мин.	Концентрация серной кислоты, г/л	Т:Ж	Zn,	Cu,	Zn	Cu
1/1	25-30	60	110-120	1:4	5,3	5,1	1,59	0,48
1/2		90			7,0	45,3	1,50	0,45
1/3		120			8,6	5,6	1,4	0,41
1/4		150			8,9	5,9	1,3	0,40
2/1	40-50	60			9,1	6,5	1,27	0,38
2/2		90			10,5	7,0	1,19	0,34
2/3		120			11,9	7,4	1,0	0,3
2/4		150			13,0	7,6	0,92	0,29
3/1	60-70	60		14,2	7,7	0,8	0,24	
3/2		90		15,7	7,9	0,7	0,2	
3/3		120		16,9	8,2	0,65	0,19	
3/4		150		17,0	8,5	0,5	0,17	
4/1	80-90	60		18,5	8,9	0,4	0,12	
4/2		90		18,8	9,0	0,3	0,1	
4/3		120		19,1	9,7	0,2	0,09	
4/4		150		20,9	9,9	0,1	0,09	

Как видно из полученных данных, при сернокислотном выщелачивании повышение температуры в сильно сжиженных пульпах положительно влияет на степень перехода меди, цинка в раствор и не порождает возможность расплавлению свинца.

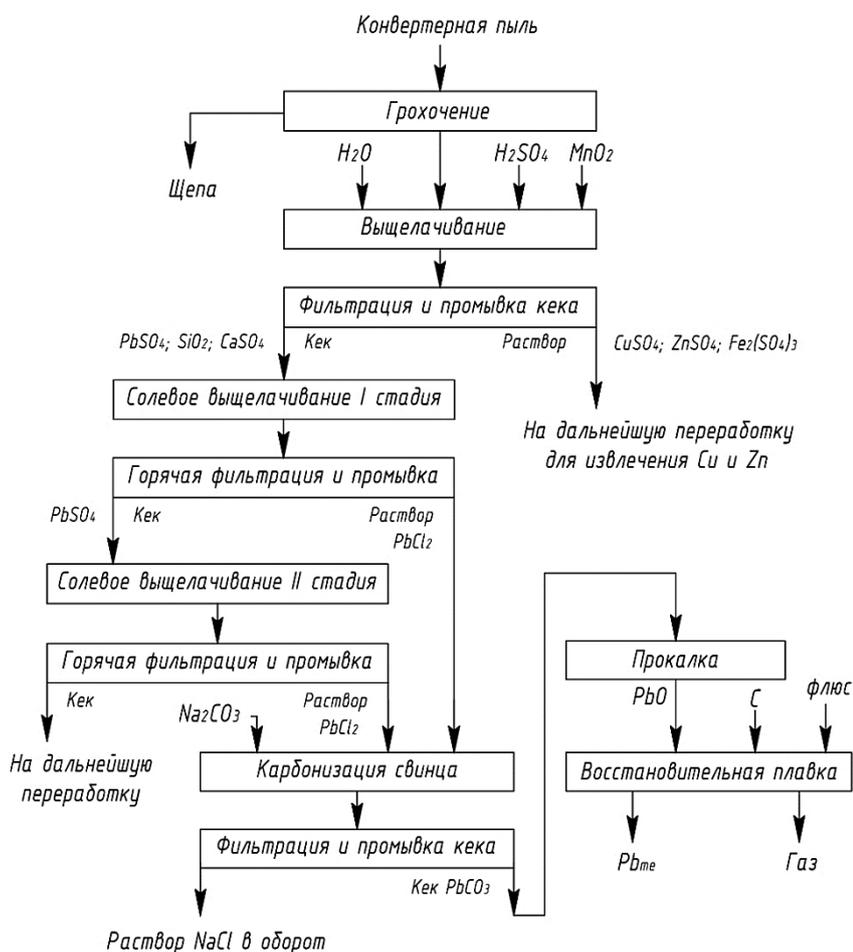
При кислотном выщелачивании пыли с полным извлечением свинца из добавлений меди, цинка и железа достигнуто извлечение меди и цинка в раствор в присутствии оксида марганца.

Достижения эффективности за счет осуществления процесса - основой служит химическая сущность реакции окисления сульфидной серы до состояния элемента с освобождением меди до формы растворения в воде вследствие окислительно-восстановительных процессов в присутствии кислорода.

После фильтрации осадок промывали водой при температуре 80°C до рН=5,5÷6,0. Полученный раствор меди 9,9 г/л и цинка 20,9 г/л является производительным раствором для извлечения цинка и меди.

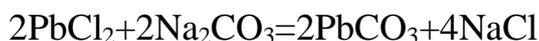
Для извлечения свинца из кека было проведено двухступенчатое солевое выщелачивание соли при концентрации хлорида натрия 250 и 150 г/л соответственно при температуре процесса 90-95°C. Продолжительность выщелачивания составляет 2 часа на каждой стадии, соотношение взаимодействия жидкого продукта с твердым продуктом Т:Ж=1:5. Для

очистки хлорида свинца от нерастворимых компонентов пульпу отфильтровали (рис. - 3).

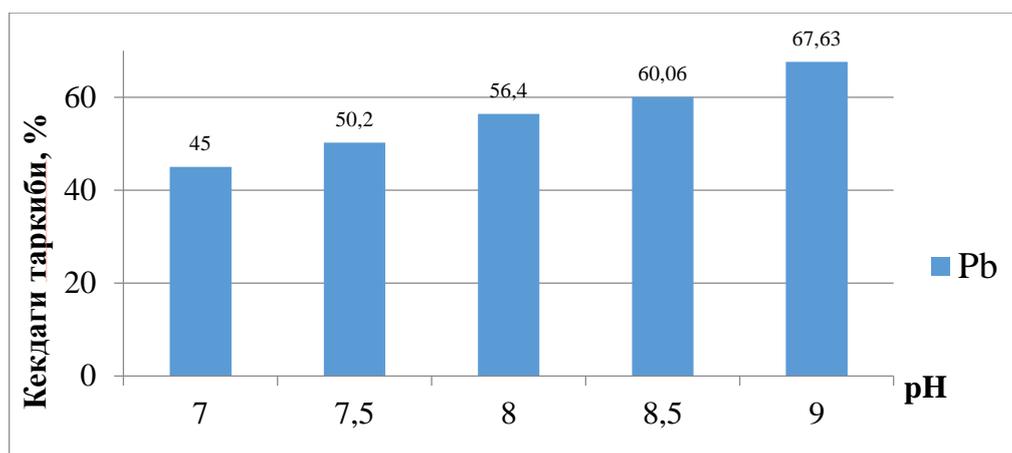


**Рис. 3. Технологическая схема получения свинца из конвертерной пыли медеплавильных заводов**

В результате технологических и опытных (экспериментальных) исследований определены оптимальные технологические показатели (параметры) процесса выщелачивания (рис. - 4). Карбонизация свинца проведено с добавлением кальцинированной технической соды в среду до рН- 8,5-9.

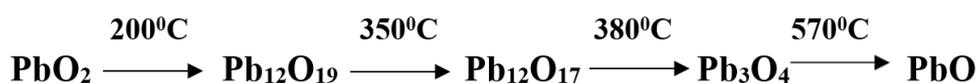


Термическое разложение карбоната свинца  $PbCO_3$  на оксид свинца (II)  $PbO$  является многоступенчатым процессом и зависит от температуры плавления. Процесс термического разложения карбоната свинца начинается при  $300^{\circ}C$  и заканчивается при температуре выше  $500^{\circ}C$ . При температуре около  $300^{\circ}C$  карбонат свинца разлагается с образованием темно-коричневых кристаллов оксида свинца (IV)  $PbO_2$ , которые затем превращаются в оранжевые кристаллы  $Pb_2O_3$  ( $PbO + PbO_2$ ), а при  $400^{\circ}C$ -красные кристаллы  $Pb_3O_4$  (рисунок 4).



**Рис. 4. Зависимость содержания свинца в осадке от времени и pH**

При температуре выше 450<sup>0</sup>С образуется желтый оксид свинца PbO, который затем восстанавливается до металла свинца в процессе восстановительной плавки. Процесс восстановления происходит под воздействием различных температур:



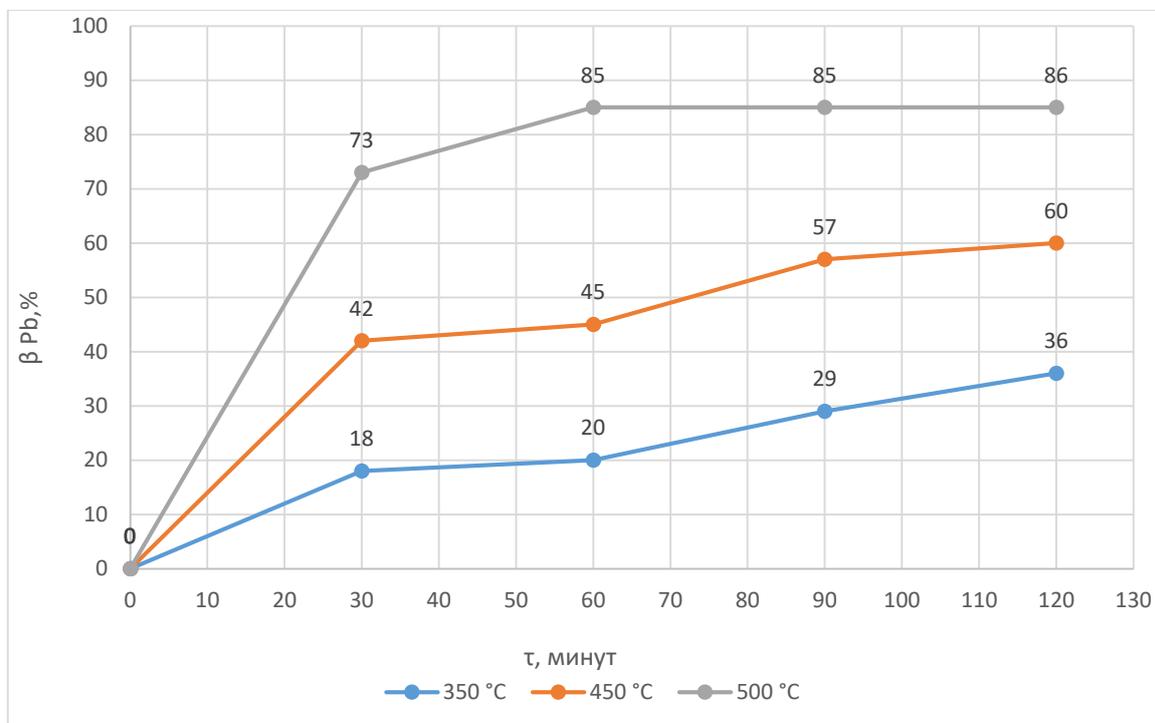
Для определения оптимальных условий процесса осаждения карбонатов свинца был проведен ряд лабораторных испытаний различной длительности и при различных температурах. Следующий состав осадка карбоната свинца, в%: Pb – 67,63; Bi-0,5 был вовлечен в окисление. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Результаты исследований по прокалики осадка карбоната свинца**

Наименование материала	Температура, °С	Время прокалики, мин.	Содержание свинца, %
Осадок карбоната свинца	350	30	18
		60	20
		90	29
		120	36
Осадок карбоната свинца	400	30	42
		60	45
		90	57
		120	60
Осадок карбоната свинца	450	30	73
		60	85
		90	85
		120	86
Осадок карбоната свинца	500	30	74
		60	84
		90	85
		120	86

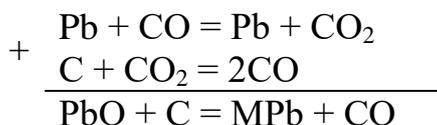
Согласно результатам исследований были определены следующие оптимальные режимные параметры процесса отверждения карбонатных отложений свинца: продолжительность процесса отверждения 60 мин; температура процесса отверждения 450-570 °С. После отверждения осадений карбоната свинца был получен оксид свинца PbO - глет, содержащий 85% свинца (рис. 5).



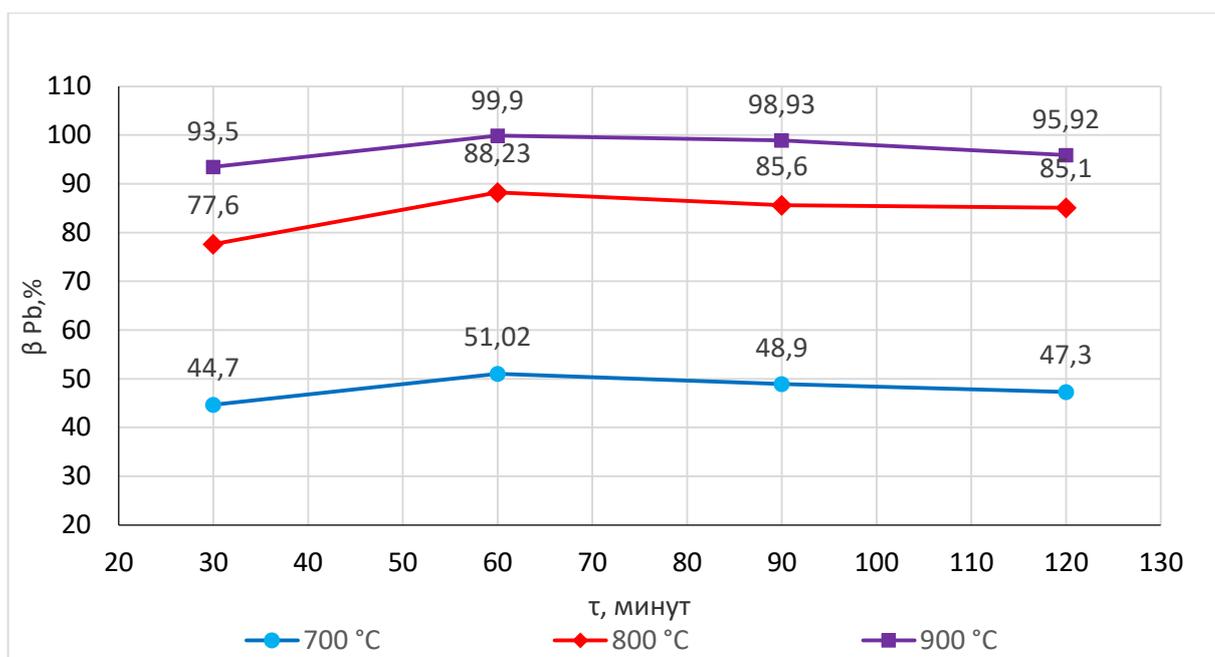
**Рис. 5. Зависимость степени чистоты свинца в металлических изделиях от температуры**

В металлургической практике типичными восстановителями являются углерод, угарный газ (CO) и водород (в меньшей степени).

Восстановление оксидов металлов твердым углеродом происходит в два этапа:

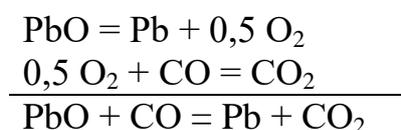


При восстановлении твердым углеродом в реакции прямого восстановления металлов участвует другой восстановительный агент - оксид углерода (CO). Оксид углерода является основным восстанавливающим средством. Благодаря своему газообразному состоянию он хорошо контактирует с оксидами металлов. Восстановление оксида металла оксидом углерода происходит даже без какого-либо контакта между оксидом металла и углеродом (рис. 6).

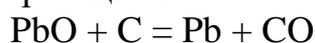


**Рис. 6. Продолжительность плавления металла по степени чистоты и ее температурная зависимость**

Механизм восстановления оксидов металлов оксидом углерода включает в себе стадии диссоциации оксида, с выделением кислорода, и соединение кислорода с восстановителем, полученным от диссоциации оксида:



Согласно термодинамическим расчетам, восстановление PbO до металлического состояния с использованием оксида углерода (II) происходит в соответствии со следующей реакцией:



Это может произойти даже при стандартных температурах. Однако процесс восстановления с помощью оксида углерода (II) может происходить при температуре выше 710 °C, потому что баланс реакции протекает:



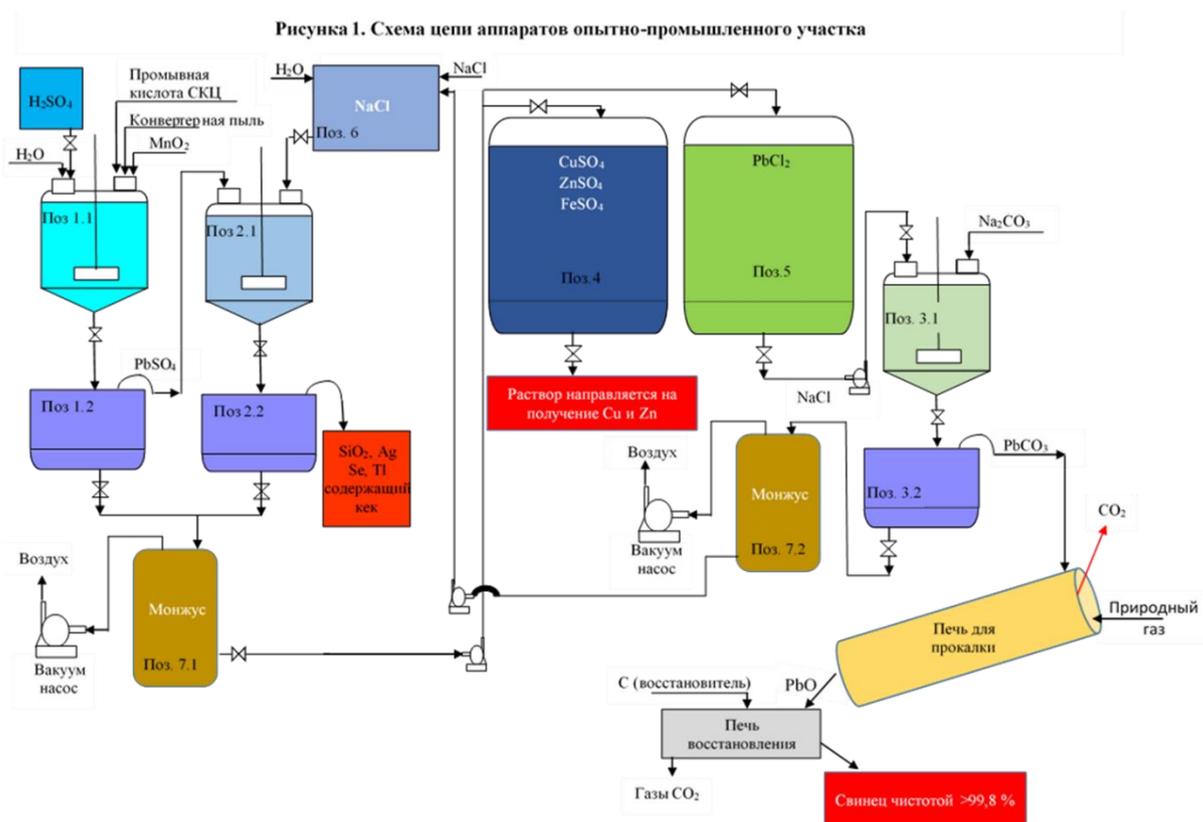
При температуре выше 710 °C сдвигается в сторону образования CO.

Таким образом, проведенные исследования показали основную возможность переработки конвертерной пыли с получением не менее 99% металлического свинца.

В четвертой главе диссертации под названием «**Разработка технологии переработки пыли медеплавильного завода и расчет ее эффективности**» разработана технологическая схема кислотного выщелачивания конвертерной пыли и схема цепочки оборудования (рис.7).

На основании этого после кислотного выщелачивания пылепа попадает в загуститель-отстойник (2), где происходит отщепление нерастворенного остатка от жидкой фазы, т. е. раствора сульфатов меди и цинка. Осажденный

раствор погружают центробежным насосом в кислотно-селективный сборщик растворов (7), осадок откачивают со дна осадителя в нутч-фильтр (3), где под действием вакуума происходит извлечение фильтрата от кека. Кек, отделенный от фильтрата, промывают водой. Фильтрат после фильтрации в нутч-фильтре центробежным насосом откачивается в коллектор кислотного выщелачивания (7), отфильтрованный кек, который в основном состоит из сульфата свинца с содержанием небольшого количества кварца и редких металлов, направляется в верхнюю часть реактора (4) для солевого выщелачивания, в результате чего получают продуктивные растворы. Для извлечения (отделения) кварца и редких металлов из раствора хлорида свинца его направляют на горячую фильтрацию, которую проводят на фильтре 5. Растворы  $PbCl_2$ , полученные после горячей фильтрации, объединяют и направляют в реактор 8 для карбонизации хлорида свинца. Полученный карбонат свинца извлекают от раствора хлорида натрия фильтрацией на фильтре 9, выдерживают в печи и растворяют в восстановительной среде с получением металлического свинца (рис. 7).



**Рис. 7. Схема цепи оборудования по переработке конверторной пыли медеплавильных заводов**

Таким образом, новая технологическая схема, применяемая в промышленных условиях АО «Алмалыкский ГМК», способствует обеспечению равномерного выделения сульфатных растворов меди и цинка, применимых к существующим технологическим процессам с получением

меди и цинка, а также получением металлического свинца с улучшением технологических режимов промышленности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рекомендован перспективный гидрометаллургический способ извлечения свинца, меди и цинка из мелкозернистой пыли медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК».

2. Предложено использовать оксид марганца (IV) в качестве окислителя при высокой степени извлечения меди и цинка в кислотно-селективной плавке мелких частиц пыли медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК».

3. Разработана технология обработки мелкозернистых конвертерных пыли раствором кислоты и рекомендована к производству.

4. Выявлены кинетические параметры извлечения металлов с извлечением Cu-98,0%, Zn-93,0% в результате применения разработанной ресурсосберегающей технологии

5. Разработана и рекомендована к производству технология получения металлического свинца (содержание свинца более 99,0%), сульфата меди и сульфатов цинка из мелкозернистой конвертерной пыли.

6. Ожидаемый экономический эффект от применения предлагаемой эффективной ресурсосберегающей технологии комплексного извлечения ценных компонентов от пыли составляет 567 млн. сумов в год или 25 млн. сумов на 1 тонну переработки мелкозернистой конвертерной пыли.

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

---

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

**MIRZANOVA ZULFIZAR ANVARZHONOVNA**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PROCESSING NON-  
FERROUS AND PRECIOUS METALS FROM COPPER PLANT THE  
CONVERTER DUSTS**

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

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

**Tashkent – 2022**

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2021.4.PhD/T2486

The dissertation was completed at the State Unitary Enterprise «Fan va Tarakkiyot» of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

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

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

**Official opponents:** **Abed Nodira Soyibjonovna**  
doctor of technical sciences, professor

**Tolibov Bezod Ibroximovich**  
doctor of technical sciences, dotsent

**Leading organization:** **Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan**

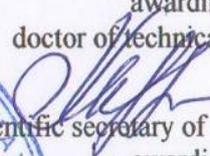
The defense will take place 01 February at 14<sup>00</sup> the meeting of Scientific council No. DSc.27.06.2017.K/T.03.01 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot», (Address:100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. tel/fax:(+99871) 246-39-28/(+998971) 227-12-73,e-mail:[gupft@inbox.uz](mailto:gupft@inbox.uz)).

The dissertation can be reviewed at the information resourcecenter of the state unitary enterprise «Fan vatarakkiyot», (is registered under No.40). Address:100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. tel/fax:(+99871) 246-39-28/(+998971) 227-12-73, e-mail: [www.gupft.uz](http://www.gupft.uz)).

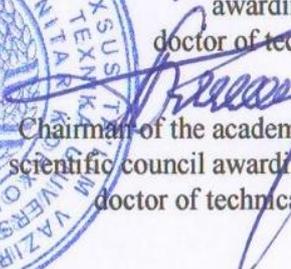
Abstract of dissertation sent out on «19» January 2022y.  
(mailing report No. 40-21 at 28 December 2021 y.)



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



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



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



## INTRODUCTION (abstract of the (PhD) dissertation)

**The aim of the research work is** to create a technology for the extraction of copper, zinc, lead and rare metals from fine-grained dust of a copper smelter.

**The objects of research** are fine converter dust containing non-ferrous and rare metals, which is formed in the process of converting copper mattes of the metallurgical shop of the copper smelter of «Almalyk MMC» JSC.

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

a technology for the production of copper and zinc sulfate was developed on the basis of a scientific analysis of the chemical and mineralogical composition of the fine-grained powder of a copper smelter, and the properties of the solution with the transition of non-ferrous and rare metals were determined;

it was established that it is possible to leave 95% of gold and silver in the cake and it was possible to isolate 85% of lead from converter dust; as a result of selective melting with sulfuric acid, indicators of the technology for obtaining metallic lead by selective melting of the remaining cake with a solution of sodium chloride were obtained;

high-temperature filtration rates for lead retention in sodium chloride solution were revealed;

the optimal indicators of lead carbonate combustion and lead oxide (litharge) formation were determined;

a resource-saving technology for processing fine-grained powder in the converter of a copper smelter has been developed.

**Implementation of research results.** Based on the conducted scientific research on the creation of a technology for the extraction of non-ferrous and rare metals from the converter dust of a copper plant, the following results were obtained:

the technology for extracting non-ferrous metals from fine dust particles of a copper smelter was introduced at the copper smelter of «Almalyk MMC» JSC (reference No. AA-010216 of «Almalyk MMC» JSC dated December 15, 2021). As a result, it became possible to extract 85.0% lead, 96.0-98.0% copper and 92.0-93.0% zinc from converter dust;

the technology of selective melting of lead from cake with a solution of sodium chloride was introduced at the copper smelter of «Almalyk MMC» JSC (reference No. AA-010216 of «Almalyk MMC» JSC dated December 15, 2021). As a result, it became possible to extract metal lead with a purity of 99.0% by dissolving converter dust with sodium chloride salt.

**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 110 pages.

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

**I бўлим (I часть, part I)**

1. Хасанов А.С., Саидахмедов А.А., Мирзанова З.А. Разработка технологии получения свинца из конверторной пыли // Ўзбекистон кончилик хабарномаси 2020, №4, – С. 50 – 52 (05.00.00; №7).
2. Мирзанова З.А., Муносибов Ш.У., Рахимжонов З.Б., Каримова Ш.К., Қаршибоев Ш. Ташалиев Ф.Б. Технология переработки техногенных отходов содержащие цветные металлы. //Universum: технические науки электрон. научн. журн. 2021 6 (87), - С. 59 – 66. DOI - 10.32743/UniTech.2021.87URL:<https://universum.com/ru/tech/archive/item/10988> (05.02.01; №1).
3. Мирзанова З.А.,Хасанов У.А., Исроилов А.Т., Ташалиев Ф.Б., Рахимжонов З.Б. Современный подход переработки техногенных отходов, содержащие цветные металлы Технология переработки техногенных отходов, содержащие цветные металлы. //Композицион материаллар илмий-техникавий ва амалий журнали 2021, №2, - С.176 – 179 (05.02.01; №13).
4. Мирзанова З.А.Хасанов А.С. Technology For Processing Industrial Waste Containing Non-Ferrous Metals // The American Journal of Applied sciences October 30, 2021 | P: 18-30//№ 23 IMPACT FACTOR 2021: 5. 634 (№23; Scientific journal impact factor, SJIF 2021: 5.634).
5. Ҳасанов А.С., Ҳакимов К.Ж., Хўжакулов А.М., Шукуров А.Ю. Мирзанова З.А. // Чодак кони техноген чиқиндиларини қайта ишлаш имкониятлари” // ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2021, Т.25, №5. (05.02.01; №20).

**II бўлим (II часть; part II)**

6. Саидахмедов А.А., Мирзанова З.А. Мис эритиш заводларининг чанглари қайта ишлаш усулларини тадқиқ қилиш. «Uchinchi Rennans: ilm-fan va ta’lim taraqqiyoti istiqbollari» mavzusidagi ilmiy konferensiya materiallari. –Toshkent, Yanvar, 2021, –59-66 б.
7. Туробов Ш.Н., Мирзанова З.А. Анализ современного состояния производства и переработки ванадия содержащего сырья «Uchinchi Rennans: ilm-fan va ta’lim taraqqiyoti istiqbollari» mavzusidagi ilmiy konferensiya materiallari. –Toshkent, Yanvar, 2021, –181-185 б.
8. Хасанов А.С., Қаршибоев Ш.Б., Мирзанова З.А., Атаханов А.О. Химический способ получение германия // “Кимё нефт-газни қайта ишлаш ҳамда озиқ-овқат саноатлари инновацион технологияларининг долзарб муаммолари” халқаро илмий техникавий конференция тезислар тўплами. Тошкент, 25-26 май, 2021, - 80-81 б.

9. Хасанов А.С., Мирзанова З.А., Муталибхонов С.С., Маткаримов А.Т. Современный подход переработки техногенных отходов, содержащие цветные металлы Материалы конференции «Международная научно-техническая конференция композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение Ташкент,16-17 сентября, 2021, -С 108-109.
- 10.Хасанов А.С., Усмонкулов О.Н., Мирзанова З.А. Хлоридли эритмаларда платиноидларнинг мавжуд формалари // Международный научный и научно-технический конференции «Практические и инновационные научно исследования: актуальные проблемы, достижения и новшества (посвящены памяти профессора А.А. Юсупходжаева)» 6.12.2021 г, Ташкент, - 167-170 б.
- 11.Абдукадыров А.А., Хасанов А.С., Пирматов А.С., Умаров Ф.Я., Мирзанова З.А.Ўзбекистон Республикаси Адлия Вазирлиги Хузуридаги Интеллектуал Мулк агентлигидан “Металл кўрғошин олиш учун майда конвертор чанглари қайта ишлаш” мавзусида патент олиш учун IAP 2021 0165 рақамли билдириш хати олинган.
- 12.Мирзанова З.А., Абдукадыров А.А., Каримова Ш.К. Техноген чиқиндилар таркибидаги рангли ва нодир металлларни комплекс ажратиш олиш жараёнини тадбиқ этиш. «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов» II – Республиканская научно практическая конференция, с участием зарубежных ученых, посвященная 90-летию лаборатории Химии и химической технологии силикатов АН РУз и памяти Заслуженного деятеля науки Узбекистана, д.х.н., проф. Н.А. Сиражиддинова, приуроченный Международному году «Стекло 2022». 29-20 января 2022, -С 482-484.

Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналидан таҳрирдан  
ўтказилди.

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи: 2,5. Адади 100. Буюртма № 80.

Гувоҳнома reestr № 10-3719  
“Тошкент кимё технология институти” босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.

, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.