

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.17/04.06.2021.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ОЛМАЛИҚ ФИЛИАЛИ**

**НОСИРОВ НУРЗОД ИХТИЁРОВИЧ**

**“ОЛМАЛИҚ КМК” АЖНИНГ ЧОДАК ОЛТИН САРАЛАШ  
ФАБРИКАСИ ЧИҚИНДИЛАРИНИ ҚАЙТА ИШЛАШНИНГ  
САМАРАЛИ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**04.00.14 – Фойдали қазилмаларни бойитиш**

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

**Навоий – 2022**

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

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

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

**Носиров Нурзод Ихтиёрович**

“Олмалиқ КМК” АЖнинг Чодак олтин саралаш фабрикаси чиқиндиларини қайта ишлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш. ....3

**Носиров Нурзод Ихтиёрович**

Разработка эффективной технологии переработки хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК» .....21

**Nosirov Nurzod Ikhtiyorovich**

Development of an efficient technology for processing tailings of the Chadak gold recovery plant of Almalyk MMC JSC. ....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works..... 42

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.17/04.06.2021.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ОЛМАЛИҚ ФИЛИАЛИ**

**НОСИРОВ НУРЗОД ИХТИЁРОВИЧ**

**“ОЛМАЛИҚ КМК” АЖНИНГ ЧОДАК ОЛТИН САРАЛАШ  
ФАБРИКАСИ ЧИҚИНДИЛАРИНИ ҚАЙТА ИШЛАШНИНГ  
САМАРАЛИ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**04.00.14 – Фойдали қазилмаларни бойитиш**

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

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2022.1.PhD/T1554 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети Олмалиқ филиалида бажарилган.

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

<b>Илмий раҳбар:</b>	<b>Самадов Алишер Усманович</b> техника фанлари доктори, доцент
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Эргашев Улугбек Абдурасулович</b> техника фанлари доктори, доцент <b>Бердияров Бахриддин Тиловкабулович</b> техника фанлари бўйича фалсафа доктори, доцент
<b>Етакчи ташкилот:</b>	<b>Миллий технологик тадқиқотлар университети</b> <b>“МИСиС”нинг Олмалиқ шаҳридаги филиали</b>

Диссертация ҳимояси Навоий давлат кончилиқ ва технологиялар университети ҳузуридаги DSc.17/04.06.2021.T.06.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «27» июль соат 14:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Маҳмуд Таробий кўчаси, 72-уй. Навоий давлат кончилиқ ва технологиялар университетининг мажлислар зали. Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66; e-mail: [info@ndki.uz](mailto:info@ndki.uz), [nsmi@gmail.com](mailto:nsmi@gmail.com).

Диссертация билан Навоий давлат кончилиқ институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (92-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Маҳмуд Таробий кўчаси, 72-уй, Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66.

Диссертация автореферати 2022 йил «13» июль куни тарқатилди.  
(2022 йил «13» июлдаги 6 рақамли реестр баённомаси)



**К.Санақулов**  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш раиси, т.ф.д, профессор

**О.У.Фузайлов**  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.ф.д. (PhD)

**Н.А.Донияров**  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш қошидаги илмий семинар  
раиси, т.ф.д., доцент

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда ҳозирги вақтда олтин таркибли рудалар қийин бойитилувчан ва металлни ажралиши бўйича паст кўрсаткичли бўла бошлади. Олтин таркибли руда захиралари ўрганилганда, олтин миқдорининг камлиги, майин ҳол-ҳоллиги, заррачаларнинг тенг тақсимланмаганлиги ва юқори дисперслиги тасдиқланди, шу сабабли қайта ишлаш корхоналарининг чиқиндиларида олтин миқдори юқори бўлган чиқиндилар йиғилиб қолгани алоҳида аҳамият касб этади.

Дунёда бугунги кунда таркибида олтин таркибли рудалар ва чиқиндиларни бойитиш ва гидрометаллургик қайта ишлаш технологиясини такомиллаштириш, янги самарали технологияларни ишлаб чиқиш орқали олтин таркибли рудалар ва чиқиндиларни максимал даражада очиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада олтин саралаш фабрикаларининг чиқиндиларини қайта ишлашни самарадорлигини ошириш учун янги технологияларни ишлаб чиқиш билан боғлиқ масалаларга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда кон-металлургия саноатига олтин ва кумуш ишлаб чиқаришни кўпайтириш мақсадида, олтин саралаш фабрикаларининг чиқиндиларини бойитишнинг янги технологияларини ишлаб чиқиш бўйича илғор илмий асосланган чора-тадбирларни жорий қилиниб, бир қатор илмий амалий натижаларга эришилмоқда. Бу борада гидроциклонларда, концентраторларда ва магнит ажратгичларда бойитишнинг комбинатциялашган технологиясини чиқиш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Фармонида<sup>1</sup> “ишлаб чиқаришга тежамкор энергия ва экологик жиҳатдан хавфсиз технологияларни жорий қилиш ва ташкил этиш бўйича илмий-тадқиқот ишларини кенгайтириш...” каби муҳим вазифалар белгиланган. Шу нуқтаи назардан, тадқиқотнинг ушбу йўналиши, олтин саралаш фабрикаларининг чиқиндиларини қайта ишлашда бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш ва жорий қилиш ҳамда қимматбаҳо металлларнинг ажралишини ошириш учун янги технологиялардан фойдаланиш алоҳида аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғриси”даги Фармони ва Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 январдаги ПҚ-4124-сон “Кон-металлургия саноати корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғриси”даги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг Республика илм-фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқлиги.** Мазкур тадқиқот иши республика фан ва технологиясини ривожлантиришнинг VII.

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғриси»даги ПФ-4947-сон Фармони // Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами – Т., 2017. – 103 б.

«Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хом ашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Дуне амалиётида олтин саралаш фабрикаларининг чиқиндиларини қайта ишлашнинг технологияларини ривожлантиришга бўйича илмий изланишларга А.Ф. Гриффин, Р. Гримм, Р.С. Шоемакер, Г.С. Бергер, А.Е. Воробьев, Д.К. Забельский, О.В. Денисова, В.И. Зеленов, С.И. Митрофанов, Б.Н. Ласкорин, К. Лер, В.В. Лодейшиков, Л.В. Милованов, К.С. Санакулов, С.А. Абдурахмонов, Х.А. Ахмедов, А.С. Хасанов, В.В. Хабилов, У.А. Эргашев, А.У. Самадов ва шу каби бошқа олимлар катта ҳисса қўшган.

Бу йўналишда гравитацион бойитишнинг янги жараёнлари, винтли сепаратор, шлюз, концентрацион стол, концентраторлардан, магнит ажратгичлардан ва флотацион машинадан иборат схема бўйича тадқиқотлар ўз ичиг олади. Шу нуқтаи назардан, тадқиқотнинг бу йўналишида қимматбаҳо металлларни ажратиб олишни кўпайишини таъминлайдиган янги технологиялардан фойдаланган ҳолда, олтин саралаш фабрикаларининг чиқиндиларини қайта ишлашда бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш катта илмий ва амалий аҳамиятга эга.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация илмий-тадқиқот иши И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети Олмалик филиалида ПЗ-20170929768 - “Қимматбаҳо кампонентларни ажратиб олиш мақсадида мис ишлаб чиқариш шлакларини қайта ишлаш технологиясини яратиш”» мавзусидаги давлат гранти доирасида бажарилган (2017-2020 йй.).

**Тадқиқотнинг мақсади** қимматбаҳо ва қора металллар ишлаб чиқаришни кўпайтириш имконини берувчи Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларини қайта ишлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

#### **Тадқиқотнинг вазифалари:**

Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларидаги олтин, кумуш ва темир минералларининг фракциялар бўйича сифат-микдорий тақсимотини ўрганиш;

“Олмалик КМК” АЖ Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларининг саноат маҳсулотида олтин ва кумушни бойитмасини ҳамда темир оксидини ажралиш даражасига таъсир этувчи магнит ажратишнинг ва гравитацион бойитишнинг асосий технологик параметрларини аниқлаш;

гидроциклон, магнит ажратгич ва марказдан қочма концентраторнинг техник параметрларини ҳисоблаш орқали “Олмалик КМК” АЖ Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларини қайта ишлаш аппарат схемасини ишлаб чиқиш;

“Олмалик КМК” АЖ Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларидан қимматбаҳо кампонентлар (олтин, кумуш ва темир оксиди) ажратиб олишнинг самарали технологияси ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида “Олмалиқ КМК” АЖ Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндилари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** Чодак олтин саралаш фабрикаси чиқиндиларидан қимматбаҳо компонентларни (олтин, кумуш ва темир оксиди) комплекс ажратиб олиш технологияси ҳисобланади.

**Тадқиқот усуллари.** Ушбу илмий тадқиқот ишида замонавий умумий тадқиқот усуллари, рентгенотузилишли, пробирли, фазовий ва кимёвий таҳлил усулларидан фойдаланилди.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги қўйидагилардан иборат:**

Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларида олтин, кумуш ва темир минералларини фракциялар бўйича сифат-микдорий тақсимооти аниқланган;

биринчи марта “Олмалиқ КМК” АЖ Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларидан олтин, кумуш ва темир оксидини ажратиб олишда магнитли ва гравитацион бойитиш усуллари қўллаган ҳолда комплекс қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилган;

Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларини бойитиш жараёнларини ўтказиш учун аппаратлар занжири схемасидаги технологик кетма-кетлиги аниқланган;

“Олмалиқ КМК” АЖ Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларидан олтин, кумуш ва темир оксидини ажратиб олиш технологиясининг оптимал режимлари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қўйидагилардан иборат:

Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларида олтин, кумуш ва темир минералларининг фракциялар бўйича сифат-микдорий тақсимотини аниқлаш мақсидида, комплекс лаборатория ва тажриба синовларини ўтказиш учун экспериментал қурилмалар ишлаб чиқилган;

“Олмалиқ КМК” АЖ Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларининг саноат маҳсулотидида олтин ва кумушни бойитмасини ҳамда темир оксидини ажралиш даражасига таъсир этувчи магнит ажратишнинг ва гравитацион бойитишнинг асосий технологик параметрлари аниқланган;

гидроциклон, магнит ажратгич ва марказдан қочма концентраторнинг техник параметрлари аниқланди, улар асосида “Олмалиқ КМК” АЖ Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларини қайта ишлаш аппарат схемаси ишлаб чиқилган;

“Олмалиқ КМК” АЖ Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларидан қимматбаҳо компонентлар (олтин, кумуш ва темир оксиди) ажратиб олишнинг самарали технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** сезиларли ҳажмдаги олтин саралаш фабрикасининг чиқиндиларини қайта ишлашнинг самарали параметрлари ва режимларини аниқлаш бўйича олиб борилган тажриба экспериментлар ҳамда саноат миқёсида олтин, кумуш ва темир оксиди ажратиб олиш миқдорларини қониқарли мутоносиблиги билан исботланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти лаборатория тажрибалари ва тажриба-саноат синовларни ўтказилган олинган натижалар илмий асосланди, асосий қимматбаҳо компонентларнинг чиқиндилардаги фракциялар бўйича миқдорий тақсимланиш қонуниятлари аниқланди ва белгиланди, бу эса қимматбаҳо компонентларни (олтин, кумуш ва темир оксиди) ажратиб олишни таъминлади, олтинни саралаш фабрикаларининг чиқиндиларини қайта ишлашнинг комбинацияланган усули ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланганга чиқиндиларидан қимматбаҳо компонентларни (олтин, кумуш ва темир оксиди) ажратиб олишни таъминловчи технологик схемасини ишлаб чиқишга хизмат қилади.

#### **Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.**

Олтинни саралаш фабрикаларининг олдиндан тўпланган чиқиндиларидан қимматбаҳо компонентларни (олтин, кумуш ва темир оксиди) ажратиб олиш технологияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида:

Чодак олтин саралаш фабрикаси чиқиндиларини магнитли сепарация ва марказдан қочма концентраторларда бойитиш орқали комплекс қайта ишлаш технологияси “Олмалик КМК” АЖда жорий этилган (“Олмалик КМК” АЖнинг 2022 йил 9 февралдаги АА-001128-сон маълумотномаси). Натижада, Чодак олтин саралаш фабрикаси чиқиндиларининг таркибидан 66% олтин ва 62,6% кумуш ажратиб олиш имконини берган;

“Олмалик КМК” АЖ Чодак олтин саралаш чиқиндиларидан темир оксидини магнитли сепарация ёрдамида ажратиб олиш жараёни “Олмалик КМК” АЖда жорий этилган (“Олмалик КМК” АЖнинг 09.02.2022 й. АА-001128-сон маълумотномаси). Натижада, 53,3% темир оксидини ажратиб олиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 1 та республика ва 4 та халқаро илмий – амалий анжуманларда апробациядан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 та, жумладан Республика нашрларида 2 та ва хорижий журналларда 4 та мақола нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўрт боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 110 бетни ташкил этган.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш** қисмида олиб борилган тадқиқотнинг аҳамияти ва долзарблиги, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланган, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг Республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган,

тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этилиши бўйича тавсиялар, эълон қилинган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **"Олтинни қайта ишлаш фабрикалари чиқиндиларини бойитилувчанлиги бўйича илгари қилинган тадқиқотларнинг таҳлили"** деб номланган биринчи бобида олтин саралаш фабрикалари чиқиндиларини қайта ишлашнинг ҳозирги ҳолати кўриб чиқилган. Олтин саралаш фабрикалари чиқиндиларини бойитишнинг замонавий усуллари кўриб чиқилган. Олтин саралаш фабрикалари чиқиндиларини қайта ишлашнинг анъанавий ва янги технологияларини қўллашнинг истиқболлари ўрганилган. Олтин саралаш фабрикалари чиқиндиларини саноатда самарали қайта ишлашга тўсқинлик қилувчи асосий омиллар аниқланган.

Диссертациянинг **"Бойитиш фабрикаларининг чиқиндиларини тадқиқ қилиш объектлари ва усуллари"** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектлари ва усуллари келтирилган. Чиқиндихоналарда олтин бир хил тақсимланмаган. Чиқиндихоналарнинг айрим қисмларида олтин юқори таркибининг жойлашганлиги кузатилди (0,8-1,07 г/т). Бу айниқса, чиқиндихонанинг ғарбий, жануби-ғарбий ва шимоли-шарқий қисмларида 1-3 м чуқурликда яққол намоён бўлди. Олтин тақсимланишининг ҳажмий-жойлашув хариталари тузилди. Моддий таркибни ўрганиш учун дастлабки намуналардан намуналар олинди ва қўйидаги таҳлиллар ўтказилди: спектрал, кимёвий, рационал ва минералогик. Чиқиндиларни узоқ муддатли тадқиқотлар асосида чиқиндихонани геотехнологик тадқиқотларни махсус услубияти ишлаб чиқилди, у қуйидаги кетма-кет жараёнларни ўз ичига олади: олтин таркибини таҳлил қилиш ва намуна олиш усуллари танлаш; олтин таркибининг турли синфларда пайдо бўлиш частотасини аниқлаш; олтинни чиқиндихонада маҳаллий-фазовий ва маҳаллий ҳажмли тақсимланиш харитасини тузиш; чиқиндихонанинг турли қисмларидан олинган намуналарнинг заррача катталиги тақсмотини аниқлаш; ўртача намуналарнинг элементар, минералогик таркиби аниқланган.

Диссертациянинг **"Қайта ишлашнинг оптимал схемаларини аниқлаш мақсадида олтинни саралаш фабрикаларининг чиқиндиларини моддий таркибини ўрганиш"** деб номланган учинчи бобида Ризаксаё чиқиндихонасида (1-намуна) ва Шинавассай чиқиндихонасида (2-намуна) олтиннинг ҳажмий-фазовий жойлашувининг тақсимланишини аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари, чиқиндихоналарда олтинни жойлашиш шакли аниқланган, қианланган олтининг локализация жойи ва олдиндан тўпланган чиқиндиларни қайта ишлашнинг рентабель йўллари баҳолаш мумкун бўлганлиги келтирилган.

Шинавазсой чиқиндихонасида 1844,7 минг тонна чиқиндилар мавжуд бўлиб, уларда 0,44 г/т таркибили 1,097 тонна олтин ва 13,0 г/т таркибли 29,9 тонна кумуш мавжуд. Ушбу чиқиндихона 1970 йил майдан 1979 йил октябрга қадар ишлаган. Ризаксой чиқиндихонасида 6 879,624 минг тонна чиқиндилар мавжуд бўлиб, уларда 0,5 г/т таркибили 2,75 тонна олтин ва

8,9 г/т таркибли 61,2 тонна кумуш мавжуд. Ризаксой чиқиндихонасидан ҳозирги кунда фойдаланилмоқда ва фаолият олиб бормоқда. Ризаксой чиқиндихонасида йиллига 185 минг тонна чиқиндилар йиғилмоқда. Чиқиндихоналарда олтин бир хил тақсимланмаган. Чиқиндихоналарнинг айрим қисмларида олтин юқори таркибида жойлашганлиги кузатилади (0,4-1,07 г/т). Олтин тақсимланишининг ҳажмий-жойлашув хариталари тузилди (1-жадвал). Олинган ўртача намуналар бўйича олтин (0,4 г/т дан ортиқ), кумуш (17,0 г/т дан ортиқ) нинг юқори миқдори ўрганилаётган ҳудуднинг 45% дан ортиғи умумий чиқиндихоналар 1-3 м чуқурликдан кузатилади. Олтиннинг ўхшаш концентрацияси ўрганилган майдонларнинг 50%дан кўпроғида кузатилади: чиқиндихонанинг шимолий қисмида (3 м чуқурликда); чиқиндихонанинг шимолий-шарқий қисмида (1-3 м чуқурликда), ғарбий қисмида (5-35 м чуқурликда).

1-жадвал

Чиқиндиларнинг чуқурлигига қараб чиқиндихонадан нукталар асосида  
олинган намуналар

№	Намуна олиш жойлари (жойлашув қисми)	Умумий намуналар сони, дона	Олиш чуқурлиги, м		
			Намуна 1	Намуна 2	Ўртача
1	Шимолий-шарқий томон (I)	30	14	16	15
2	Шимолий-шарқий томон (II)	54	24	30	27
3	Шимолий томон (III)	116	36	44	40
4	Шимолий-ғарбий (IV)	187	23	37	30
6	Ғарбий (V)	50	32	21	26
7	Жанубий (VI)	79	34	39	36
8	Жанубий (VII, VIII)	97	41	41	41
	Жами	613	20	27	27

Чиқиндихонада олтин концентрациясининг тақсимланишини батафсил ўрганиш шуни кўрсатадики, чиқиндихонанинг шимолий-ғарбий ва шимолий қисмларида пайдо бўлган чуқурликда юқори таркибли олтин ва кумуш жойлашувининг ўзига хос хусусияти мавжудлиги аниқланди. Чиқиндихоналарнинг шимолий-шарқий ва жанубий-ғарбий қисмларида 0,4-1,07 г/т оралиғида аномал олтин миқдори қирралари бўйлаб эканлиги аниқланди. Ўртачалаштирилган чиқиндилар намуналарида олтин ва кумушнинг миқдори атом-абсорбцион спектрометрда кимёвий усул билан аниқланди. Танланган чиқиндилар намуналарининг кимёвий таркиби натижалари 2 - жадвалда кўрсатилган.

2-жадвал

Олинган намуналарнинг кимёвий таркиби

Дунё томонлари бўйича	Миқдори, %		
	Au, г/т	Ag, г/т	Темир оксиди, %
Ғарбий томон	0,4	15,3	5,4
Шимолий томон	0,56	17,8	6,58
Шарқ томон	1,07	17,1	8,61
Жанубий томон	0,01	13,0	15,78

Чиқинди намуналарининг кимёвий таҳлил натижалари 3-жадвалда келтирилган. Таҳлиллар "Олмалик КМК" АЖ ва "МРИ" ДК кимёвий лабораториясида ўтказилган.

3-жадвал

Ўртача чиқинди намуналарининг кимёвий таҳлил натижалари

№	Компонентлар	Миқдор		№	Компонентлар	Миқдор	
		намуна 1	намуна 2			намуна 1	намуна 2
1.	Темир оксиди (магнитит), %	9,3	13,4	3.	Олтин, г/т	0,5	0,44
2.	Темир оксиди (Гематит), %	31,58	41,22	4.	Кумуш, г/т	15,8	16,1

Рационал таҳлилни ўтказиш учун циянлаш жараёнини кетма-кетликда ўтказиш, ишқорда ишлов бериш ва ишқорий қолдиқни циянланлаш, хлорид кислотада ишлов бериш ва кислота қолдиғини циянлаш, нитрат кислотада ишлов бериш ва кислота қолдиғини циянлашдан иборат бўлган одатий усул қўлланилди. Рационал таҳлили натижалари 4-жадвалда келтирилган.

4-жадвал

Чиқиндиларни рационал таҳлили натижалари

Au, Agларнинг минералдаги шакли ва кўриниши	Миқдори							
	Au		Ag		Au		Ag	
	намуна 1				намуна 2			
	г/т	%	г/т	%	г/т	%	г/т	%
1. Рудада Au, Agнинг металл оксиди кўринишида	0,41	82,0	11,63	73,6	0,32	72,7	10,87	67,5
2. Au, Ag арсенопирит, пиритларда боғланган кўринишда	0,04	8,0	2,95	18,7	0,1	22,7	4,41	27,4
3. Au, Ag кварц, алюминий силикатларда боғланган кўринишда	0,05	10,0	1,22	7,7	0,02	4,6	0,82	5,1
Жами дастлабки чиқинди	0,5	100	15,8	100	0,44	100	16,1	100

5-жадвалда лабораторияда бажарилган темирга фазавий таҳлил натижалари келтирилган. Фазавий таркиб ўрганиш рентгенфазавий ИК-спектрофотометрик таҳлил усули ёрдамида амалга оширилган.

5-жадвал

Чиқиндиларни ўртача намуналарини темирга фазавий таҳлил натижалари

Темир таркиби шакли	Намунадаги темир таркиби, %		Темир тарқалиши, %	
	Намуна 1	Намуна 2	Намуна 1	Намуна 2
Темир карб. ва энг.эрувчи силик.	1,52	1,89	25,87	19,83
Темир магнетит	0,64	1,47	10,89	15,42
Темир гидрооксид.	0,62	1,22	10,55	12,80
Темир гематит	2,47	4,27	42,04	44,80
Ялпи темир	9,275	9,53	100,0	100,0

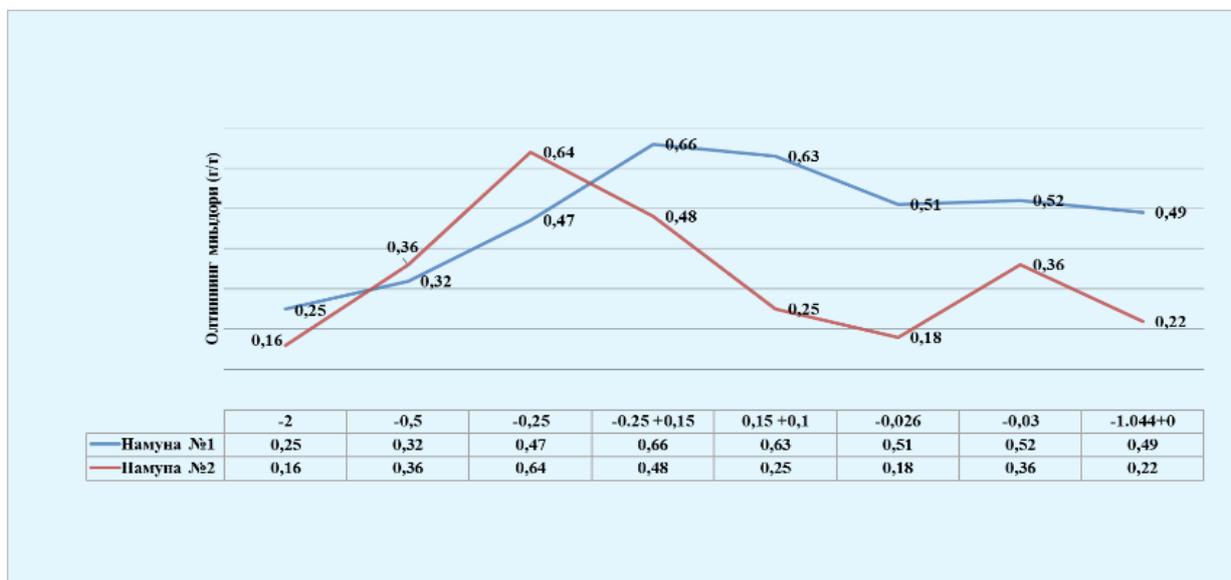
Мазкур жадвалда кўриниб турибдики, ўрганилаётган темир намуналари асосан гематит шаклида бўлиб, 1-намунада унинг улуши 42,04%ни, 2-намунада эса 44,80%ни ташкил қилади. Қайд қилиш керакки гидрооксидлар 10,55-12,80%, темир карбонат ва енгил эрувчан силикатлар 19,83-25,87%, темир магнетит эса 10,89-15,42% га тенг эканлиги аниқланди. Чиқиндилар йириклик синфи бўйича асосий олтин ва кумушнинг миқдори бўйича тақсимотини аниқлаш учун турли ўлчамдаги тирқишларга эга элақда сараланди. Дастлабки намунанинг гранулометрик таҳлил натижалари б-жадвалда келтирилган

б-жадвал

Дастлабки чиқинди намуналарининг гранулометрик таркиби

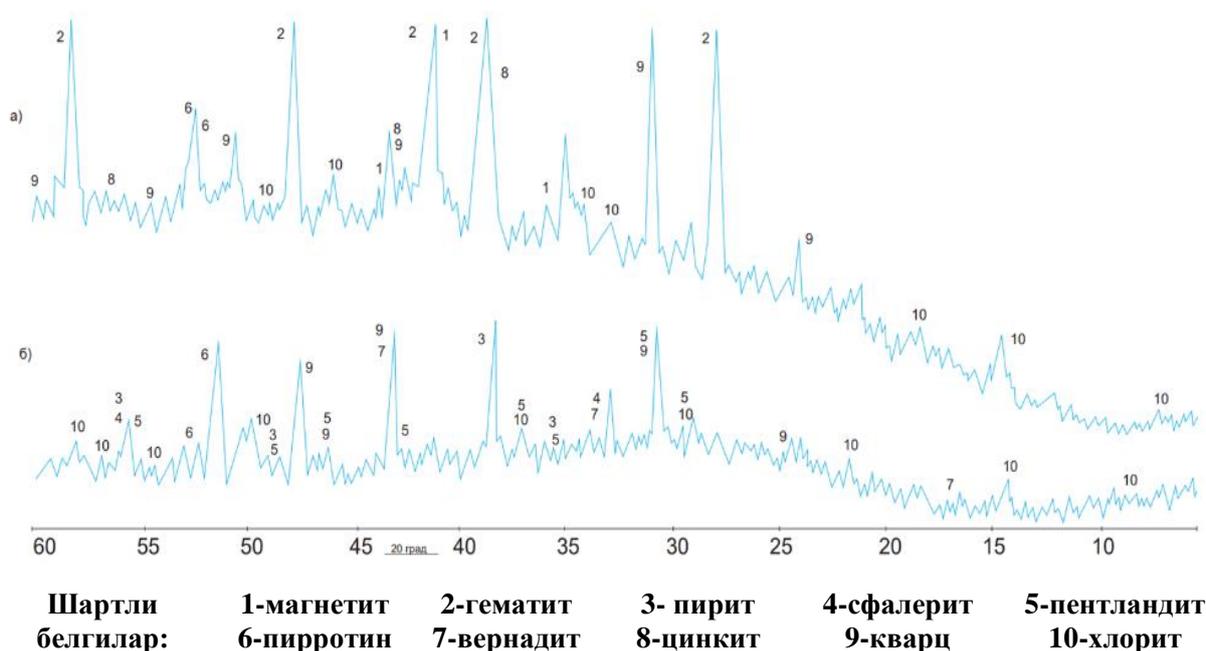
Йириклик синфи, мм	Чиқиш, %		Миқдор, г/г				Тақсимланиш, %			
	Намуна 1	Намуна 2	Намуна 1		Намуна 2		Намуна 1		Намуна 2	
	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
-3 +1	12,2	3,5	0,26	10	0,27	10,3	5,2	7,7	2	2,1
-1 +0,5	5,6	1,7	0,37	11,4	0,38	11,4	3,4	4	2,3	1,2
-0,5 +0,25	7,9	2,7	0,48	13,8	0,64	18,5	5,8	6,7	6,1	3
-0,25 +0,15	12,8	13	0,67	15,7	0,61	18,1	12,5	12,2	21,9	12,2
0,15 +0,1	24,7	20,6	0,64	16,7	0,35	18,6	26,2	25,8	18,1	22,8
-0,1 +0,074	22,8	14,1	0,55	17,6	0,38	17,2	27,5	25	8,9	13,6
-0,074+0,044	8,9	13,4	0,53	18,4	0,46	18,4	11,4	9,9	16,8	13,6
-0,044+0	5,1	31	0,49	23,8	0,42	16,3	8	8,7	23,9	31,5
Дастлабки	100	100	0,5	15,9	0,44	16,1	100	100	100	100

б-жадвал ва 1-расмдан кўриниб турибдики, олтинни йириклиги бўйича жойлашуви 1-намунада -0,5 ммдан -0,074 мм синфларда, 2-намунада эса -0,044 мм синф устунлик қилади, иккинчи намуна эса нисбатан майдароқдир. Шундай қилиб, ўрганилган намуналар гранулометрик таркиби фаркланади: 1-намуна таркибида қимматбаҳо металллар кўп бўлган ўрта синфларда, 2-намунада эса майин синфларда, лекин олтин ва кумуш ўртача синфларда тўпланган.



**1-расм. Чодак олтин саралаш фабрикаси чиқиндиси намуналаридаги олтинни йирикчилиги бўйича жойлашуви.**

Ажратилган фракцияларнинг рентгенометрик таҳлил натижалари 2 -расмда кўрсатилган.



**2-расм. Магнитли(а) ва номанит(б) фракцияларнинг дифрактограммалари**

Ажратилган фракция материалларни элемент-ифоқларини аниқлаш мақсадида микдорий спектрал таҳлил ўтказиш учун мономинерал осгич ускунаси танланди. Олинган маълумотлар 7-жадвалда кўрсатилган.

Гравитация ва магнит сепарация фракцияларида олтин ҳамда кумуш миқдори

Тадқиқ қилинаётган материал номи	Миқдори, г/т			
	Олтин		Кумуш	
	Намуна 1	Намуна 2	Намуна 1	Намуна 2
Оғир фракция	1,76	1,55	24,8	22,53
Енгил	0,46	0,42	14,5	9,16
Электромагнит	0,5	0,2	19,0	1,4
Номагнит	2,98	2,45	16,0	13,5
Гилли	0,2	0,2	12,0	9,8
Шламлар	0,2	0,2	14,5	11,2

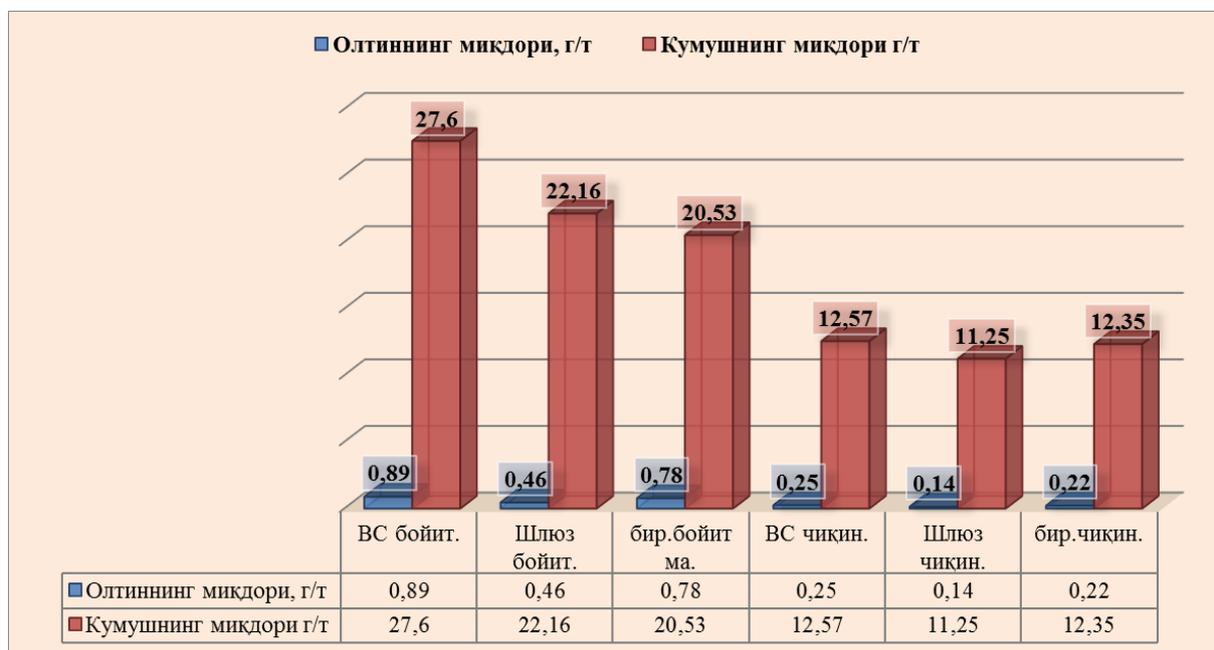
Юқорида келтирилган маълумотлардан кўришиб турибдики темир минералларининг миқдори юқори даражага эга (7-жадвал). Хусусан, гематит темир оғир концентратларда 1-ва 2- намуналар учун мос равишда 2,47 ва 4,27% дан 31,5 ва 35,7% гача ўсади. Мос равишда намунадаги гематит таркиби 3,5 дан 45% гача (1-намуна) ва 6 дан 51% гача ошади (2-намуна). Магнитли темирга келсак, унинг миқдори 1 ва 2-намуналарда 0,64 ва 1,47% дан 8,69 ва 9,7% гача ўсади, бу эса магнетитнинг таркибини 0,9 дан 12% гача (1-намуна) ва 2 дан 13,5% гача (2-намуна) кўпайишига олиб келади. Шунингдек, бу гидроксидларга ҳам тегишли бўлади, унинг таркиби 1 дан 10% (1-намуна) ва 2 дан 12,5 % (2-намуна) гача ўсади.



3-расм. Чикиндиларни шлюзда бойитиш схемаси

Чодак олтин саралаш фабрикаси олдиндан тўпланган чиқиндиларини бойитиш жараёнига жалб қилишнинг асосий усуллари сифатида қайта ишлашга жалб қилишнинг асосий усуллари сифатида гравитациявий бойитиш қабул қилинди. Дастлабки чиқиндиларни гравитацион бойитиш учун энг арзон усуллари ва ускуналари - винтли сепараторлар (лаборатория шаклида), ЗОКС концентрацион столи, кигиз билан қопланган шлюз, ГЛ маркали лаборатория гидроциклони ишлатилди.

Бойитиш тажрибалари натижалари асосида олтин ва кумушнинг айрим ҳолларда темир оксиди учун кимёвий таҳлил маълумотларига кўра баҳоланди.

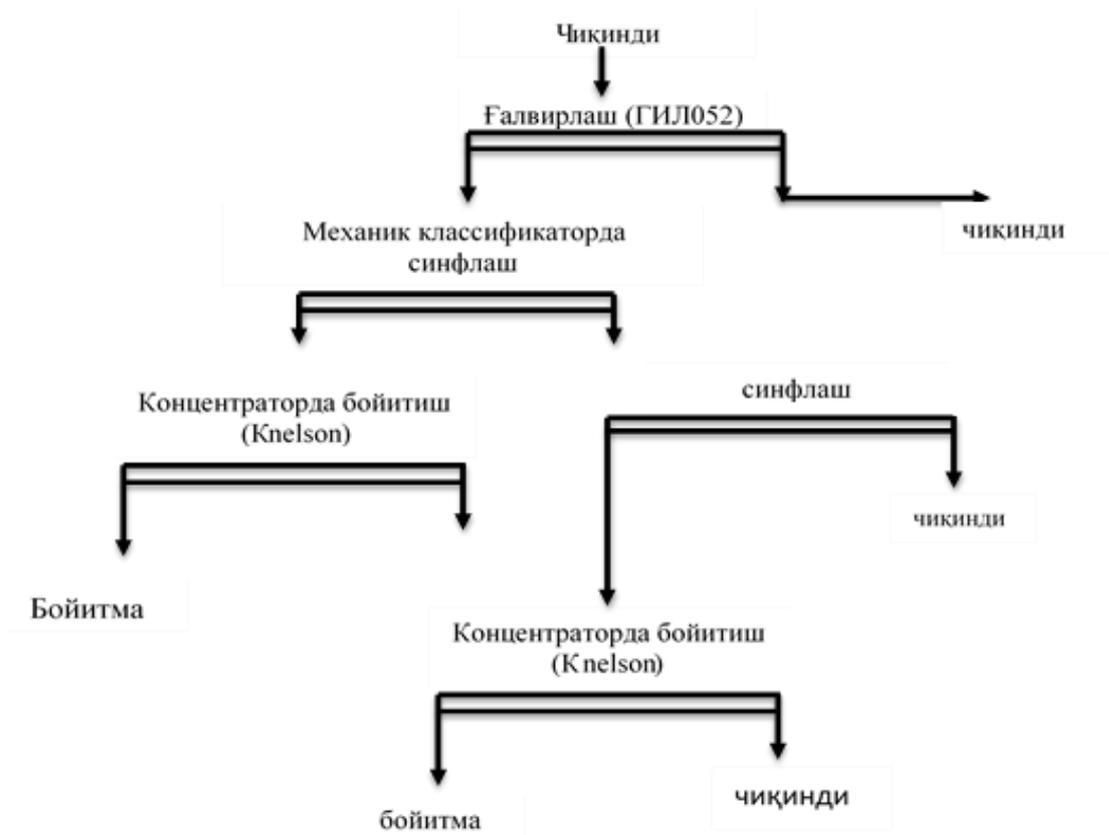


**4-расм. Чодак олтин саралаш фабрикаси чиқиндилари гидроциклон, винтли сепаратор ва шлюзда бойитилган олтин ва кумушнинг миқдори**

Фабриканинг олдиндан тўпланган чиқиндиларини бойитиш жараёнида бойитмалар унуми ва улардаги қимматбаҳо металллар миқдори кам бўлганлиги сабабли уларни бойитиш учун биринчи навбатда олтинни бойитиш учун энг арзон усуллар ва тегишли аппаратлар танланган. Охириги вақтларда олтин саралаш фабрикалари чиқиндиларини бойитиш учун марказдан қочма концентраторлардан фойдаланилмоқда. Чодак олтин саралаш фабрикасининг чиқиндиларидан бойитма ажратиб олишда “Knelson” концентраторидан фойдаланилганда яхши натижаларга эришилди. Шунинг учун бизлар марказдан қочма концентраторларидан фойдаландик ва схема бўйича (5-расм) бойитиш фабрикасида чиқиндиларни бойитиш тажрибаларини ўтказилди.

Олинган натижаларга кўра, олтин ва кумушнинг бойитмаси ажралиши мос равишда 34,14 ва 49,64% ни ташкил қилди. Шу билан бирга, ундаги металлларнинг миқдори: олтин - 1,59 г/т, кумуш - 74,3 г/т бўлди.

Фабриканинг дастлабки чиқиндиларида таркибидаги темир оксиди кўп бўлганлиги сабабли, магнит ажратиш ёрдамида темир минералларини ажратиб олишга эътибор қаратилди.



**5-рasm. Чикиндиларни концентраторда бойитиш схемаси**



**6-рasm. Чодак олтин саралаш фабрикаси чикиндиларни магнит ажратгичларда бойитиш схемаси.**

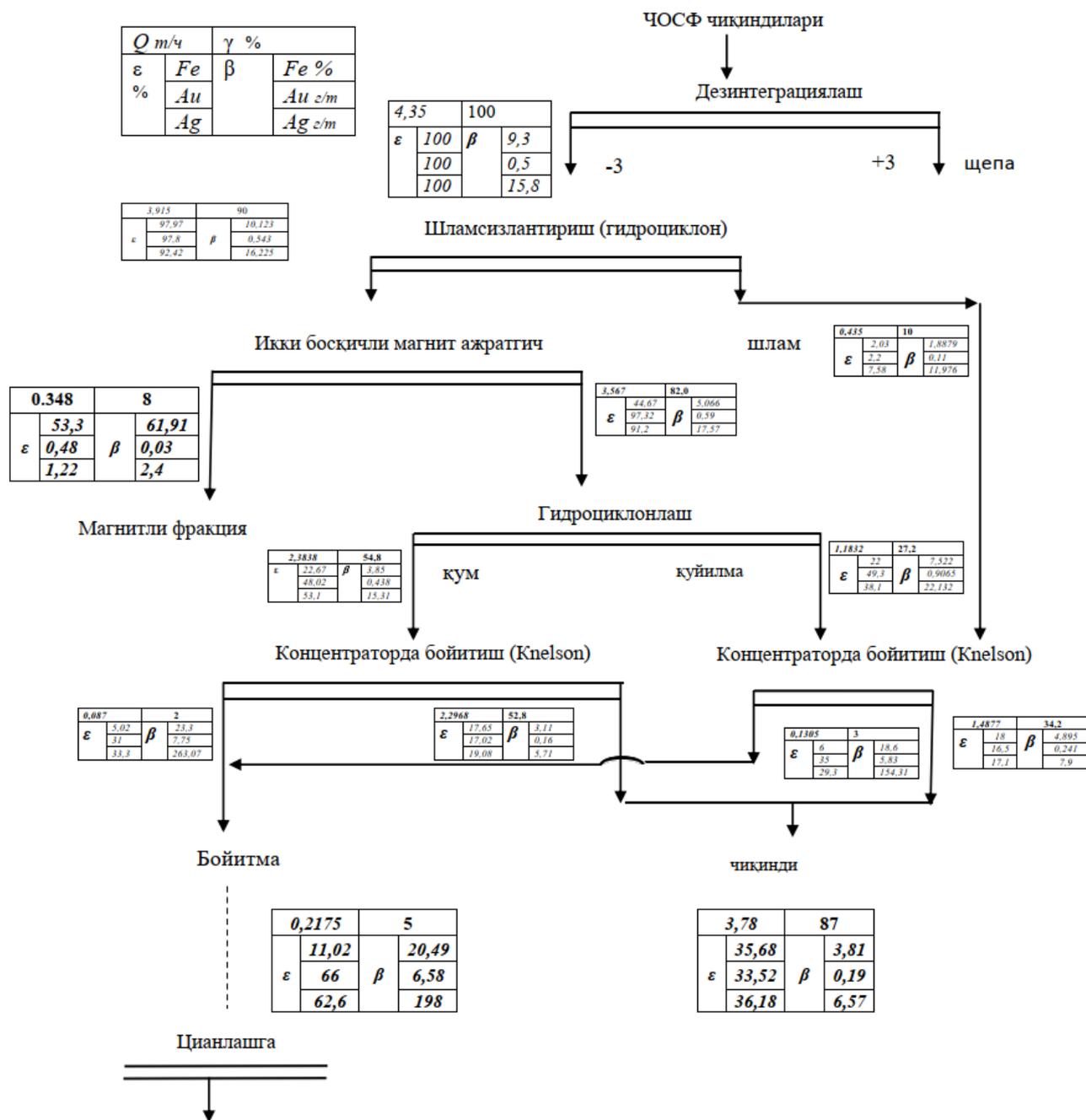
Магнит ажратгичда тажрибалар учун маҳсулот сифатида чиқиндиларни гидроциклонда шламсизлантирилган кумли қисмидан фойдаланилди.

8-жадвал

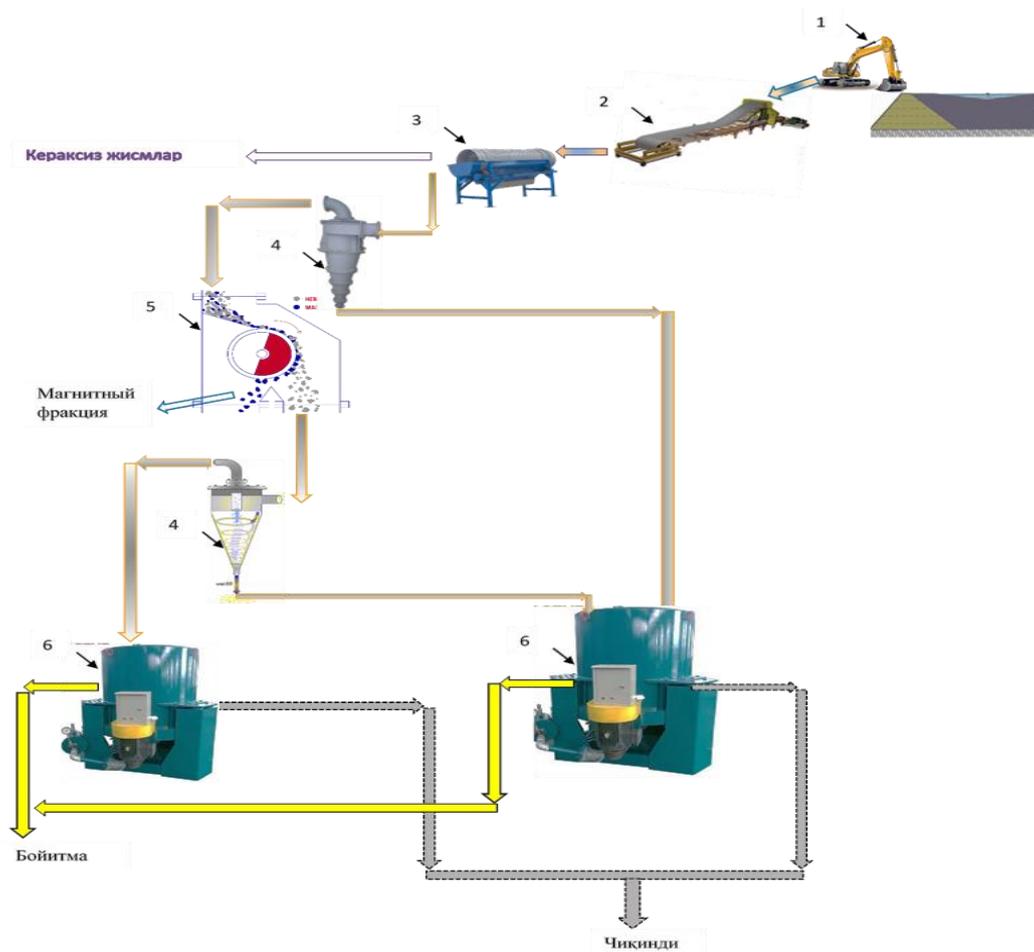
Магнит ажратгич натижалари

Бойитилган маҳсулот	Чиқиш, %	Миқдори, %	Ажралиш, %	Ажратгичнинг чўлғамларидаги ток кучи оқими, А
		Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	
Магнитн. фр.	18,0	22,3	43,16	1
Номагнит. фр.	82,0	6,44	56,84	
Магнитн. фр.	23,7	23,12	58,96	3
Номагнит. фр.	76,3	5,02	41,04	
Магнитн. фр.	21,4	12,1	27,80	11
Номагнит. фр.	78,6	8,54	72,2	

Диссертациянинг “Олтинни саралаш фабрикаларида чиқиндиларни қайта ишлашнинг кенгайтирилган лаборатория синовлари” деб номланган тўртинчи бобида Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларини қайта ишлашнинг технологик параметрларини ишлаб чиқиш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижаларига кўра, дастлабки чиқиндиларнинг 100 кг миқдордаги турли хил данадор ўлчамдаги заррачаларини комбинациялашган схемада кенгайтирилган тажриба синови ўтказилди. Ушбу схемага кўра, Чодак олтин саралаш фабрикаси дастлабки чиқиндиларини тозалаш учун +3 ммли ўлчамдаги барабанли ғалвир қўлланилди, -3 мм синфлар эса гидроциклонга юборилди, +3 мм синфлар ташлаб юборилди. Гидроциклон қуйилмаси марказдан қочма концентраторга (II) бойитилди, унинг кумлари икки босқичли магнит ажратишга юборилади. Магнит ажратиш магнит ва магнит бўлмаган фракцияларга бўлинади. Магнит бўлмаган фракция гидроциклонга (II) юборилади. Биз гидроциклон қуйилмаси қуйилмали марказдан қочма концентраторга йўналтирилди ва кум қисм эса кумли марказдан қочма концентраторга йўналтирилди ва гравобойитмаларга ажралди. (7,8-расмлар.)



**7-расм. Чодак олтин саралаш фабрикаси олдиндан тўпланган чиқиндиларини тавсия қилинган комбинацион бойитиш схемаси**



№	Ускуналар номи.	№	Ускуналар номи.
1	Юклаш экскаватори	4	Гидроциклон (ГТ-710) (шламсизлантириш)
2	Тасмали таминлагич	5	Хўл муҳитли барабанли магнит ажратгич (ЭРГА МБС)
3	Барабанли ғалвир (КМ ГБ-1500) (дезинтеграция)	6	Марказдан қочма концентратор (Knelson - STLБ80)

### 8-расм. Аппаратлар занжир схемаси

9 -жадвалда Чодак олтин саралаш фабрикасининг олдиндан тўпланган чиқиндиларидан олтин, кумуш ва темир оксиди (3+) ажратиб олиш учун тавсия этилган схема бўйича бойитилган натижалари келтирилган.

9-жадвал

Чодак олтин саралаш фабрикаси чиқиндиларини тавсия қилиган схема бўйича бойитиш кўрсаткичлари

Бойитиш маҳсулотлари	Чиқиш, %	Миқдори			Ажралиш, %		
		Au г/т	Ag г/т	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> %	Au	Ag	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
Магнит. фракция	8	0,03	2,4	61,91	0,48	1,22	53,33
Гравиоконцентрат	5	6,58	198	20,49	66,0	62,6	11,02
Чиқинди	87	0,19	6,6	3,8	33,52	36,18	35,68
Дастлабки	100	0,5	15,8	9,3	100	100	100

Шундай қилиб, олдиндан тўпланган чиқиндиларни тавсия этилган комбинацияланган схема бўйича бойитишда гравитацион бойитмада 66%

олтин ва 62,6% кумуш ажратиб олиш мумкин. Магнит концентратда темир оксиди миқдори 61,91% ни, ажралиш эса мос равишда 53,33% ни ташкил қилди. Бу эса қимматбаҳо металллар ва саноат темир маҳсулоти ишлаб чиқариш ҳажми ошишини ва 370547748 (уч юз етмиш миллион беш юз қирқ етти минг этти юз қирқ саккиз) сўм иқтисодий самара беришини таъминлайди.

## ХУЛОСА

“Олмалиқ КМК” АЖнинг Чодак олтин саралаш фабрикаси чиқиндиларини қайта ишлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш мавзусидаги техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотларга асосланган ҳолда, назарий ва амалий аҳамиятга эга бўлган қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Ўтказилган тадқиқотлар Чодак олтинни саралаш фабрикасининг олтидан тўпланган чиқиндиларида қимматбаҳо металллар: 0,5 г/т олтин ва 15,8 г/т кумуш, қимматбаҳо металллардан ташқари чиқиндиларда 9,3% гача темир оксиди мавжул эканини кўрсатади.

2. Рационал таҳлил натижасида, олтиннинг 73,6% оксидли шакллар билан ифодаланади, бир қисми эса гематит, гетит, магнетит, пирит, арсенопирит билан боғланганлини кўрсатади.

3. Фазовий таҳлилга кўра, намуналарда темир асосан 44,8% гематит, 12,8% гидроксидлар, темир карбонатлар ва осон эрувчан силикатлар 25,87% ни, темир-магнетит 9,3% ни ташкил этганини кўрсатади.

4. Чодак олтин саралаш фабрикаларини чиқиндиларини қайта ишлаш учун гравитацион схемаси тавсия этилди, бунда заррача қисмини гидроциклонларда (афзалроқ қисқа конусли) таснифлаш, кейинчалик хўл муҳитли магнит саралагичларда ва марказдан қочма концентратларда бойитиш тавсия этилади.

5. Чодак олтин саралаш фабрикаларини чиқиндиларини тавсия қилинган схема орқали бойитилганда гравибойитма олинади, бунда чиқиш 5% бўлиб, олтин миқдори 6,58 г/т, кумуш 198 г/т, гравиочиқиндида олтин миқдори 0,19 г/т ва кумуш эса 9,0 г/т ни ташкил этади.

6. Чодак олтин саралаш фабрикаларини чиқиндиларининг қимматли компонентларини тўлиқроқ ажратиб олиш мақсадида, уларни марказдан қочма концентраторда бойитиш мумкинлиги кўрсатилган ва бу яхши натижа беради.

7. Чодак олтин саралаш фабрикаларини чиқиндиларини магнитли саралагичда магнит фракциялари таркиби бўйича 61,91% темир оксидини ўз ичига олганлигини ва унинг ажралиши 53,3% ни ташкил қилганлигини кўрсатади.

8. Чодак олтин саралаш фабрикаларини чиқиндилари тавсия этилган комбинацияланган схема бўйича бойитишда олтин ва кумушнинг ажарилиши мос равишда гравиоконцентратда 66% ва 62,6%ни ташкил этади. Бу эса қимматбаҳо металллар ва саноат темир маҳсулоти ишлаб чиқариш ҳажми ошишини ва 370547748 (уч юз етмиш миллион беш юз қирқ етти минг этти юз қирқ саккиз) сўм иқтисодий самара олиш имконини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.17/04.06.2021.Т.06.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАВОЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**АЛМАЛЫКСКИЙ ФИЛИАЛ ТАШКЕНТСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ  
ИСЛАМА КАРИМОВА**

**НОСИРОВ НУРЗОД ИХТИЁРОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ  
ХВОСТОВ ЧАДАКСКОЙ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ  
АО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК»**

**04.00.14 – Обогащение полезных ископаемых  
(технические науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD)**

**Навои – 2022**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером № В2022.1.PhD/T1554.**

Диссертация выполнена в Алмалыкском филиале Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова.

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

**Научный руководитель:** **Самадов Алишер Усманович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Эргашев Улугбек Абдурасулович**  
доктор технических наук, доцент

**Бердияров Бахриддин Тиловкабулович**  
доктор философии по техническим наукам (PhD),  
доцент

**Ведущая организация:** **Филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» в г.Алмалык.**

Защита диссертации состоится «27» июль 2022 года в 14:00 часов на заседании научного совета DSc.17/04.06.2021.T.06.01 (адрес: 210100, г. Навои, ул. Махмуд Таробий, 72. Зал заседаний Навоийского государственного горно-технологического университета. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66; e-mail: [info@ndki.uz](mailto:info@ndki.uz), [nsmi@gmail.com](mailto:nsmi@gmail.com)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горно-технологического университета (зарегистрирован за № 92). Адрес: 210100, г. Навои, ул. Махмуд Таробий, 72. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66.

Автореферат диссертации разослан «13» 07.2022 года.

(реестр протокола рассылки №6 от «13» 07.2022 года).



**К.Санакулов**  
Председатель Научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**О.У.Фузайлов**  
Ученый секретарь Научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.ф.т.н. (PhD)

**Н.А.Донияров**  
Председатель научного семинара при Научном  
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

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

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** В мире в настоящее время золотосодержащие руды стали относиться к категории упорных и обладают низкими показателями извлечения металла. Разведанные запасы золотосодержащих руд подтвердили их невысокое содержание, тонкую вкрапленность, неравное распределение и высокую дисперсность золота, в связи с чем, в хвостохранилищах обогатительных фабрик накапливаются хвосты с высоким остаточным содержанием золота.

В мире на сегодняшний день проводятся научно-исследовательские работы по совершенствованию технологии обогащения и гидрометаллургической переработки золотосодержащих руд, максимальному вскрытию золотосодержащих руд и хвостов путем разработки новых эффективных технологий. В связи с этим особое внимание уделяется разработке новых технологий, позволяющих повысить эффективность переработки хвостов золотоизвлекательных фабрик.

В Республике в целях увеличения производства золота и серебра в горно-металлургической промышленности, достигается ряд научных и практических результатов за счет внедрения передовых научно-обоснованных мероприятий по разработке технологии обогащения хвостов золотоизвлекательных фабрик. В связи с этим ведутся исследования по разработке комбинированной технологии обогащения в гидроциклонах, концентраторах и магнитных сепараторах. В Постановлении Президента Республики Узбекистан<sup>1</sup> определены важные задачи по «расширению научно-исследовательских работ по созданию и внедрению в производство энергосберегающих и экологически безопасных технологий...». В этом аспекте, особое значение имеет данное направление исследований, разработка и внедрение технологии обогащения при переработке хвостов золотоизвлекательных фабрик, использование новых технологий для повышения степени извлечения ценных компонентов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-4124 от 17 января 2019 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

**Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О Стратегии действий по пяти дальнейшему развитию Республики Узбекистан» // Сборник правовых документов Республики Узбекистан. – Т.2017. – 103 с.

республики VII. «Науки о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

**Степень изученности проблемы.** В мировой практике значительный вклад в развитие переработки хвостов золотоизвлекательных фабрик внесли ученые Гриффин А.Ф., Гримм Р., Шоемакер Р.С., Бергер Г.С., Воробьев А.Е., Забельский Д.К., Денисова О.В., Зеленев В.И., Митрофанов С.И., Ласкорин Б.Н., Лер К., Лодейшиков В.В., Милованов Л.В., Санакулов К.С., Абдурахмонов С.А., Ахмедов Х.А., Хасанов А.С., Хабиров В.В., Эргашев У.А., Самадов А.У. и др.

В этом направлении проводятся исследования процессов гравитационного обогащения, в схемах состоящих из винтового сепаратора, шлюза, концентрационного стола, концентраторов, магнитных сепараторов и флотационной машины. В этом аспекте, данное направление исследований предполагает разработку и внедрение технологии обогащения при переработке отходов золотоперерабатывающих заводов с использованием новых технологий, повышающих извлечение ценных компонентов.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное научно-исследовательская работа выполнено в плане научных работ Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета им. И.Каримована по теме: ПЗ-20170929768 - «Разработка технологии переработки медных шлаков для выделения ценных компонентов» (2017-2020 гг.).

**Целью исследования** является разработка эффективной технологии переработки лежалых хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики, обеспечивающая увеличение производства благородных и черных металлов.

**Задачи исследования:**

Изучение качественно-количественное распределение золота, серебра и минералов железа по фракциям в лежалых хвостах Чадакской золотоизвлекательной фабрики;

определение основных технологических параметров магнитной сепарации и гравитационного обогащения, влияющие на степень извлечения золота и серебра в концентрат и оксида железа в промышленном продукте из хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК»;

разработка схемы цепи аппаратов переработки хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК» на основе технических параметров гидроциклона, магнитного сепаратора и концентратора;

разработка эффективной технологии извлечения ценных компонентов (золото, серебро и оксида железа) из лежалых хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК».

**Объектом исследования** являются лежалые хвосты Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК».

**Предметом исследования** является технология комплексного извлечения ценных компонентов (золото, серебро и оксида железа) из хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики.

**Методы исследований.** В настоящей исследовательской работе, были применены современные комплексные методы исследований, рентгеноструктурный, пробирный, химический и фазовый методы анализа.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

определено качественно-количественное распределение золота, серебра и минералов железа по фракциям в лежалых хвостах Чадакской золотоизвлекательной фабрики;

впервые разработана технологии комплексной переработки с применением методов магнитного и гравитационного обогащения для извлечения золота, серебра и оксида железа из лежалых хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК»;

определено технологическая последовательность в схеме цепи аппаратов ведения процессов обогащения лежалых хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики;

разработаны оптимальные режимы технологии извлечения золота, серебра и оксида железа из лежалых хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК».

**Практические результаты исследования** заключается в следующем:

разработаны экспериментальные установки для проведения укрупнённо – лабораторных и опытно – промышленных испытаний, в целях определения качественно-количественного распределения золота, серебра и минералов железа по фракциям в лежалых хвостах Чадакской золотоизвлекательной фабрики;

определены основные технологические параметры магнитной сепарации и гравитационного обогащения влияющие на степень извлечения золота и серебра в концентрат и оксида железа в промышленном продукте из хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК»;

определены технические параметры гидроциклона, магнитного сепаратора и центробежного концентратора и на их основе разработана схема цепи аппаратов переработки хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК»;

разработана эффективная технология извлечения ценных компонентов (золото, серебро и оксида железа) из лежалых хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК».

**Достоверность результатов исследования** доказана проведением значительных объемов лабораторных экспериментов по определению эффективных параметров и режимов переработки хвостов золотоизвлекательных фабрик, а также, удовлетворительной сходимостью и количественным подтверждением извлечения золота, серебра и оксида железа в промышленных условиях.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследований определяется полученными научно обоснованными результатами лабораторных экспериментов и опытно-промышленных испытаний, выявлением в хвостах закономерностей количественного распределения основных ценных компонентов по фракциям обеспечивающих извлечение ценных компонентов (золота, серебра и оксида железа), разработкой комбинированного метода переработки хвостов золотоизвлекательной фабрики.

Практическая значимость результатов исследования определяется разработкой технологической схемы, обеспечивающей извлечение ценных компонентов (золота, серебра и оксид железа) из лежалых хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики.

#### **Внедрение результатов исследования.**

На основе проведенных исследований по разработке технологии извлечения ценных компонентов (золота, серебра и оксида железа) из лежалых хвостов золотоизвлекательной фабрики:

Технология комплексной переработки хвостов Чадакской золотообогатительной фабрики магнитной сепарацией и обогащением в центробежных концентраторах внедрена в АО «Алмалыкский ГМК» (справка АО «Алмалыкский ГМК» №АИ-001128 от 9 февраля 2022 г.). В результате получена возможность извлечения 66% золота и 62,6% серебра из состава хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики;

Процесс извлечения оксидов железа с помощью магнитной сепарацией из хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики внедрена в АО «Алмалыкский ГМК» (справка АО «Алмалыкский ГМК» №АИ-001128 от 9 февраля 2022 г.). В результате получена возможность извлечения 53,3% оксида железа.

**Апробация результатов исследования.** Апробация результатов данного исследования проведена на 1 республиканской и 4 международных научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 15 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, опубликовано 6 статей, в том числе 2 в республиканских и 4 в зарубежных журналах.

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

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагается научная

новизна и практические результаты исследования, раскрывается научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Анализ ранее выполненных исследований по обогатимости хвостов золотоизвлекательных фабрик»** проведен обзор современного состояния переработки хвостов обогащения золотосодержащих руд. Рассмотрены современные способы обогащения хвостов и обогащения золотосодержащих руд. Изучены перспективы применения традиционных и новых технологий для переработки хвостов обогащения золотосодержащих руд. Выявлены основные факторы, препятствующие эффективной промышленной переработке хвостов обогащения золотосодержащих руд.

Во второй главе диссертации **«Объекты и методы исследования хвостов обогатительной фабрики»** представлены методы и объекты исследования. Золото в хвостохранилище распределено крайне неоднородно. На отдельных участках хвостохранилища наблюдается локализация высокого содержания золота (0,8-1,07 г/т). Это особенно видно в западной, юго-западной и северо-восточной части хвостохранилища, на глубине 1-3 м. Составлены карты пространственно-объемного распределения золота. Для изучения вещественного состава от исходных проб отбирались образцы и проведены следующие анализы: спектральный, химический, рациональный и минералогический. На основании многолетних исследований хвостов, разработана специальная методология геотехнологического исследования хвостохранилища, включающая в себя следующие последовательные операции: выбор методов отбора и анализа содержания золота; установление частоты встречаемости различного класса содержания золота; составление карты локально-пространственного и локально-объемного распределения золота в хвостохранилище; установление гранулометрического состава проб, отобранных от различных частей хвостохранилища; определение элементного, минералогического состава усредненных проб.

В третьей главе диссертации **«Изучение вещественного состава хвостов золотоизвлекательных фабрик в целях определения оптимальных схем переработки»** приведены результаты исследований по установлению пространственно-объемного распределения золота в хвостохранилище Ризаксая (проба 1) и хвостохранилище Шинавазсая (проба 2), установлению формы нахождения золота в хвостохранилище, места локализации цианируемого золота и оценки возможности переработки лежалых хвостов рентабельными способами.

В Шинавазсайском числится 1 844,7 тыс. тонн хвостов обогащения, в них золота 1,097 тонн, с содержанием 0,44 г/т и серебра 29,9 тонн с содержанием 13,0 г/т. Хвостохранилище эксплуатировалось с мая 1970 года по октябрь 1979 года. В Ризаксайском числится 6 879,624 тыс. тонн хвостов, в них золота 2,75 тонн с содержанием 0,5 г/т и серебра 61,2 тонн с содержанием 8,9 г/т. Хвостохранилище Ризаксай в настоящее время находится в эксплуатации и является действующим. На хвостохранилище Ризаксай ежегодно

складируется до 185 тыс, тонн хвостов. Золото в хвостохранилище распределено крайне неоднородно. На отдельных участках хвостохранилища наблюдается локализация высокого содержания золота (0,4-1,07 г/т). Составлены карты пространственно-объемного распределения золота (табл.1). Определено относительная частота встречаемости золота в пробах с содержанием более 0,6 г/т, серебро составляет 17,1 г/т. Высокое содержание золота (более 0,4 г/т), серебра (более 1,07 г/т) по усредненным пробам, отобранным с глубины 1-3 м, наблюдается на более 45% обследованных участках всего хвостохранилища. Аналогичные концентрации золота наблюдаются на более 50% обследованных участках: в северной части хвостохранилища (на глубине 3 м); в северо-восточной части хвостохранилища (на глубине 1-3 м), в западной части хвостохранилища (на глубине 5-35 м).

Таблица 1

Отбор проб в хвостохранилище в зависимости от глубины нахождения хвостов

	Сторона отбора (поз.)	Общее кол-во проб, шт	Глубина, отбора, м		
			проба 1	проба 2	среднее
1	Северо-западная сторона (I)	30	14	16	15
2	Северо-западная сторона (II)	54	24	30	27
3	Северная сторона (III)	116	36	44	40
4	Северо-восточная (IV)	187	23	37	30
6	Запад (V)	50	32	21	26
7	Южная (VI)	79	34	39	36
8	Южная (VII, VIII)	97	41	41	41
	Итого	613	20	27	27

Детальное исследование распределения концентрации золота в хвостохранилище показывает, что не наблюдается идентичность локализации высокого содержания золота по глубинам залегания в северо-западной и северной части хвостохранилища. В северо-восточной и юго-западной части хвостохранилища по краям установлено аномальное содержание золота в интервале 0,4-1,07 г/т. Содержание золота и серебра в средних пробах хвостов определялось химическим методом на атомно-абсорбционном спектрометре лаборатории АО «Алмалыкский ГМК» и ГП «ИМР». Результаты химического состава отобранных проб хвостов приведены в табл.2.

Таблица 2

Химический состав отобранных образцов

Сторона света	Содержание		
	Au, г/т	Ag, г/т	Оксид железа, %
Западная сторона	0,4	15,3	5,4
Северная сторона	0,56	17,8	6,58
Восточная сторона	1,07	17,1	8,61
Южная сторона	0,01	13,0	15,78

Результаты химического анализа проб хвостов приведены в табл.3. Анализы выполнялись в химической лаборатории АО «Алмалыкский ГМК» и ГП «ИМР».

Таблица 3

## Результаты химического анализа средних проб хвостов

№	Компоненты	Содержание		№	Компоненты	Содержание	
		проба 1	проба 2			проба 1	проба 2
1.	Оксид железа (магнетит), %	9,3	13,4	3.	Золото, г/т	0,5	0,44
2.	Оксид железа (гематит), %	31,58	41,22	4.	Серебро, г/т	15,8	16,1

Для выполнения рационального анализа использовалась стандартная методика, заключающаяся в последовательном проведении процесса цианирования, обработка в щелочи и цианирование щелочного остатка, обработка в соляной кислоте и цианирование кислотного остатка, обработка в азотной кислоте с последующим цианированием кислотного остатка. Результаты рационального анализа исходных хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики приведены в таб. 4.

Таблица 4

## Результаты рационального анализа хвостов

Вид и форма Au, Ag в минералах	Содержание							
	Au		Ag		Au		Ag	
	г/т	%	г/т	%	г/т	%	г/т	%
1. Au, Ag в виде металл оксидов в рудах	0,41	82,0	11,63	73,6	0,32	72,7	10,87	67,5
2. Au, Ag ассоциированные в пирите, арсенопирите	0,04	8,0	2,95	18,7	0,1	22,7	4,41	27,4
3. Au, Ag ассоциированные в кварце, алюмосиликатах	0,05	10,0	1,22	7,7	0,02	4,6	0,82	5,1
Итого в исходных хвостах	0,5	100	15,8	100	0,44	100	16,1	100

В табл. 5. представлены результаты фазового анализа на железо, выполненного в лаборатории. Исследование фазового состава проводилось с использованием рентгенофазового, ИК-спектрофотометрического методов анализа.

Таблица 5

## Результаты фазового анализа на железо средних проб хвостов

Форма содержания железа	Содержание железа в пробах, %		Распределение железа, %	
	Проба 1	Проба 2	Проба 1	Проба 2
Железо карбон. и легкораств. силик.	1,52	1,89	25,87	19,83
Железо магнетита	0,64	1,47	10,89	15,42
Железо гидрооксид	0,62	1,22	10,55	12,80
Железо гематита	2,47	4,27	42,04	44,80
Железо валовое	9,275	9,53	100,0	100,0

Из этой таблицы видно, что в изучаемых пробах железо находится преимущественно в виде гематита, доля которого в пробе 1 составляет 42,04%,

в пробе 2 - 44,80%. Далее следует отметить гидроксиды 10,55-12,80 %, железо карбонатов и легкорастворимых силикатов 19,83-25,87%, железо магнетита 10,89-15,42%. Хвосты подвергались рассеиванию на ситах с различным размером отверстий и определено содержание золота и серебра в каждом классе крупности. Результаты гранулометрического анализа исходных проб представлены в табл. 6.

Таблица 6

Результаты гранулометрического состава исходных проб хвостов

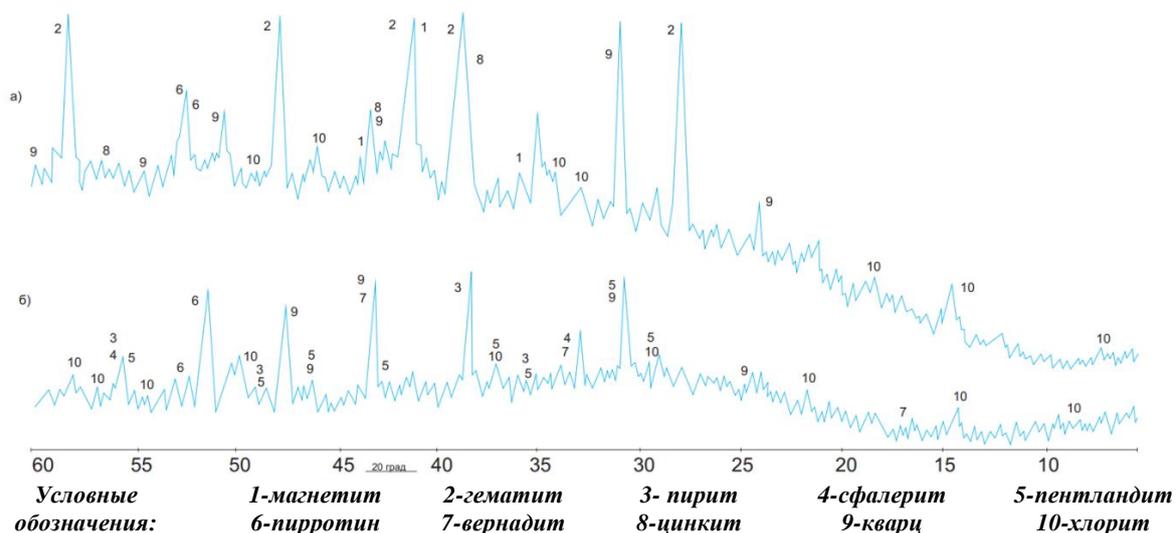
Класс крупности, мм	Выход, %		Содержание, г/г				Распределение, %			
	Проба 1		Проба 1		Проба 2		Проба 1		Проба 2	
	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
-3 +1	12,2	3,5	0,26	10	0,27	10,3	5,2	7,7	2	2,1
-1 +0,5	5,6	1,7	0,37	11,4	0,38	11,4	3,4	4	2,3	1,2
-0,5 +0,25	7,9	2,7	0,48	13,8	0,64	18,5	5,8	6,7	6,1	3
-0,25 +0,15	12,8	13	0,67	15,7	0,61	18,1	12,5	12,2	21,9	12,2
0,15 +0,1	24,7	20,6	0,64	16,7	0,35	18,6	26,2	25,8	18,1	22,8
-0,1 +0,074	22,8	14,1	0,55	17,6	0,38	17,2	27,5	25	8,9	13,6
-0,074+0,044	8,9	13,4	0,53	18,4	0,46	18,4	11,4	9,9	16,8	13,6
-044+0	5,1	31	0,49	23,8	0,42	16,3	8	8,7	23,9	31,5
Исходный	100	100	0,5	15,9	0,44	16,1	100	100	100	100



**Рис. 1. Распределение золота по крупности в пробах хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики**

Как видно из табл.6., (рис.1.) в пробе 1 преобладают классы -0,5 +0,074 мм, в пробе 2 - класс -0,044 мм, т.е. вторая проба представлена более мелким материалом. Таким образом, исследуемые пробы отличаются по гранулометрическому составу: в пробе 1 преобладают средние по крупности классы с повышенным содержанием благородных металлов, в пробе 2 тонкие классы, но золото и серебро концентрируются в средних по крупности классах.

Результаты фазового рентгенометрического анализа выделенных фракций приведены на рис. 2.



**Рис. 2. Диффрактограммы магнитной (а) и немагнитной (б) фракции**

Из материала выделенных фракций были отобраны мономинеральные навески для проведения по – количественного спектрального анализа, с целью определения в них элементов-примесей. Полученные данные представлены в табл.7.

Таблица 7

Содержание золота и серебра во фракциях гравитации и магнитной сепарации

Наименование исследуемого материала	Содержание, г/т			
	золота		Серебра	
	проба 1	проба 2	проба 1	проба 2
Утяжеленная фракция	1,76	1,55	24,8	22,53
Легкая	0,46	0,42	14,5	9,16
Электромагнитная	0,5	0,2	19,0	1,4
Немагнитная	2,98	2,45	16,0	13,5
Глинистая	0,2	0,2	12,0	9,8
Шламы	0,2	0,2	14,5	11,2

Из приведенных выше данных (табл.7) видно, что наибольшей степени концентрации, достигают минералы железа. В частности, железо гематитовое возрастает в утяжеленных концентратах соответственно для пробы 1 и 2 от 2,47 и 4,27% до 31,5 и 35,7%. Соответственно содержание гематита в пробах увеличивается от 3,5 до 45% (проба 1) и от 6 до 51% (проба 2). Что касается магнетитового железа, то его содержание увеличивается в пробах 1 и 2 соответственно от 0,64 и 1,47% до 8,69 и 9,7%, что приводит к увеличению содержания самого магнетита от 0,9 до 12 % (проба 1) и от 2 до 13,5% (проба 2). Также это относится и к гидроксидам железа, содержание которых повышается от 1 до 10% (проба 1) и от 2 до 12,5% (проба 2).

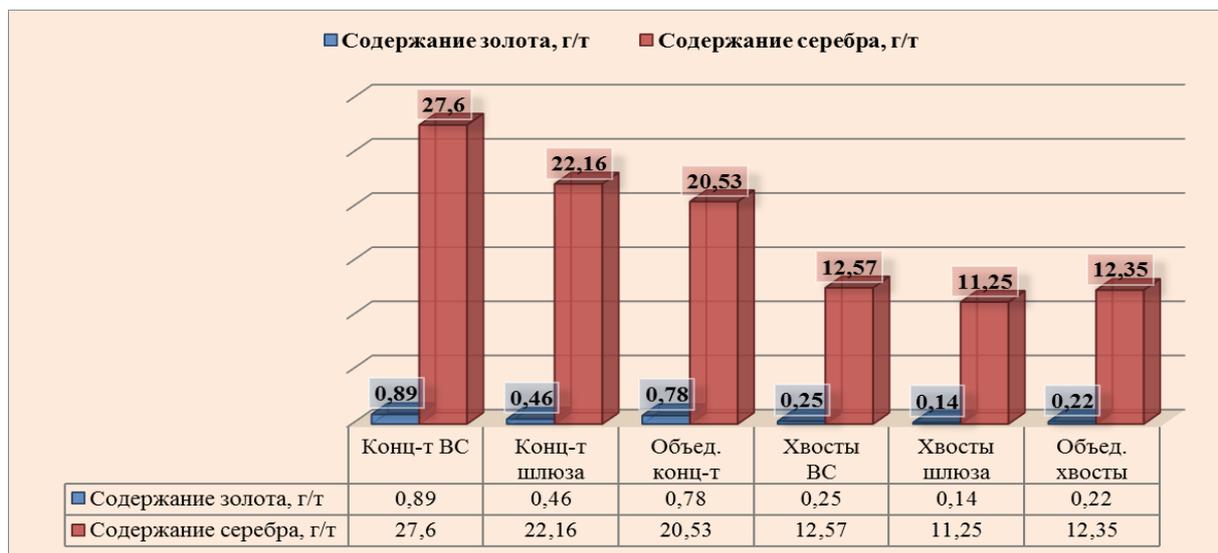
В качестве основных методов вовлечения к переработке лежалых хвостов фабрики Чадакской золотоизвлекательной фабрики, были приняты гравитационные методы обогащения. Для гравитационного обогащения исходных хвостов использовались наиболее дешевые методы и оборудование - винтовые сепараторы (в лабораторном исполнении), концентрационный стол

марки ЗОКС, шлюз с войлочным покрытием, лабораторный гидроциклон марки ГЛ.



**Рис. 3. Схема обогащения хвостов шлюзованием**

Результаты опытов обогащения оценивались по данным химического анализа на золото и серебро, в отдельных случаях на оксид железа.



**Рис. 4. Содержание золота и серебра в продуктах (проба 1) обогащения хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики в гидроциклоне, сепараторе и шлюзе**

В связи с тем, что при обогащении лежалых хвостов фабрики выход концентратов и содержание в них благородных металлов невелики, для их обогащения выбирались в первую очередь наиболее дешевые методы концентрации золота и соответствующие аппараты. Последнее время для обогащения хвостов золотоизвлекательных фабрик стали применяться центробежные концентраторы. Хорошие результаты были получены при использовании концентратора «Knelson» для извлечения концентрата из

хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики. Поэтому мы использовали центробежные концентраторы, опыты обогащения хвостов на концентрате проводились следующей по схеме. (рис.5.).

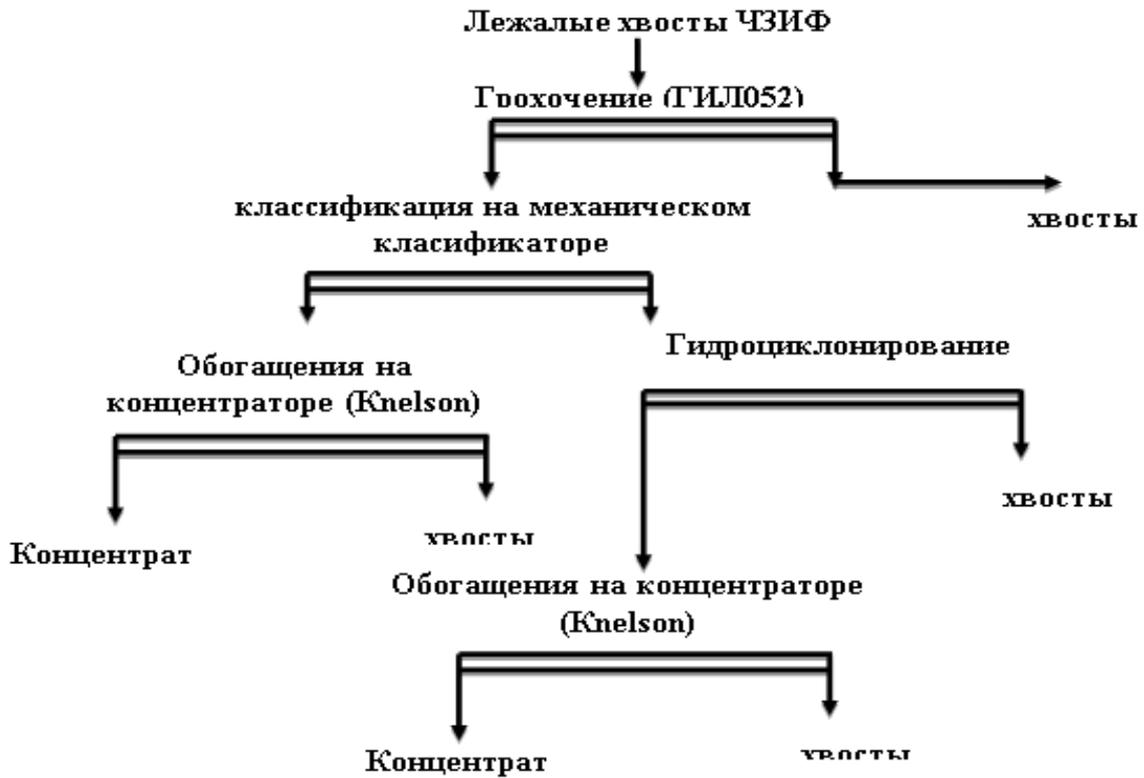


Рис. 5. Схема обогащения хвостов на концентрате «Knelson»

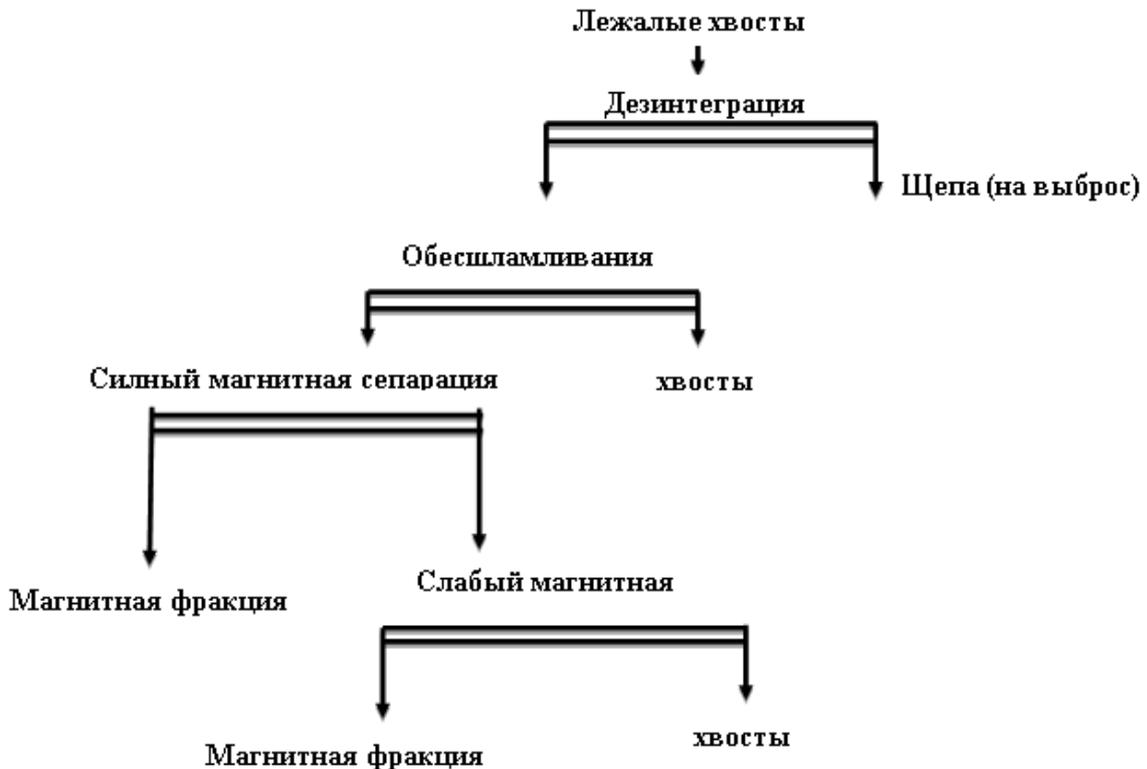


Рис.6. Схема магнитной сепарации хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики

Полученные результаты показали, что суммарное извлечение золота и серебра в концентрат составляет 34,14 и 49,64% соответственно. Однако при этом содержание металлов в нем составило: золота - 1,59 г/т, серебра - 74,3 г/т.

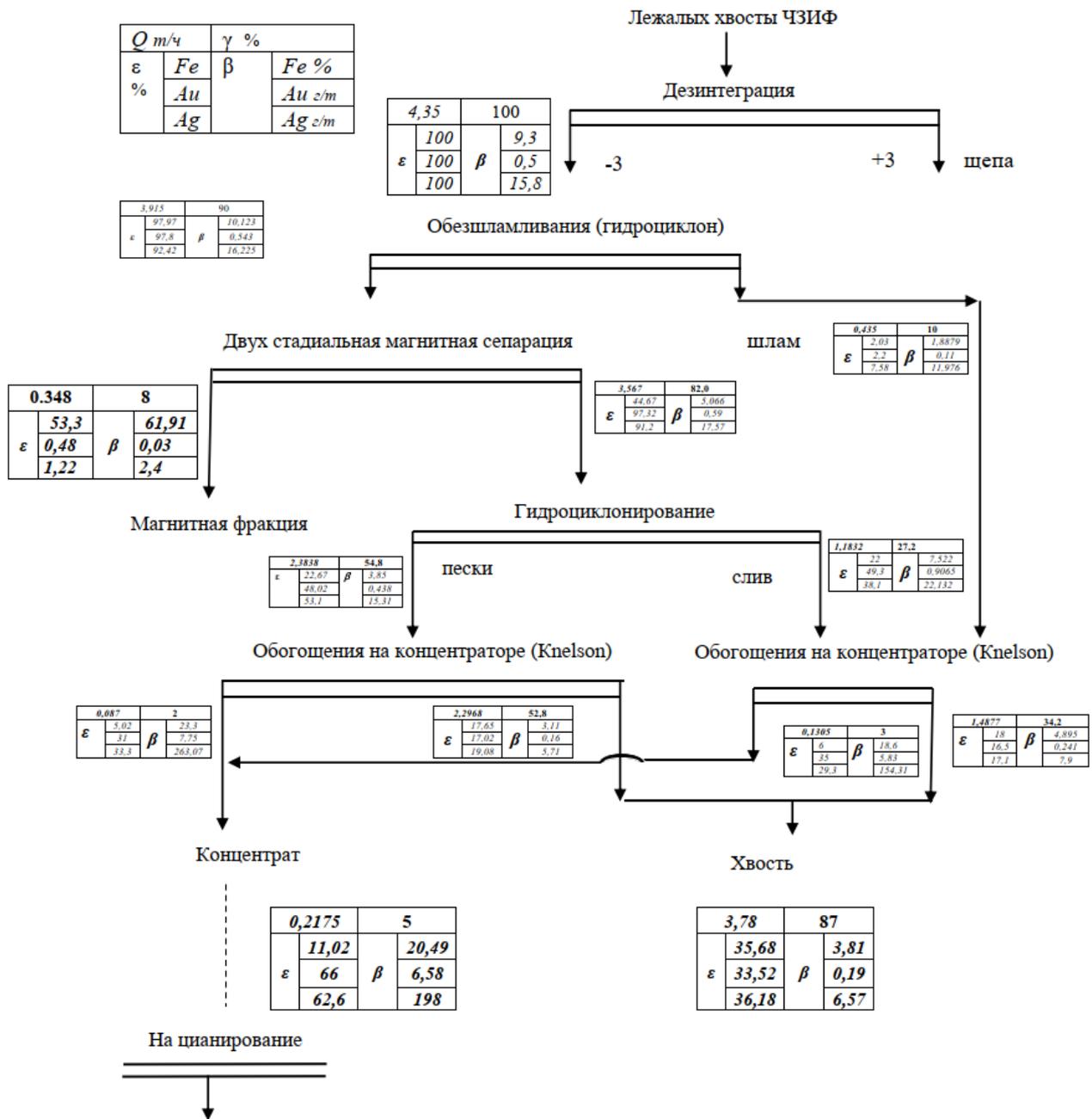
В связи со значительным содержанием оксидов железа в исходных хвостах фабрики внимание уделялось извлечению железных минералов с помощью магнитной сепарации. В качестве материала для опытов магнитной сепарации были взяты хвосты после обесшламливания в гидроциклоне песковой части исходных хвостов.

Таблица 8

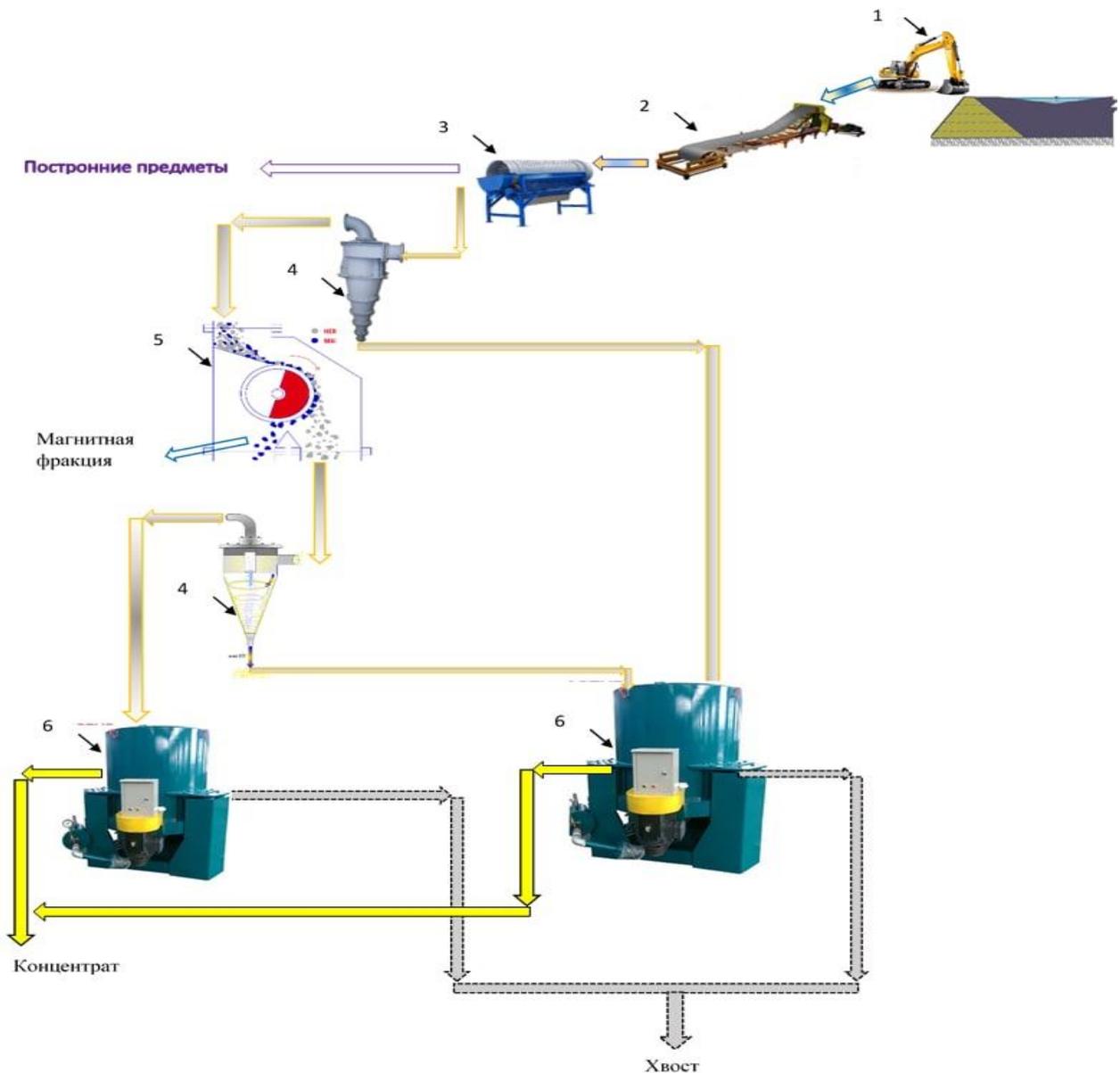
Результаты электромагнитной сепарации

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, %	Извлечение, %	Сила тока в обмотке катушек сепаратора, А
		Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	
Магнитная фракция	18,0	22,3	43,16	1
Немагнитная фракция	82,0	6,44	56,84	
Магнитная фракция	23,7	23,12	58,96	3
Немагнитная фракция	76,3	5,02	41,04	
Магнитная фракция	21,4	12,1	27,80	11
Немагнитная фракция	78,6	8,54	72,2	

В четвертой главе диссертации **“Укрупнённые лабораторные испытания переработки хвостов золотоизвлекательных фабрик”** на основании результатов проведенных исследований по разработке технологических параметров переработки лежалых хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики были проведены укрупнённые лабораторные испытания по комбинированной схеме с разными крупнозернистыми фракциями исходных хвостов в количестве 100 кг. По этой схеме для очистки исходных хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики использовали барабанный грохот с размером до +3 мм, класс -3 мм подвергался гидроциклонированию, а класс +3 мм (щепа) на выброс. Слив гидроциклона обогащался на центробежном концентраторе (II), пески подвергались двухстадиальной магнитной сепарации. Магнитная сепарация разделяет на магнитную и немагнитную фракции. Немагнитную фракцию направляем на гидроциклон (II). Слив гидроциклона направляем на сливной центробежный концентратор, а песок направляем на песковый центробежный концентратор, где выделяется гравииоконцентрат (рис.7.,8.).



**Рис. 7. Рекомендуемая комбинированная схема обогащения лежалых хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики**



№	Название оборудования.	№	Название оборудования.
1	Экскаватор для загрузки	4	Гидроциклон (ГТ-710) (обесшламования)
2	Ленточный питатель	5	Мокрый барабанный магнитный сепаратор (ЭРГА МБС)
3	Барабанный грохот (КМ ГБ-1500) (дезинтеграция)	6	Центробежный концентратор (Knelson -STLB80)

**Рис. 8. Схема цепи аппаратов**

В табл.9 приведены результаты обогащения лежалых хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики по рекомендуемой схеме по извлечению золота, серебра и оксида железа.

Показатели обогащения хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики по рекомендуемой схеме

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание			Извлечение, %		
		Au, г/т	Ag, г/т	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , %	Au	Ag	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
Магнитная фракция	8	0,03	2,4	61,91	0,48	1,22	53,33
Гравиоконцентрат	5	6,58	198	20,49	66,0	62,6	11,02
Хвосты	87	0,19	6,6	3,8	33,52	36,18	35,68
Исходный	100	0,5	15,8	9,3	100	100	100

Таким образом, при обогащении лежалых хвостов фабрики по рекомендуемой комбинированной схеме можно извлечь 66% золота и 62,6% серебра в гравиоконцентрат. В магнитном концентрате содержание оксида железа 61,91%, извлечение таким образом составило 53,33%. Это позволило получить дополнительно благородные металлы и промышленный продукт железа с экономическим эффектом 370547748 (триста семьдесят миллионов пятьсот сорок семь тысяч семьсот сорок восемь) сум.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по диссертационной работе доктора философии (PhD) на тему Разработка эффективной технологии переработки хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкский ГМК» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Результаты исследований показывают, что содержание благородных металлов в лежалых хвостах Чадакской золотоизвлекательной фабрики составляет 0,5 г/т золота и 15,8 г/т серебра, помимо благородных металлов ценными компонентами хвостов могут считаться оксиды железа 9,3-13,4%.

2. Согласно рациональному анализу показано, что 73,6% золота представлено оксидными формами, часть его связана с пиритом, арсенопиритом, гематитом, гетитом и магнетитом.

3. Согласно фазовому анализу в изучаемых пробах железо находится преимущественно в виде гематита – 44,8%, гидроксидов – 12,8%, железа карбонатов и легкорастворимых силикатов – 25,87%, магнетита – 9,3 %.

4. Рекомендована для переработки хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики гравитационная схема, включающая их классификацию в гидроциклонах, последующее обогащение зернистой части на мокрых магнитных сепараторах и центробежных концентратах.

5. По рекомендуемой комплексной технологии переработки хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики получен концентрат с выходом 5%, содержащий 6,58 г/т золота, 198 г/т серебра, при этом хвосты гравитации содержат 0,19 г/т золота и 9,0 г/т серебра.

6. Показано, что с целью более глубокого извлечения ценных компонентов из хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики, их можно обогащать на центробежном концентраторе и это даёт хороший результат.

7. Показано, что при магнитной сепарации хвостов Чадакской золотоизвлекательной фабрики выделяется железо в магнитную фракцию с содержанием 61,91% оксида железа при извлечении 53,3%.

8. Установлено, что при обогащении лежалых хвостов фабрики по рекомендуемой комбинированной схеме можно извлечь 66% золота и 62,6% серебра в гравиконцентрат. Это позволило получить дополнительно благородные металлы и промышленный продукт железа с экономическим эффектом 370547748 (триста семьдесят миллионов пятьсот сорок семь тысяч семьсот сорок восемь) сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES OF  
DSc.17 / 04.06.2021.T.06.01 AT THE NAVOI STATE MINING INSTITUTE  
ALMALYK BRANCH OF THE TASHKENT STATE TECHNICAL  
UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

**NOSIROV NURZOD IKHTIYAROVICH**

**DEVELOPMENT OF AN EFFICIENT TECHNOLOGY FOR  
PROCESSING TAILINGS OF THE CHADAK GOLD RECOVERY PLANT  
OF ALMALYK MMC JSC**

**04.00.14 - Mineral processing.  
(engineering)**

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

**Navoi –2022**

**The theme of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) is registered in the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number № B2022.1.PhD/T1554.**

The dissertation was completed at the Almalyk branch of the Tashkent State Technical University. Islam Karimov.

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

**Scientific supervisor:** **Samadov Alisher Usmanovich**  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

**Official opponents:** **Ergashev Ulugbek Abdurasulovich**  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

**Berdiyarov Baxriddin Tilovkabulovich**  
Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),  
Associate Professor

**Leading organization:** **Branch of the National Research Technological University "MISiS" in Almalyk.**

The defence of the dissertation will be held on «13» jul 2022 at 14:00 at the meeting of the Scientific Council DSc.17/04.06.2021.T.06.01 at the Navoi State University of Mines and technologies. Address: 210100, Navoi, Galaba Shokh Street, 127. Conference Hall of the Navoi State University of Mines and technologies Phone: 0 (436) 223-23-32; fax: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com.

The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Navoi State University of Mines and technologies under № 92 Adress: 210100, Navoi, 127 Galaba Shokh St. Phone: 0 (436) 223-56-90; fax: 0 (436) 223-00-55.

The abstract of the dissertation is distributed on «13» 07.2022.

Protocol at the register № 6 dated «13» 07.2022.



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

**O.U.Fuzaylov**  
Scientific secretary of the scientific council for  
awarding the scientific degrees,  
Doctor of Philosophy (Phd) in technical sciences

**N.A.Doniyarov**  
Chairman of the scientific seminar under scientific  
council for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

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

**The aim of the research work** is to develop an effective technology for processing stale tailings of the Chadak gold recovery plant, which will increase the production of precious and ferrous metals.

**The object of the study** is the stale tailings of the Chadak gold recovery plant of Almalyk Mining and Metallurgical Combinat JSC.

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

the qualitative-quantitative distribution of gold, silver and iron minerals by fractions in the stale tailings of the Chadak gold recovery plant was determined;

for the first time, complex processing technologies were developed using magnetic and gravity enrichment methods to extract gold, silver and iron oxide from the stale tailings of the Chadak gold recovery plant of Almalyk Mining and Metallurgical Combinat JSC;

the technological sequence in the scheme of the chain of apparatuses for conducting enrichment processes of stale tailings of the Chadak gold recovery plant was determined;

optimal regimes for the technology of extracting gold, silver and iron oxide from the stale tailings of the Chadak gold recovery plant of Almalyk Mining and Metallurgical Combinat JSC were developed.

**Implementation of the research results.** Based on the conducted research on the development of technology for the extraction of valuable components (gold, silver and iron oxide) from the stale tailings of the gold recovery plant:

The technology for complex processing of tailings from the Chadak gold processing plant by magnetic separation and enrichment in centrifugal concentrators has been implemented at Almalyk MMC JSC (certificate of Almalyk MMC JSC No. AI-001128 dated February 9, 2022). As a result, it was possible to extract 66% of gold and 62.6% of silver from the composition of the tailings of the Chadak gold recovery plant;

The process of extracting iron oxides using magnetic separation from the tailings of the Chadak gold recovery plant has been implemented at Almalyk MMC JSC (certificate of Almalyk MMC JSC No. AI-001128 dated February 9, 2022). As a result, the possibility of extracting 53.3% of iron oxide was obtained.

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

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Самадов А.У., Носиров Н.И. Studying the Garing Content of Gold Tails. // International journal of advanced research in science, engineering and technology. India, August 2019 – Vol. 6, Issue 8,. – pp. 10607-10613. (05.00.00; №8)
2. Носиров Н.И., Қосимова М.Н, Мустафаев Б.Н., Суяров Ж.У. The Study of the Material Composition of the Tails of Gold Mining Factories// International journal of advanced research in science, engineering and technology. India, January 2020. – Vol. 7, Issue 1, – С. 12657-12662. (05.00.00; №8)
3. Носиров Н.И., Хакимов К.З., Эшонкулов У.Х. Taking Samples of Straight Tails of the Tails of the Hydrometallurgical Plants. // International journal of advanced research in science, engineering and technology.– India, May 2020 – Vol. 7, Issue 5,. – С. 13575-13578. (05.00.00; №8)
4. Носиров Н.И., Суяров Ж.У. Study of the Composition of the Stale Tailings of the Tailings of Hydrometallurgical Plants. // International journal of advanced research in science, engineering and technology.– India, May 2020. – Vol. 7, Issue 5, – С. 13584-13588. (05.00.00; №8)
5. Самадов А.У., Носиров Н.И., Халикулов У.М. Изучение обогатимости золотосодержащих хвостов ЗИФ. // Ўзбекистон кончилик хабарномаси.– Навоий, 2020 –№4. – 33–35 б. (05.00.00; №7)
6. Самадов А.У., Носиров Н.И. Изучение вещественного состава хвостов золотоизвлекательных фабрик. // Композиционные материалы –. Тошкент, 2020– №4 – 48-52 бетлар. (05.00.00; №13)

**II бўлим (II часть; part II)**

1. Самадов А.У., Носиров Н.И. Способ извлечения ценных компонентов (золото, серебро) из хвостов ЗИФ. // Scientific Collection «InterConf», (43) with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Global and Regional Aspects of Sustainable Development» – Copenhagen, Denmark, (February 26-28, 2021) – pp. 605-612.
2. Самадов А.У., Носиров Н.И., Жалолов Б.А. Изучение минералогический состав хвостов чадакской ЗИФ. // The issue contains: proceedings of the 8 th international scientific and practical conference scientific research in xxi century.– Ottawa, Canada, 6-8.03.2021 –. pp.665-672
3. Самадов А.У., Носиров Н.И., Усманов Ш.А. Олтин саралаш фабрикалари чиқиндиларининг моддий таркибини ўрганиш. // “Замонавий таълим тизимини ривожлантириш ва унга қаратилган креатив ғоялар, таклифлар ва ечимлар” мавзусидаги 14-сонли Республика илмий-амалий он-лине конференцияси материаллари тўплами –1-май, 2021-й. 14-сон, 131-134 б.
4. Самадов А.У., Носиров Н.И., Косимова М.Н., Музафарова Н.М. Processing of layout tails of gold-extracting factories. // Sectoral research XXI: characteristics and features: collection of scientific papers «Scientia» with

Proceedings of the I International Scientific and Theoretical Conference–. European Scientific Platform Chicago, USA, March 26, 2021:– (Vol. 2).

5. Носиров Н.И. Изучение Обогащаемости золотосодержащих хвостов.// Central Asian Journal of Theoretical and Applied Sciences. – April 2021,– Volume: 02 Issue: 04 – С. 11-16.

6. Носиров Н.И., Косимова М.Н., Суяров Ж.У., Маматалиев А.Р., Носирова М.Х. Извлечение ценных компонентов флотационным и магнитным Методами из хвостов золотоизвлекательных фабрик. // Central Asian Journal of Theoretical and Applied Sciences. – April 2021.– Volume: 02 Issue: 04 ISSN: 2660-5317,–С. 212-220 .

7. Носиров Н.И., Косимова М.Н. Studying the extraction of valuable components from man-made waste of metallurgical plants. // Eurasian Journal of Academic Research Innovative Academy Research Support Center.– 01, April 2021 – Volume 1 Issue, – pp. 19-22.

8. Носиров Н.И. Анализ выполненных исследований способов извлечения золота и серебра из хвостов золотоизвлекательных фабрик. // «Scientific Progress» Scientific Journal – ISSN: 2181-1601 – Volume: 1, Issue: 6, – С. 57-61 (05.00.00; №8)

9. Носиров Н.И. Рекомендуемая схема переработки хвостов чадакской золотоизвлекательных фабрик // «Scientific Progress» Scientific Journal – ISSN: 2181-1601 – Volume: 1, Issue: 6, С.111-121.

Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналидан таҳрирдан  
ўтказилди.

Бичими 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Офис қоғози. Рақамли босма усулда. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи 2,5. Адади 60. Буюртма № 93

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







