

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

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**ХАСАНОВ АДҲАМ АМАНКУЛОВИЧ**

**ТЕХНОГЕН ЧИҚИНДИЛАРДАН ВОЛЬФРАМ ТАРКИБЛИ  
МАҲСУЛОТ АЖРАТИБ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ  
ЧИҚИШ ВА ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**04.00.14 – Фойдали қазилмаларни бойитиш**

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

**Навоний – 2021**

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

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

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

**Хасанов Адхам Аманкулович**

Техноген чиқиндилардан вольфрам таркибли маҳсулот ажратиб олиш  
технологиясини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш..... 3

**Хасанов Адхам Аманкулович**

Разработка и усовершенствование технологии извлечения  
вольфрамсодержащего продукта из техногенных отходов..... 19

**Khasanov Adkham Amankulovich**

Development and improvement of technology for the extraction of  
tungsten-containing product from industrial waste ..... 35

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

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

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

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**ХАСАНОВ АДХАМ АМАНКУЛОВИЧ**

**ТЕХНОГЕН ЧИҚИНДИЛАРДАН ВОЛЬФРАМ ТАРКИБЛИ  
МАҲСУЛОТ АЖРАТИБ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ  
ЧИҚИШ ВА ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**04.00.14 – Фойдали қазилмаларни бойитиш**

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

**Навоий – 2021**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.3.PhD/Т674 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетидида бажарилган.

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

**Илмий раҳбар:**

**Муталова Мархамат Акрамовна**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Расмий оппонентлар:**

**Мухиддинов Баходир Фахриддинович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Пирматов Эшмурат Азимович**  
техника фанлари доктори

**Етакчи ташкилот:**

**Миллий тадқиқот технологик университети**  
**«МИСиС»нинг Олмалиқ шаҳридаги филиали**

Диссертация ҳимояси Навоий давлат кончилик институти ҳузуридаги DSc.17/30.12.2019.Т.06.01 рақамли илмий кенгашнинг 2021 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Ғалаба шох кўчаси, 127-уй. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66; e-mail: [info@ndki.uz](mailto:info@ndki.uz), [nsmi@gmail.com](mailto:nsmi@gmail.com)).

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

Диссертация автореферати 2021 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ куни тарқатилди.  
(2021 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_ рақамли реестр баённомаси)

**Қ.С.Санақулов**

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

**Ш.Ш.Заиров**

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

**И.Т.Мислибаев**

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда йилига 50 минг тоннага яқин вольфрам ажратиб олинади, бу кўрсаткич доимий равишда ошиб бормоқда. Шунинг учун нодир металлларни ишлаб чиқариш, металлургия соҳасида инновацион ривожланиш тенденциясига эга. Ер ресурсларидан оқилона фойдаланиш талабларининг ошиши, бой руда конларининг кескин камайиши сабабли рангли ва нодир металлларни ўз ичига олган, оралиқ маҳсулот ва техноген чиқиндилардан фойдаланиш билан полиметалл хом-ашёлардан комплекс фойдаланиш ва энергия тежовчи ва манба тежовчи технологияларни қўллаш зарурлигини талаб қилади.

Республикамизда саноат чиқиндилари ва нодир металл маъданларни қайта ишлаш технологик схемаларини, вольфрам бойитиш технологиясини такомиллаштириш учун комплекс тадқиқотлар олиб бориш бўйича илғор илмий асосланган чора-тадбирлар жорий қилиниб, нодир металл таркибли кек, шлам ва техноген чиқиндиларни қайта ишлашга жалб қилиб, уларнинг фракциялари бўйича вольфрамнинг миқдорий тақсимланиш қонуниятларини асослаш, натижада гравитацион усулда бойитиш ва унинг самарадорлигини ошириш технологиясини яратиш долзарб ва зарурати борлиги илмий ва амалий асосланди.

Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «саноатни сифат жиҳатдан янги босқичга кўтариш, маҳаллий хом ашё манбаларини чуқур қайта ишлаш, тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни жадаллаштириш, янги турдаги маҳсулотлар ва технологияларни ўзлаштириш..»<sup>1</sup> муҳим вазифалар белгиланган ва Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси» Фармони, 2019 йил 17 январдаги ПҚ-4124-сон «Кон-металлургия саноати корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш» ҳамда 2017 йил 15 сентябрдаги ПҚ-3280-сон «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ бошқарув тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ва мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII. «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хом ашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Техноген чиқиндилардан вольфрам ажратиб олиш (бойитиш фабрикалари чиқинди отваллари ва

---

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

кекларидан), концентратларини қайта ишлаш ва улардан иккиламчи хом ашё сифатида фойдаланишда фойдали компонентларни ажратиб олиш муаммоси долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Ушбу муаммонинг бир нечта афзалликлари мавжуд. Биринчидан, иккиламчи хом ашёлардан олинган металл, қайта ишлашдаги технологик жараёнларнинг қисқариши ҳисобига рудадан ажратиб олинган металлга қараганда анча арзон. Иккинчидан, чиқиндилардан металлларни ажратиб олингандан сўнг, уларни утилизация қилиш фойдали бўлади ва чиқиндисиз технология яратилади.

Чиқиндисиз технологияни яратишда муҳим муаммо бу унинг ташкилий тамойиллари бўлиб, унда қайта ишлаш усулларини танлаш ва бўлинмаларнинг тузилиши муҳим аҳамият касб этади. Ушбу йўналишда хорижий ва МДҲ мамлакатларидаги бир қатор тоғ-кон ва қайта ишлаш корхоналарининг ижобий тажрибалари мавжуд.

Илмий пойдеворни ривожлантириш ва вольфрам таркибли кўп йиллик чиқиндилар ва техноген чиқиндиларни (кекларни) қайта ишлаш технологиясини яратишда қуйидаги хорижий ва маҳаллий олимлар катта ҳисса қўшдилар: Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г., Елютин А.В., Никитина Л.С., Тарасенко В.З., Байтенов Н.М., Древянкин А.Н., Чернышев В.С., Степанов А.Б., Шваб А.В., Шарипов Х.Т., Санақулов Қ.С., Шегай М.А., Пирматов Э.А., Якубов М.М., Юсупходжаев А.А., Петухов О.Ф., Изотов В.М., Михритдинов Р.М., Гриффин А.Ф., Хасанов А.С., Асадов И.С., Сағдиева М.Г., Ахмедов Х.А., Муталова М.А. ва б. Улар нодир металл рудаларни бойитиш технологиясини ишлаб чиқишда, вольфрам ва молибденни бойитиш технологик жараёнларини такомиллаштиришда, рангли металлургиянинг металлургия корхоналари техноген чиқиндилари ва нодир металл концентратларини қайта ишлаш технологик схемаларини ва рудаларни бойитиш тадқиқотларини ўрганишнинг янги йўналишларини ишлаб чиқишда муҳим ютуқларга эришдилар.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети Олмалиқ филиали илмий тадқиқот ишлари режасининг 63-3001ЮР-сонли «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ техноген чиқиндиларидан таркиби 40% дан кам бўлмаган оралиқ маҳсулотини олиш технологиясини яратиш» (2019-2020 йй.) мавзусидаги илмий-тадқиқот лойиҳаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Ингичка бойитиш фабрикасидаги кўп йиллик чиқиндилари ва «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ техноген чиқиндиларидан вольфрамни ажратиб олишнинг мақбул технологиясини илмий асослаш ва яратишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

вольфрам таркибли техноген чиқиндилар ва саноат маҳсулотларини бойитиш бўйича аввал бажарилган тадқиқотларни таҳлил қилиш;

вольфрам таркибли Ингичка бойитиш фабрикаси кўп йиллик чиқиндилари ҳамда «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ чиқинди кекларининг кимёвий ва минералогик таркибларини тадқиқ этиш;

вольфрам концентрати ишлаб чиқаришда асосий техноген чиқиндиларининг бутун майдони бўйича вольфрамнинг қандай тарқалганлигини тадқиқ этиш;

бойитиш фабрикаси чиқиндилари ва қайта ишланган чиқинди кекларини гравитация, флотация ва комбинирланган бойитиш жараёнларини экспериментал тадқиқ этиш;

бойитиш фабрикаси чиқиндилари ва қайта ишланган чиқинди кекларини қайта ишлашнинг технологик схемаси ва аппаратлар занжирли схемаларини яратиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Ингичка бойитиш фабрикаси чиқиндилари ва «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ қайта ишланган чиқинди кеклари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг предмети** – вольфрам таркибли кек ва кўп йиллик чиқиндиларни бойитишнинг гравитацион технологиясини яратиш ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишини бажаришда тадқиқотларнинг замонавий комплекс усуллари, шу жумладан вольфрам ишлаб чиқариш кўп йиллик чиқинди ва кекларини қайта ишлаш бўйича илмий-техник маълумотларни таҳлил қилиш, аналитик усулдан фойдаланган ҳолда назарий ишлар, экспериментал тадқиқотлар кимёвий ва физик-кимёвий усуллар мажмуаси ёрдамида амалга оширилди: гравиметрик, полярографик, спектрофотометрик таҳлил усуллари, гравитацион ва флотацион бойитиш усуллари, шунингдек тажриба тадқиқотлари натижаларини статистик қайта ишлаш усулидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

Ингичка бойитиш фабрикасининг чиқиндилари ва «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ қайта ишланган чиқинди кекларида фракциялар бўйича вольфрамнинг миқдорий тақсимланиш қонуниятлари асосланган;

фракция бўлақларининг ўлчамлари  $-0,12 + 0,022$  мм бўлганда Ингичка бойитиш фабрикасининг чиқиндилари ва «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ қайта ишланган чиқинди кекларини гравитацион бойитиш учун чўктириш машинасини қўллаш самарадор эканлиги асосланган;

гравитацион бойитиш жараёнларининг мақбул кетмакетлигини олиб бориш ва фракция йириклигига боғлиқ ҳолда чўктириш машинаси тўшамаларининг оптимал қалинлиги аниқланган;

концентрацион стол ва тозалаш жараёни билан чўктириш машинасидан иборат гравитацион бойитишнинг мақбул аппаратлар занжирли тизими ишлаб чиқилган;

концентрат ва оралиқ маҳсулотга вольфрамнинг максимал даражада ажралиб чиқишини таъминлаш учун, дастлабки маҳсулот йириклигидан бошлаб, чўктириш машинаси тўшамаларининг қалинлиги, назорат чўктириш ва тозалашлар сони, шунингдек концентрацион столда қайта тозалаш жараёнларидан иборат бойитишнинг оптимал параметрлари ишлаб чиқилган;

Ингичка бойитиш фабрикасининг кўп йиллик чиқиндилари ва «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ кекларидан вольфрамни гравитацион бойитиш технологик схемаси яратилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

кенг кўламли-тажриба ва тажриба-саноат синовларини ўтказиш учун экспериментал ускуналар жамламаси яратилган;

концентрат ва оралиқ маҳсулотга вольфрамнинг ажралиб чиқишига таъсир қилувчи асосий омиллар ҳамда бойитиш жараёнининг мақбул тартиблари аниқланган;

Ингичка бойитиш фабрикасининг кўп йиллик чиқиндилари ва «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ кекларидан вольфрам ажратиб олиш технологияси яратилган;

илк бор Ўзбекистонда бойитиш фабрикаси чиқиндилардан таркибида 35% гача  $WO_3$  бўлган оралиқ маҳсулот ва гидрометаллургия ишлаб чиқаришининг чиқинди кекидан таркибида 55,8% гача  $WO_3$  бўлган концентрат олинган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** тажриба натижаларининг қониқарли мослашиши ва вольфрамни ишлаб чиқариш чиқиндиларидан ажратиб олиш бўйича илмий-тадқиқот ишларининг асосий ғоясини тасдиқлаган ҳолда кенгайтирилган тажрибалар ва тажриба-саноат синовлари асосида замонавий тадқиқот усуллари, шунингдек лаборатория ва тажриба синовларининг ижобий далолатномалари олинган.

**Тадқиқотнинг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти тажриба экспериментлари ва тажриба-синовларининг илмий асосланган натижалари, фракциялар бўйича асосий қимматбаҳо компонентларнинг чиқинди ва кекларда микдорий тақсимланиш қонуниятларини аниқлаш, концентрат ва оралиқ маҳсулотга вольфрамнинг юқори микдорда ажралишини таминлаш, техноген чиқиндиларни қайта ишлашнинг энг мақбул усулини ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Ингичка бойитиш фабрикаси чиқиндиларидан ва «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ чиқинди кекларидан, гравитацион бойитиш услубида тозалаш жараёни билан чўктириш машинаси ва концентрацион столларни қўллаб вольфрам оралиқ маҳсулоти ва вольфрам концентратини олишдан иборатдир.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Техноген чиқиндилардан вольфрам таркибли маҳсулотни яратилган гравитацион бойитиш технологияси бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Ингичка бойитиш фабрикасининг техноген чиқиндилари ва «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ чиқинди кекларини қайта ишлаш

технологияси «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖда амалиётга жорий этилган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 25 ноябрдаги АИ-009172-сон маълумотномаси). Натижада,  $-0,12 + 0,022$  мм катталиқдаги чиқиндилар (чиқинди ва кеклар) вольфрамни минимал йўқотишлар билан бойитиб олишнинг мақбул параметрларини аниқлаш имконини берган;

шламли майдон чиқинди кекларини қайта ишлаш бўйича чўктириш машинаси ва концентрацион столдан иборат технологияси «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖда амалиётга жорий этилган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 5 октябрдаги далолатномаси). Натижада, «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ чиқинди кекларидан 59,3% ажралиб чиқиш билан 55,8%  $WO_3$  таркибли вольфрам концентратини олиш имконини берган;

Ингичка бойитиш фабрикаси чиқиндиларидан вольфрам ажратиб олиш учун ишлаб чиқилган гравитацион бойитиш технологияси «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖда амалиётга жорий этилган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2020 йил 25 ноябрдаги АИ-009172-сон маълумотномаси). Натижада, Ингичка бойитиш фабрикаси кўп йиллик чиқиндиларидан 69,75% ажратиб олиш билан 27-35% миқдорли оралик маҳсулотни олиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқотнинг натижалари 3 та халқаро ҳамда 2 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда апробациядан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, жумладан 1 та республика ва 5 та хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиш ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 105 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида олиб борилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унга бўлган талаб, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланган, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга қўлланиш бўйича тавсиялар, нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши келтирилган.

Диссертациянинг «**Вольфрам рудаларини ва концентратларни қайта ишлаш технологиясининг ривожланиш истиқболи ва замонавий ҳолати, кўп йиллик чиқиндилардан ва техноген шаклланган минераллардан**

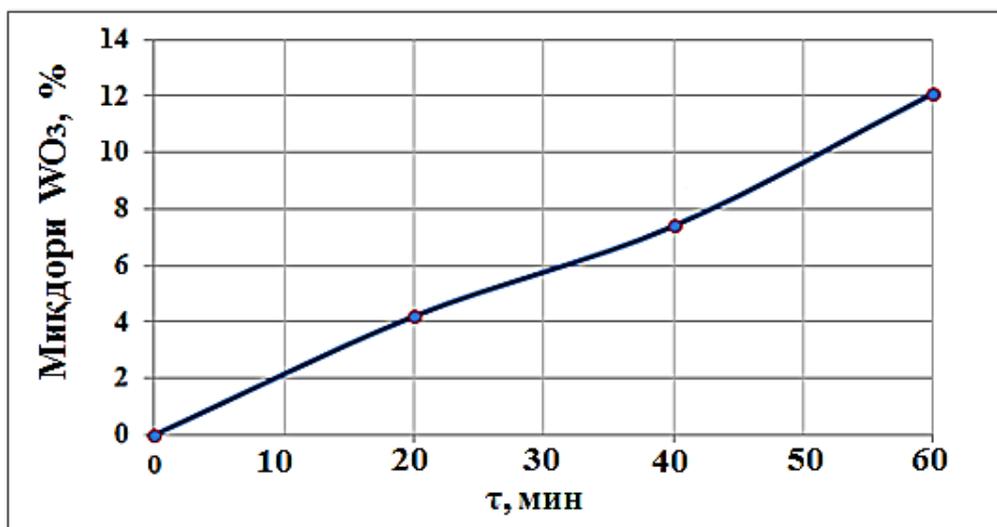
**вольфрам ажратиб олиш»** деб номланган биринчи бобда, ишнинг таҳлили ўтказилди, бугунги кунда ишлатиладиган вольфрамни ажратиб олиш технологиясининг афзалликлари ва камчиликлари муҳокама қилинди, шунингдек вольфрам ишлаб чиқаришда техноген чиқиндиларни қайта ишлашнинг анъанавий технологиялари таҳлил қилинди.

Аналитик таҳлилда мавжуд бойитиш фабрикаларининг чиқиндиларни бойитиш усуллари ва техноген чиқиндилардан вольфрам концентратларини қайта ишлаш, ушбу чиқиндилардан вольфрамни ажратиб олиш имкониятлари ва йўллари, шунингдек концентратларни қайта ишлаш ва руда бойитиш техноген чиқиндилардан вольфрам ажратиб олишнинг чет эл тажрибалари кўриб чиқилди. Адабиётларнинг аналитик таҳлили шуни кўрсатадики, техноген чиқиндилардан вольфрам ажратиб олиш бўйича олиб бориладиган тадқиқодлар долзарбдир.

**«Ингичка бойитиш фабрикасининг техноген чиқиндилари ва «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ чиқинди кекларини минералогик ва кимёвий таркибларини таҳлил қилиш»** деб номланган иккинчи бобда Ингичка конининг вольфрам рудаларини бойитиш чиқиндилари ва «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ ҚҚ ва НМИЧ (илгариги УзКТЖМ) вольфрам концентратларини қайта ишлашнинг чиқинди кеклари аниқлаб олинди, тадқиқот объектларида – тадқиқот материалларининг минералогик ва кимёвий таркиблари таҳлил қилинди ва ўрганилди, олинган кимёвий ва минералогик таҳлиллар асосида Ингичка бойитиш фабрикаси кўп йиллик чиқиндилари ва шеелит концентратининг автоклав-содали танлаб эритиш чиқинди кеклари бўйича тадқиқот ўтказиш услуги ишлаб чиқилди, шунингдек қуйидаги қурилмалар асосланди: МОД-0.2 чўктириш машинаси, СК-2 концентрацион стол ва вольфрам таркибли бойитиш чиқиндилари учун винтли сепараторлар.

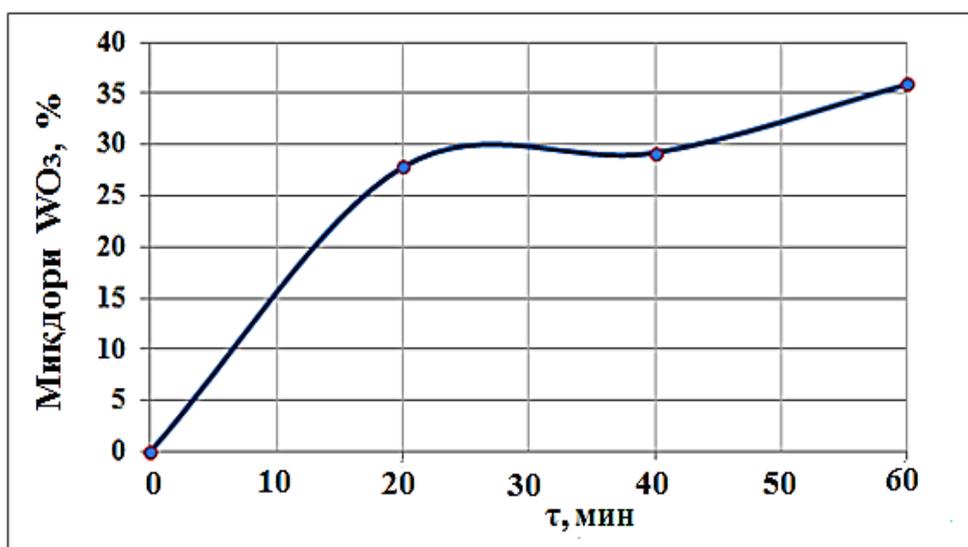
**«Кўп йиллик чиқиндилар ва кекларни бойитиш жараёнининг энг мақбул параметрларини ўрганиш ва ўрнатиш»** деб номланган учинчи бобда, Ингичка бойитиш фабрикаси ва ИИБ чиқинди кекларини бойитиш бўйича тажрибалар ўтказиш учун технологик параметрлар ва тавсифлаш шартлари, винтли сепараторда тозалаш билан ва концентрацион столда иккита тозалаш орқали бойитиш бўйича ўтказилган тажрибаларнинг натижалари, Петров услубида флотация билан комбинациялашган гравитация услубини қўллаш тажрибалари, назорат чўктириш ва тозалаш билан чўктириш машинаси комбинациясида гравитацион усул бўйича тажрибалар, кейин концентрацион столда маҳсулотни иккита тозалаш билан бойитиш, шунингдек винтли сепараторни чўктириш машинасига алмаштириш келтирилган. Олинган натижалар асосида қуйидагича хулосаларга келинди, бунда кўп йиллик чиқиндилар ва чиқинди кекларни гравитацион бойитишнинг энг самарали услуги технологик схемага тозалаш билан чўктириш машинаси ва назорат чўктириш, кейин маҳсулотни иккита тозалаш билан концентрацион столда бойитишни ўз ичига олган технологик

схема бўлиши мумкин. Тавсия этилган бойитиш усули бўйича тажрибалар ўтказилди.

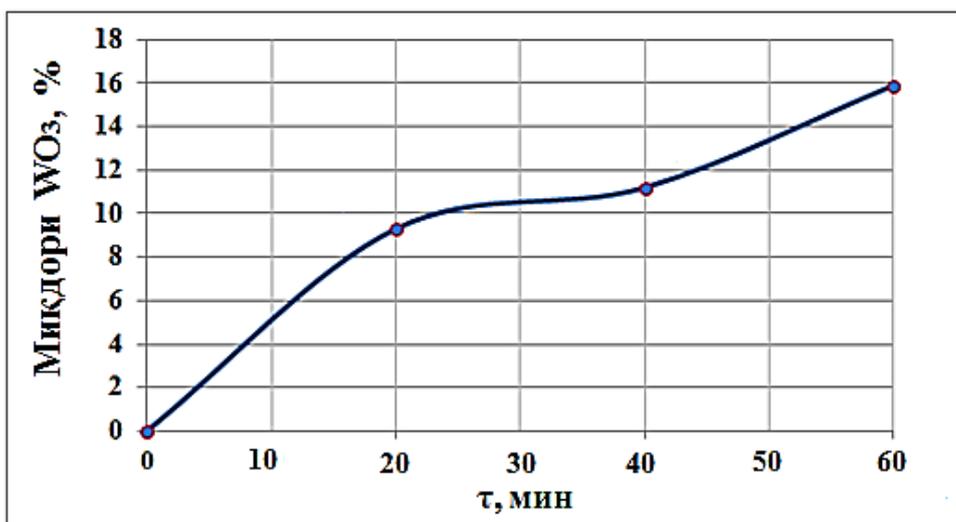


**1-расм. Винтли сепараторда кўп йиллик чиқиндилардан вольфрам ажратиб олишнинг тозалашлар сони ва жараёнларнинг давомийлигига боғлиқлиги**

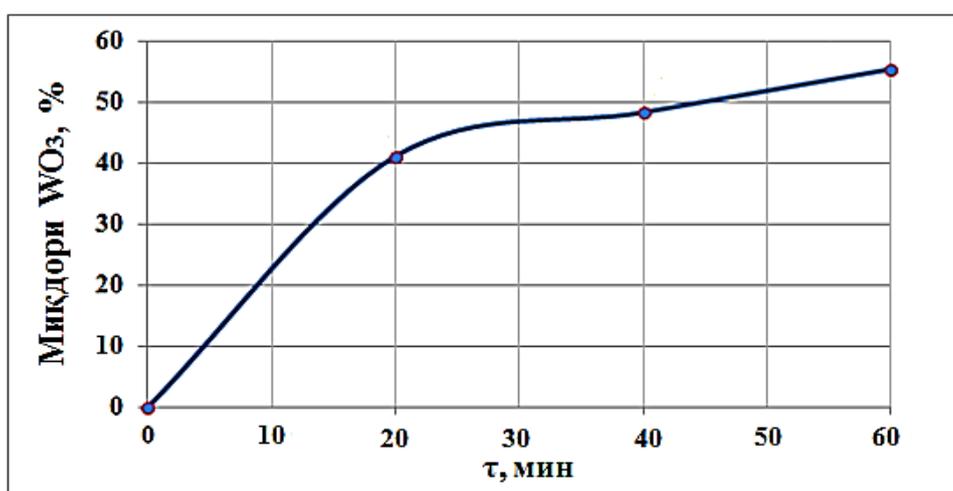
Ўтказилган тадқиқот натижалари бўйича ва кекни ёпиқ циклда чўктириш машинасида тозалаш ва концентрацион столда иккита тозалаш билан олиб борилган бойитиш натижаларига кўра миқдори 55-58% бўлган вольфрам концентрати олинди.



**2-расм. Кўп йиллик чиқиндилардан вольфрамни ажратиб олишнинг вақт давомийлигига боғлиқлиги (3 тажриба кетма-кетлигида)**



**3-расм. Ўтказилган тажрибаларда кекдан вольфрам ажратиб олишнинг жараёнлар давомийлигига боғлиқлиги (винтли сепараторда)**



**4-расм. Чўктириш машинасида кекдан вольфрам ажратиб олишнинг жараён вақтларига боғлиқлиги**

«Ингичка бойитиш фабрикаси ва «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ кекларини бойитишнинг мақбул технологик схемасини ишлаб чиқиш» деб номланган тўртинчи бобда, тадқиқотнинг назарий хулосалари, лаборатория тажриба натижалари ва саноат-тажриба синовлари, шунингдек чиқинди кеклар ва бойитиш фабрикаси кўп йиллик чиқиндиларининг бойитувчанлиги назарий ҳисоблашларга боғлиқлиги келтирилган (1, 2-жадваллар ва 5, 6-расмлар). Кенг кўламли – тажриба синовларини ўтказиш учун ишлаб чиқилган аппаратлар занжирли схемаси (7-расм) ва ёпиқ циклда қобинирланган схема бўйича (8 ва 9-расмлар) «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ чиқинди кеклари ва Ингичка бойитиш фабрикасининг кўп йиллик чиқиндиларини таклиф қилинаётган технологик схема асосида ўтказилган тажриба натижалари (3 ва 4-жадваллар) келтирилган.

1- жадвал

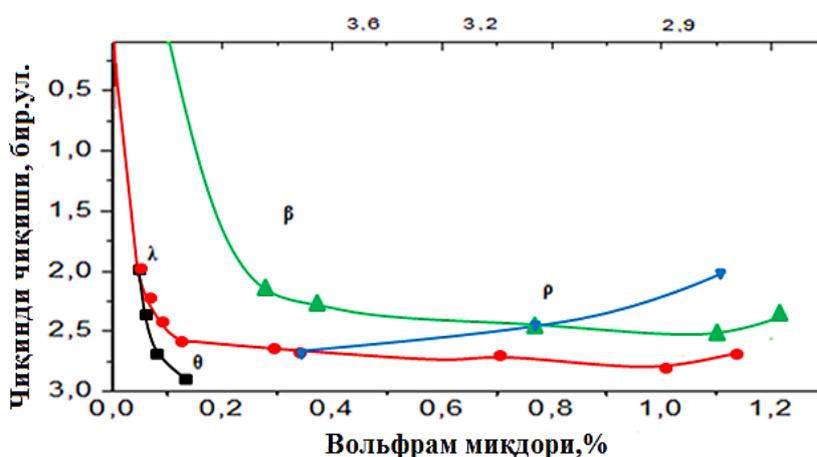
-3 +0,044 мм синфлар учун Ингичка бойитиш фабрикаси кўп йиллик чиқиндиларини гравитацион бойитувчанлигининг тадқиқот натижалари

Йириклик синфлари мм	Фракция зичлиги г/см <sup>3</sup>	Чиқиши, %		Миқдори W, %	Ажралиб чиқиш W, %			
		даст. чиқиндилар	Синфлар бўйича		даст. чиқиндилар	Синфлар бўйича		
<b>-3+0,044 мм</b>	<2,9	71,78	76,74	0,02	21,79	23,18		
	>2,9 <3,2	12,69	13,31	0,03	8,11	11,59		
	>3,2 <3,6	6,42	5,47	0,12	16,67	18,70		
	>3,6	3,70	4,48	0,55	38,15	46,53		
<b>Жами:</b>		<b>94,59</b>	<b>100,00</b>	<b>0,06</b>	<b>84,72</b>	<b>100,00</b>		
<b>-3+0,044 мм</b>	<b>Гравитацион бойитишнинг эгри чизиқларини ҳисоблаш</b>							
	<b>Чқиндилар</b>				<b>Оралик маҳсулот</b>			
		$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma (\lambda \text{ учун}), \%$
	<2,9	75,84	0,0154	24,18	24,16	0,1520	75,84	37,920
	>2,9 <3,2	90,05	0,0187	34,77	9,95	0,3170	65,23	82,945
>3,2 <3,6	95,72	0,0274	54,37	4,28	0,5150	45,63	92,885	

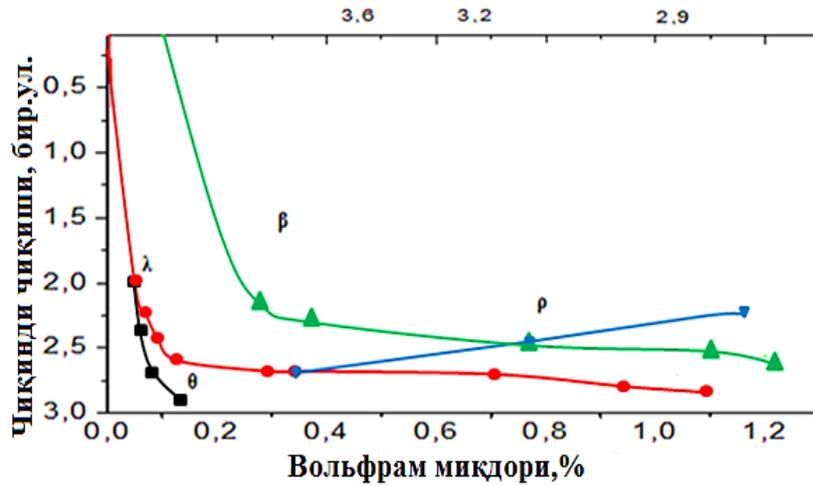
2-жадвал

-1 +0,5 мм синфлар учун «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ кекларини гравитацион бойитувчанлигининг тадқиқот натижалари

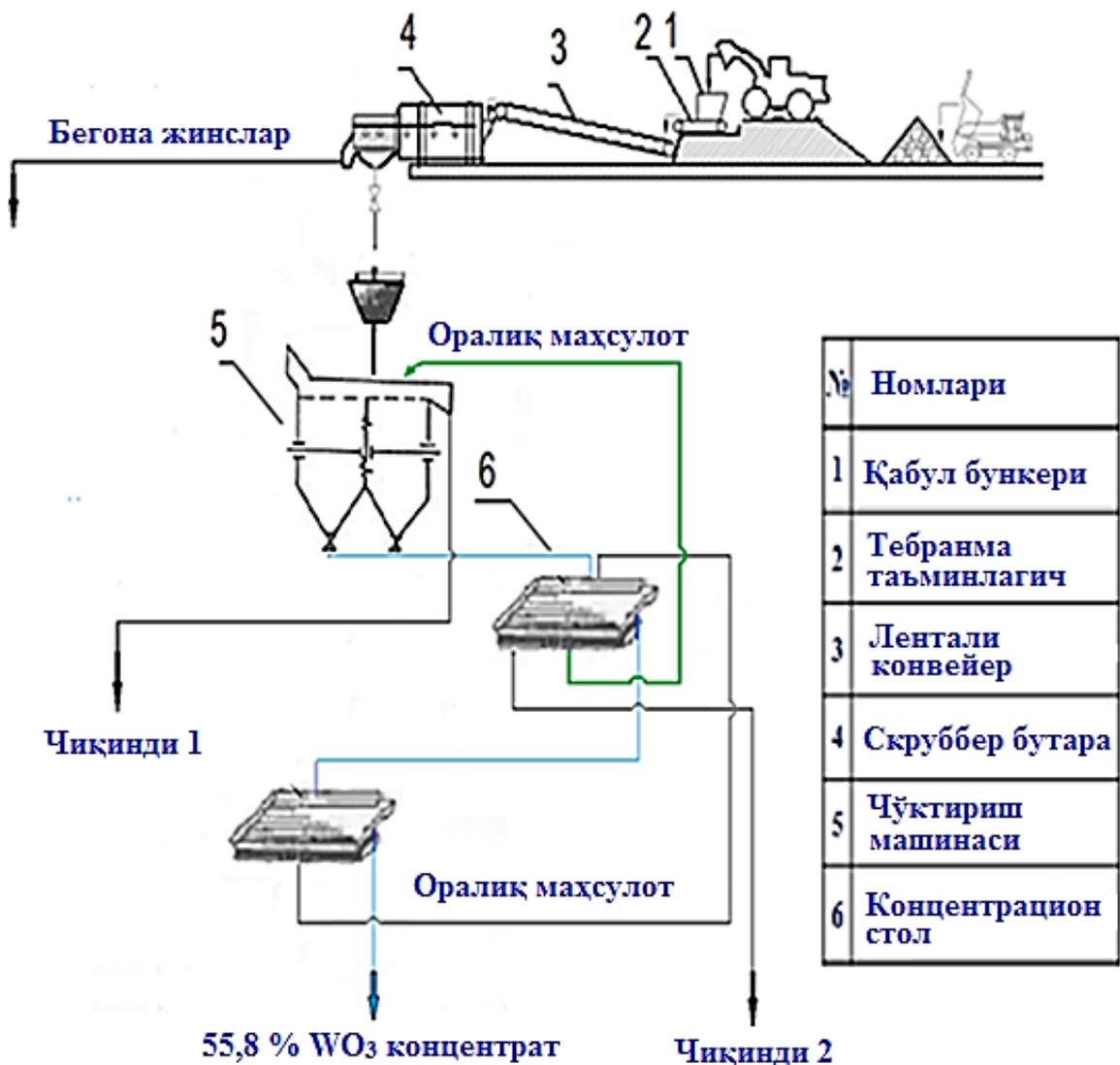
Йириклик синфлари мм	Фракция зичлиги г/см <sup>3</sup>	Чиқиши, %		Миқдори W, %	Ажралиб чиқиш W, %			
		даст. чиқиндилар	Синфлар бўйича		даст. чиқиндилар	Синфлар бўйича		
<b>-1 +0,5 мм</b>	<2,9	20,90	78,04	0,020	7,72	39,02		
	>2,9 <3,2	3,69	13,77	0,030	2,04	10,33		
	>3,2 <3,6	1,93	7,22	0,200	7,13	36,10		
<b>Жами:</b>		<b>26,78</b>	<b>100,00</b>	<b>0,040</b>	<b>19,77</b>	<b>100,00</b>		
<b>-1 +0,5 мм</b>	<b>Гравитацион бойитишнинг эгри чизиқларини ҳисоблаш</b>							
	<b>Чқиндилар</b>				<b>Оралик маҳсулот</b>			
		$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma (\lambda \text{ учун}), \%$
	<2,9	78,04	0,0200	39,02	21,96	0,1110	60,98	39,020
	>2,9 <3,2	91,81	0,0215	49,35	8,19	0,2470	50,65	84,925
>3,2 <3,6	99,03	0,0345	85,45	0,97	0,6000	14,55	95,420	
>3,6	100,00	0,0400	100,00	--	--	--	99,515	



5- расм. -3+0,044 синфлар учун WO<sub>3</sub> миқдоридан гравитацион бойитиш чиқиндилари чиқишининг ошишига боғлиқлиги



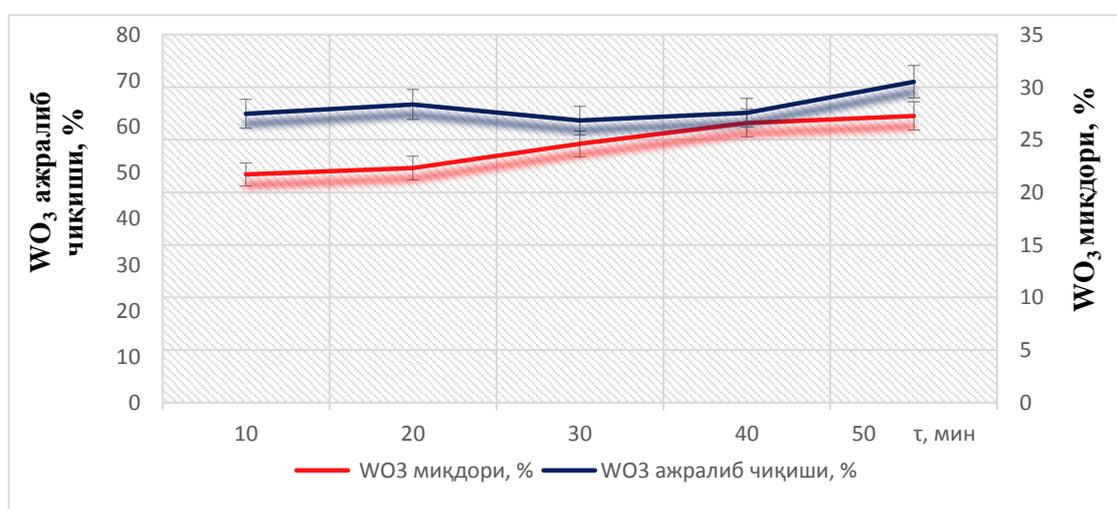
6-расм. -1+0,5 синфлар учун WO<sub>3</sub> миқдоридан гравитацион бойитиш кеклари чиқиншининг ошишига боғлиқлиги



7-расм. Кенг кўламли - тажриба синовлари учун аппаратларнинг занжирли схемаси

Чўктириш машинасида Ингичка бойитиш фабрикасининг кўп йиллик  
чиқиндиларини гравитацион бойитиш натижалари

№	Маҳсулот номи	Чиқиши,%	Миқдори,%	Ажралиб чиқиш,%
I	Вольфрамли оралиқ маҳсулот	0.19	22.3	64.8
	Чиқинди	99.84	0.41	35.2
	Дастлабки маҳсулот	100.0	0.067	100
II	Вольфрамли оралиқ маҳсулот	0.2	24.6	61.3
	Чиқинди	99.8	0.28	38.7
	Дастлабки маҳсулот	100.0	0.073	100
III	Вольфрамли оралиқ маҳсулот	0.21	26.6	63.0
	Чиқинди	99.79	0.52	37.0
	Дастлабки маҳсулот	100.0	0.088	100
VI	Вольфрамли оралиқ маҳсулот	0.23	27.27	69.75
	Чиқинди	99.77	0.31	30.25
	Дастлабки маҳсулот	100.0	0.088	100

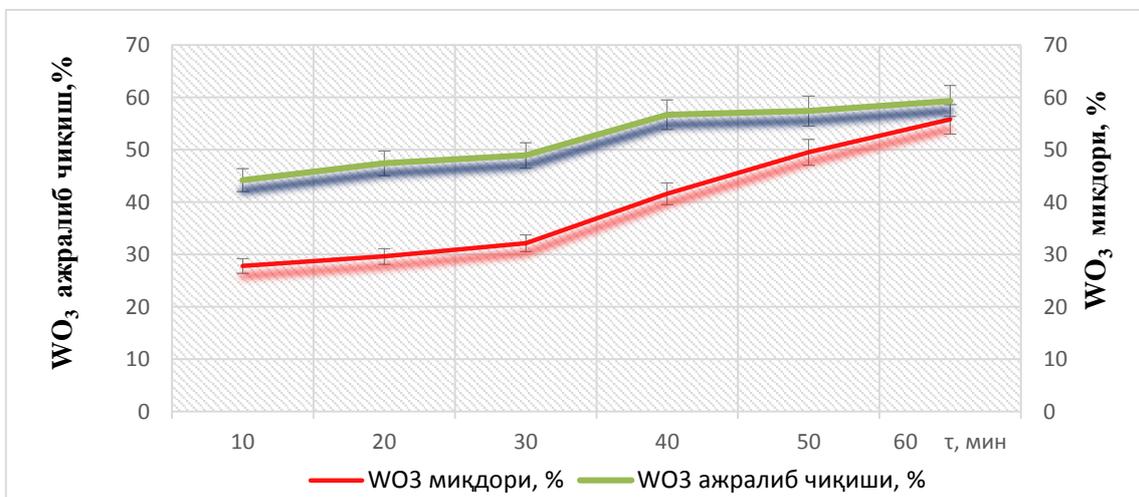


8-расм. Чўктириш машинасида Ингичка бойитиш фабрикаси кўп  
йиллик чиқиндиларидан вольфрам ажралиб чиқишига боғлиқлиги

Чўктириш машинасини қўллаш билан гравитацион усулда «Олмалик  
кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ кекларини бойитиш натижалари

№	Маҳсулот номи	Чиқиши,%	Миқдори,%	Ажралиб чиқиш,%
I	Вольфрамли оралиқ маҳсулот	2,28	32,12	48,9
	Чиқинди	97,72	0,37	51,1
	Дастлабки маҳсулот	100,0	0,78	100,0
II	Вольфрамли оралиқ маҳсулот	2,04	41,56	56,7
	Чиқинди	97,96	0,61	43,3
	Дастлабки маҳсулот	100,0	1,25	100,0
III	Вольфрамли оралиқ маҳсулот	1,74	49,48	57,4
	Чиқинди	98,26	0,65	42,6
	Дастлабки маҳсулот	100,0	1,3	100,0
VI	Вольфрамли оралиқ маҳсулот	1,59	55,8	59,3
	Чиқинди	98,41	0,62	40,7
	Дастлабки маҳсулот	100,0	1,5	100,0

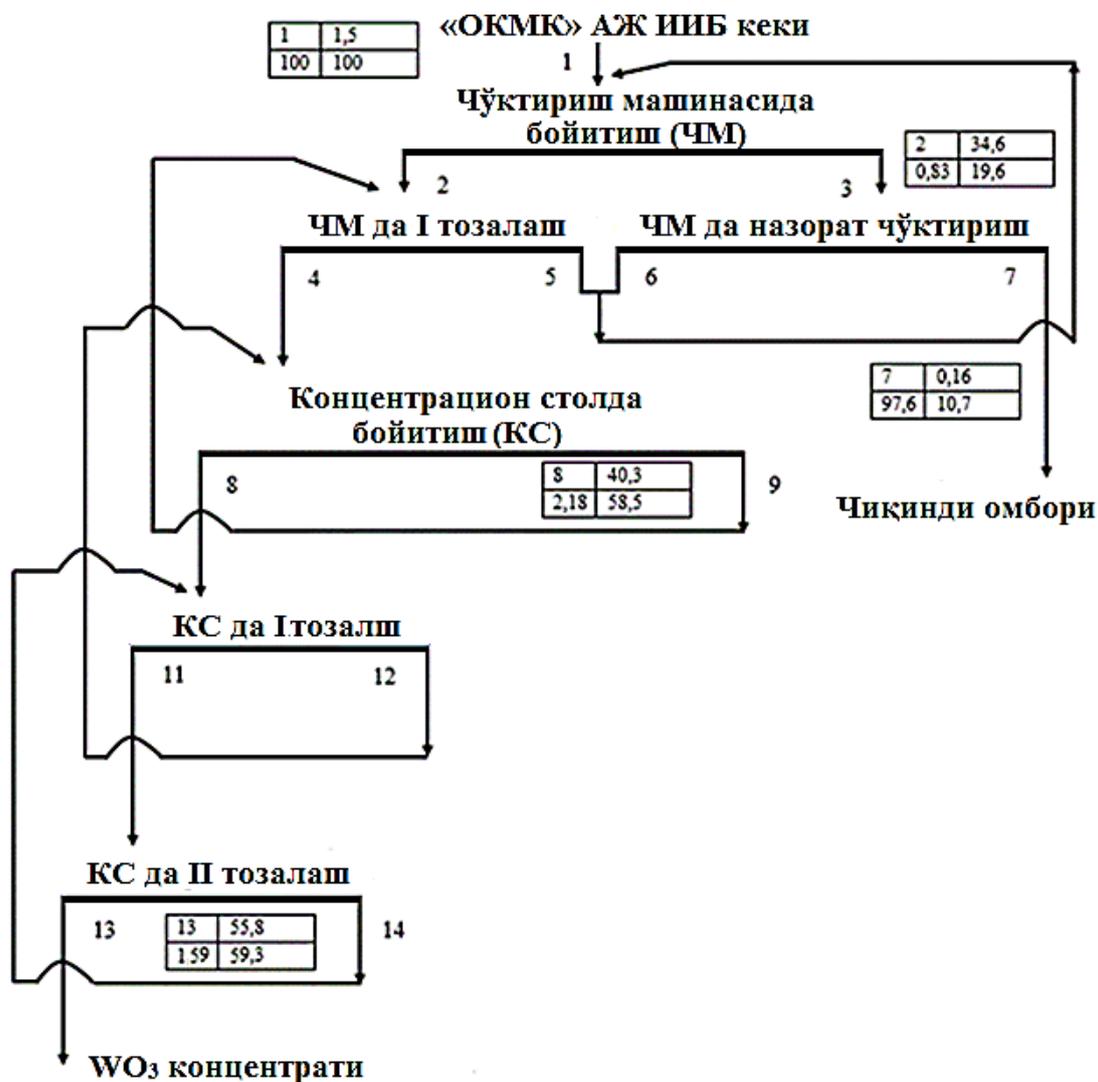
Иккита тозалаш билан концентрацион столда ва чўктириш машинасида гравитацион усулда кўп йиллик чиқиндиларни бойитишда 28-30% миқдор билан  $WO_3$  вольфрам оралиқ маҳсулоти олинди. «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ кекларини бойитишда 49-55% миқдор билан  $WO_3$  вольфрам концентрати олинди.



9-расм. Чўктириш машинасида ИИБ кекларидан вольфрам ажралиб чиқишининг ўтказилган тажрибалардаги  $WO_3$  миқдорига боғлиқлиги



10-расм. Чўктириш машинаси билан гравитацион усулда Ингичка бойитиш фабрикаси кўп йиллик чиқиндиларни бойитиш учун тавсия этилган технологик схеманинг моддий баланси ва сифат миқдор схемаси



**11-расм. Чўктириш машинаси билан гравитацион усулда «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ кекларни бойитиш учун тавсия этилган технологик схеманинг моддий баланси ва сифат миқдор схемаси**

Ярим саноат-тажриба қурилмаларида Ингичка бойитиш фабрикаси кўп йиллик чиқиндиларидан 69,75% ажратиб олиш билан 27-35% миқдорли оралик маҳсулот ва «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ чиқинди кекларидан ажралиб чиқиши 59,3% ва миқдори 55,8% WO<sub>3</sub> бўлган вольфрам концентрати олинди.

«Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ да жорий этиш учун Ингичка бойитиш фабрикаси чиқиндилари ва ИИБ чиқинди кекларидан вольфрам ажратиб олиш учун ишлаб чиқилган гравитацион бойитиш технологияси ишлаб чиқариш учун жорий этилди.

## ХУЛОСА

«Техноген чиқиндилардан вольфрам таркибли маҳсулот ажратиб олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш» 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. Ингичка бойитиш фабрикасининг чиқиндилари ва «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ ИИБ чиқинди кекларининг таркибий қисми ва гранулометриқ таркибига оид маълумотлар, шунингдек технологик хусусиятлари аниқланди ва ишлаб чиқаришга тавсия этилди.

2. Ингичка бойитиш фабрикасининг кўп йиллик чиқиндиларида вольфрам асосан шеелит минералларидан иборат ва у йириклик синфлари бўйича тарқалган бўлиб, унинг асосий миқдори  $-0,5+0,1$  йирикликда мужассамланганлигини аниқлаш имкони пайдо бўлди.

3. Ингичка бойитиш фабрикасининг чиқиндилари ва «Олмалиқ КМК» АЖ ИИБ чиқинди кекларида асосий ажратиб олиндиған фойдали компонент – вольфрам парчаланмаған минерали билан намоён бўлган, кўп миқдорда кальций карбонатидан ташкил топган шеелит ва иккиламчи чўктирилган сунъий шеелит эритмасидан иборат эканлиги аниқланди.

4. Ингичка бойитиш фабрикасининг кўп йиллик чиқиндилари ва «Олмалиқ КМК» АЖ ИИБ чиқинди кекларидан вольфрам ажратиб олишнинг энг самарали ва мақбул усули гравитацион бойитиш усули эканлиги ва чиқиндиларда заррача йириклиги  $-0,12 +0,022$  мм бўлганда техноген хомашёларни вольфрамнинг чиқиндига минимал йўқотишлар билан бойитилишининг ўзига хос хусусияти эканлиги аниқланди.

5. Ажралиш жараёнларининг асосий қонуниятларини таҳлил қилиш ва ўрнатиш Ингичка бойитиш фабрикасининг кўп йиллик чиқиндилари ва «Олмалиқ КМК» АЖ ИИБ чиқинди кекларини гравитацион бойитишнинг технологик кўрсаткичларини муқаррар аниқлаш имконини беради.

6. Ингичка бойитиш фабрикасининг кўп йиллик чиқиндилари ва «Олмалиқ КМК» АЖ ИИБ чиқинди кекларидан вольфрамнинг максимал ажралиб чиқишини таминлашда концентрацион стол ва тозалаш билан чўктириш машинасини қўллаш эканлиги билан исботланади. Ишлаб чиқилган технология бўйича ўтказилган ярим саноат тажрибаларда Ингичка бойитиш фабрикасининг чиқиндиларидан 69,75% ажралиб чиқиш билан 27,27-35%  $WO_3$  таркибли вольфрам оралиқ маҳсулоти ва «Олмалиқ КМК » АЖ ИИБ чиқинди кекларидан 59,3% ажралиб чиқиш билан 55,8%  $WO_3$  таркибли вольфрам концентрати олинди.

7. Ингичка бойитиш фабрикасининг чиқиндилари ва гидрометаллургия ишлаб чиқариш чиқинди кекларидан вольфрам ажратиб олиш бўйича ишлаб чиқилган технология «Олмалиқ КМК» АЖ ИИБда ишлаб чиқаришга жорий этилди.

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

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ХАСАНОВ АДХАМ АМАНКУЛОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩЕГО ПРОДУКТА ИЗ  
ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ**

**04.00.14 – Обогащение полезных ископаемых**

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

**Навои – 2021**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2020.3.PhD/Т674.**

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

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

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Муталова Мархамат Акрамовна</b> кандидат технических наук, доцент
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Мухиддинов Баходир Фахриддинович</b> доктор химических наук, профессор <b>Пирматов Эшмурат Азимович</b> доктор технических наук
<b>Ведущая организация:</b>	<b>филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» в г. Алмалык</b>

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года в «\_\_» часов на заседании Научного совета DSc.17/30.12.2019.T.06.01 (Адрес: 210100, г. Навои, ул. Галаба шох, 127. Зал заседаний Навоийского государственного горного института. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66; e-mail: [info@ndki.uz](mailto:info@ndki.uz), [nsmi@gmail.com](mailto:nsmi@gmail.com)).

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

Автореферат диссертации разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г. (реестр протокола рассылки №\_\_ от \_\_\_\_\_ 2021 г.).

**К.С.Санакулов**

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

**Ш.Ш.Заиров**

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

**И.Т.Мислибаев**

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

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире ежегодно извлекается около 50 тысяч тонн вольфрама, этот показатель постоянно увеличивается. Поэтому производство редких металлов имеет тенденцию инновационного развития в отрасли металлургии. Повышение требований к рациональному использованию земельных ресурсов, вследствие заметного сокращения богатых рудных месторождений, обуславливает необходимость применения ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий и комплексного использования полиметаллического сырья с использованием техногенных отходов и промпродуктов, содержащих цветные и редкие металлы.

В Республике проводятся комплексные исследования по совершенствованию технологии обогащения вольфрамовых руд, разработка технологических схем переработки концентратов редких металлов и техногенных образований в виде кеков, шламов и хвостов установление закономерностей количественного распределения вольфрама по фракциям и научное обоснование эффективности применения процессов гравитационного обогащения является актуальной и востребованной.

В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи по «повышения промышленности на качественно новый уровень, глубокой переработки местных источников сырья, ускорения производства готовой продукции, освоение новых видов продукции и технологий»<sup>1</sup>. Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», постановлениями №ПП-4124 от 17 января 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли» и №ПП-3280 от 15 сентября 2017 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования 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.** Извлечение вольфрама из техногенных отходов (лежалых хвостов обогатительных фабрик и сбросных кеков), переработка концентратов и извлечение из них полезных

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

компонентов с последующим использованием их в качестве вторичного сырья является одной из актуальных задач в сфере углубленной и комплексной переработки минерального сырья. Данная задача имеет несколько приоритетов. Во-первых, металл, извлеченный из вторичного сырья, значительно дешевле, чем извлеченный металл из руды, из-за целого ряда сокращения технологических переделов переработки. Во-вторых, после извлечения металлов из отходов последний может быть полезно утилизирован в готовую продукцию, создавая безотходную технологию.

Важной проблемой создания безотходной технологии являются её организационно-технические принципы, где важную роль имеет разработка способов переработки и выбор оборудования, структура подразделений и экономическая эффективность. В этом аспекте имеется положительный опыт ряда горно-обогатительных предприятий, как в зарубежных странах, так и в странах СНГ.

Значительный вклад в развитие научных основ и создание технологии по переработке вольфрамсодержащих лежалых хвостов и техногенных отходов (кеков) внесли такие зарубежные и отечественные ученые, как: Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г., Елютин А.В., Никитина Л.С., Тарасенко В.З., Байтенов Н.М., Древянкин А.Н., Чернышев В.С., Степанов А.Б., Шваб А.В., Шарипов Х.Т., Санакулов К.С., Шегай М.А., Пирматов Э.А., Якубов М.М., Юсупходжаев А.А., Петухов О.Ф., Изотов В.М., Михритдинов Р.М., Гриффин А.Ф., Хасанов А.С., Асадов И.С., Сагдиева М.Г., Ахмедов Х., Муталова М.А. и др. Ими достигнуты значительные успехи в разработке технологии обогащения руд редких металлов, совершенствовании технологических процессов при обогащении вольфрама и молибдена, разработке новых направлений в исследовании обогатимости руд и технологических схем переработки концентратов редких металлов и техногенных отходов металлургических предприятий цветной металлургии.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова на тему: №63-3001 ЮР – «Разработка технологии получения вольфрамового промпродуктов с содержанием  $WO_3$  не ниже 40% из техногенных отходов НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (2019-2020 гг.).

**Целью исследования** является научное обоснование и разработка рациональной технологии по обогащению вольфрама из лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и техногенных отходов НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

**Задачи исследования:**

анализ ранее выполненных исследований по обогащению вольфрам содержащих техногенных отходов и промпродуктов;

исследование химического и минералогического состава вольфрам содержащих лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и сбросных кеков НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»;

исследование распределения вольфрама по всему пространству основного техногенного образования при производстве вольфрамового концентрата;

экспериментальные исследования процессов гравитационной, флотационной и комбинированной обогатимости лежалых хвостов обогащения и сбросного кека переработки;

разработка технологической схемы и цепи аппаратов для переработки лежалых хвостов обогащения и сбросного кека переработки.

**Объектом исследований** являются вольфрамсодержащие лежалые хвосты Ингичкинской обогатительной фабрики и сбросные кеки НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

**Предметом исследования** является разработка гравитационной технологии обогащения лежалых хвостов и вольфрамсодержащего кека.

**Методы исследования.** При выполнении диссертационной работы применены современные комплексные методы исследований, включающие анализ научно-технической информации по переработки лежалых хвостов и кеков вольфрамового производства, теоретические исследования с применением аналитического метода, экспериментальные исследования проводились с применением комплекса химических и физико-химических методов: гравиметрического, полярографического, спектрофотометрического методов анализа, гравитационного и флотационного способов обогащения, а также методом статистической обработки результатов лабораторных исследований.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

установлены закономерности количественного распределения вольфрама по фракциям в лежалых хвостах Ингичкинской обогатительной фабрики и в кеке НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»;

научно обоснована эффективность применения отсадочной машины для гравитационного обогащения лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» с крупностью фракции  $-0,12 + 0,022$  мм;

установлены оптимальная толщина постели отсадочной машины в зависимости от крупности фракции и рациональная последовательность ведения процессов гравитационного обогащения;

разработана рациональная схема аппаратов гравитационного обогащения, состоящая из отсадочной машины с перечисткой и концентрационного стола;

разработаны оптимальные параметры обогащения, начиная от крупности исходного сырья, толщины постели отсадочной машины,

переделов перечисток и контрольной отсадки, также перечистки на концентрационных столах, которые обеспечивают максимальное извлечение вольфрама в промпродукт и концентраты;

разработана технологическая схема гравитационного обогащения вольфрама из лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

созданы экспериментальные установки для проведения укрупнённо-лабораторных и опытно-промышленных испытаний;

установлены факторы, влияющие на степень извлечения вольфрама в промпродукт и концентрат, а также оптимальные режимы процесса обогащения;

разработана технология извлечения вольфрама из лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и из сбросного кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»;

впервые в Республике Узбекистан получены из хвостов обогатительной фабрики вольфрамовый промпродукт с содержанием  $WO_3$  до 35,0% и вольфрамовый концентрат с содержанием  $WO_3$  до 55,8% из сбросного кека гидрометаллургического производства.

**Достоверность полученных результатов** обоснована значительными объемами проведенных лабораторных и опытно-полупромышленных испытаний с удовлетворительной сходимостью результатами экспериментов и подтверждением основной идеи научно-исследовательской работы по извлечению вольфрама, а также положительными актами лабораторных и опытно-промышленных испытаний.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость исследования определяется полученными теоретическими выводами об эффективности применения отсадочных машин для гравитационного обогащения лежалых хвостов и сбросных кеков, которые подтверждены результатами лабораторных экспериментов и опытно-промышленных испытаний, установлением закономерностей количественного распределения основных ценных компонентов по фракциям в хвостах и сбросных кеках, являющихся определяющими при достижении высокого суммарного извлечения вольфрама в промпродукт и концентрат, разработкой гравитационного метода обогащения техногенных отходов.

Практической значимостью результатов исследования является получение вольфрамового промпродукта из хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и вольфрамового концентрата из сбросных кеков НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» методом гравитационного обогащения с применением отсадочной машины с перечисткой и концентрационного стола.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных и экспериментальных результатов разработанной технологии гравитационного обогащения вольфрамсодержащего продукта из техногенных отходов:

технология переработки техногенных отходов хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и сбросных кеков НПО внедрена в АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» №АИ-009172 от 25 ноября 2020 г.). В результате установлено, что минимальные потери вольфрама достигаются при обогащении техногенных отходов (отвальных хвостов и кеков) крупностью  $-0,12 + 0,022$  мм;

технология по переработке сбросного кека из шламового поля, состоящая из отсадочной машины и концентрационного стола, внедрена в НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (акт внедрения АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» от 5 октября 2020 г.). В результате получен вольфрамовый концентрат с содержанием  $55,8\%$   $WO_3$  с извлечением  $59,3\%$  из отвального кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»;

разработанная технология извлечения вольфрама из хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики методом гравитационного обогащения внедрена АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» №АИ-009172 от 25 ноября 2020 г.). В результате получен вольфрамовый промпродукт с содержанием  $WO_3$   $27,27-35\%$  с извлечением  $69,75\%$  из лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики.

**Апробация результатов исследования.** Апробация результатов данного исследования произведена на 3 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 11 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, 1 из которых в республиканском и 5 в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 105 страниц компьютерного текста.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

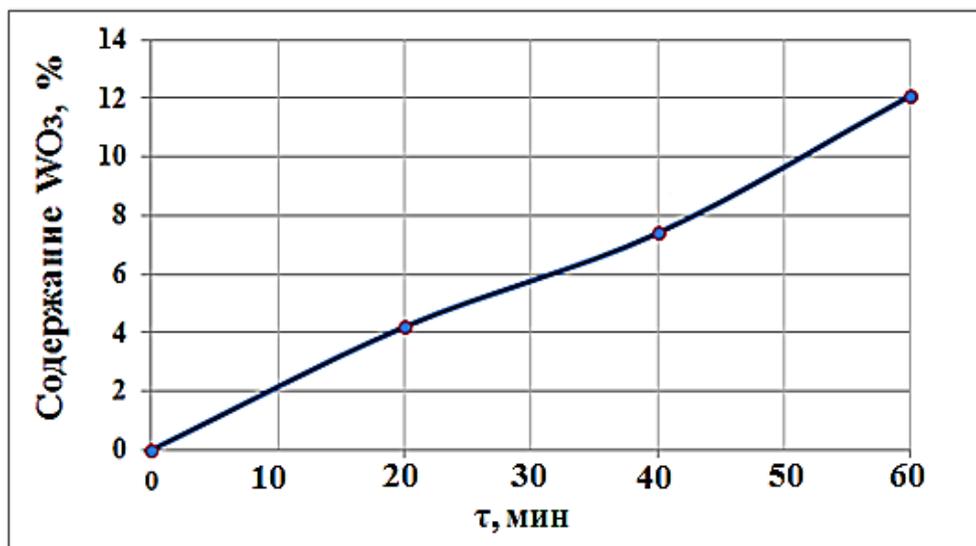
В первой главе диссертации **«Современное состояние и перспективы развития технологии переработки вольфрамовых руд, концентратов и извлечение вольфрама из лежалых хвостов и техногенных минеральных образований»** проведен анализ работ, обсуждаются достоинства и недостатки технологии извлечения вольфрама, используемых на сегодняшний день, а так же проанализированы традиционные технологии переработки техногенных отходов вольфрамового производства.

В аналитическом обзоре рассмотрены существующие методы обогащения хвостов обогатительных фабрик и техногенных отходов переработки вольфрамовых концентратов, пути и возможности извлечения вольфрама из этих отходов, а также зарубежный опыт извлечения вольфрама из техногенных отходов обогащения руд и переработки концентратов. Аналитический обзор литературы свидетельствует о том, что исследования по извлечению вольфрама из техногенных отходов являются актуальными.

Во второй главе **«Исследование химического и минералогического составов лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»** были определены объектами исследований хвосты обогащения вольфрамовых руд Ингичкинского месторождения и сбросные кеки переработки вольфрамовых концентратов НПО ПРМ и ТС (бывший УзКТЖМ), изучены и проанализированы химический и минералогический составы исследуемых материалов – объектов исследований, на основе данных химического и минералогического анализа разработаны методики проведения исследований по обогащению лежалых хвостов обогатительной фабрики и сбросных кеков автоклавно-содового выщелачивания шеелитового концентрата, разработана экспериментальная установка для проведения лабораторных и опытно-промышленных испытаний, в том числе обоснованы установки: отсадочная машина МОД-0,2, концентрационный стол СК-2 и винтовой сепаратор для обогащения вольфрамсодержащих хвостов и сбросных кеков.

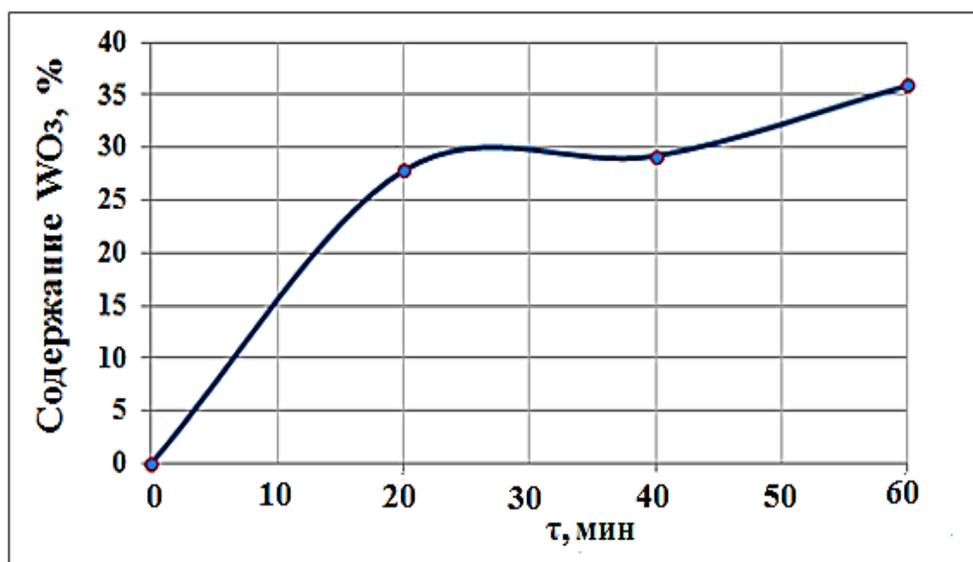
В третьей главе **«Исследование и установление оптимальных параметров процесса обогащения лежалых хвостов и кеков»** описаны условия и технологические параметры для проведения экспериментов по обогащению лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и сбросных кеков НПО, результаты проведенных экспериментов по обогащению на винтовом сепараторе с перечисткой и на концентрационном столе с двумя перечистками; эксперименты с применением гравитационного метода в комбинации с флотацией по методу Петрова; эксперименты по гравитационному методу в комбинации с отсадочной машиной с перечисткой и контрольной отсадкой, затем обогащением продукта на концентрационном столе, с двумя перечистками, также заменой отсадочной машины на винтовой сепаратор. На основании полученных результатов сделан вывод о том, что наиболее эффективным методом гравитационного обогащения лежалых хвостов и сбросных кеков может являться технология, включающая в схему отсадочную машину с перечисткой и контрольной отсадкой, затем

обогащение продукта на концентрационном столе, с двумя перечистками. Проведены эксперименты по предложенному методу обогащения.

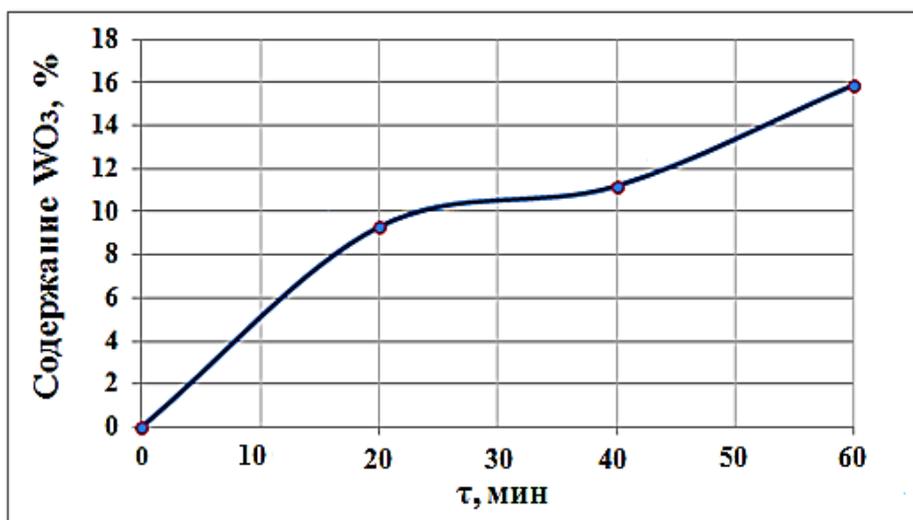


**Рис. 1. Зависимость извлечения вольфрама из лежалых хвостов на винтовом сепараторе от количества перечисток и продолжительности процесса**

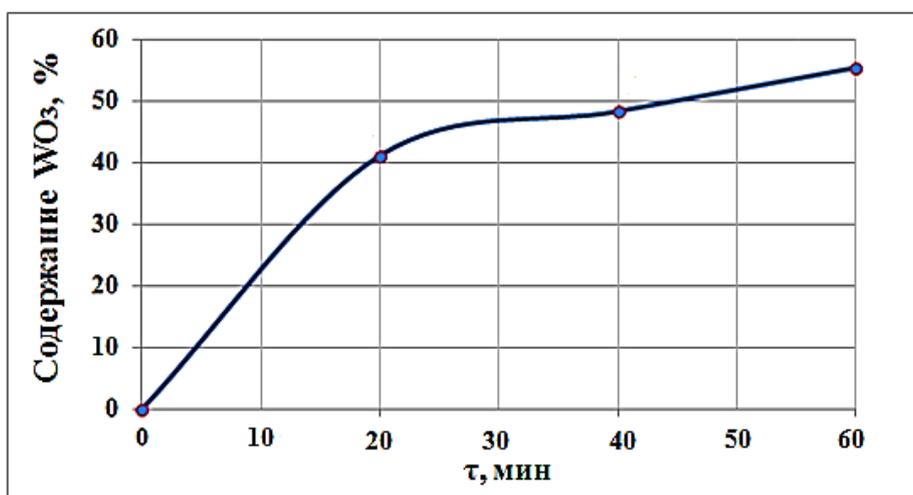
По результатам проведенных исследований и опытов обогащения кека в открытом цикле с применением отсадочной машины с перечисткой и концентрационного стола с двумя перечистками получен вольфрамовый концентрат, содержащий 55-58% WO<sub>3</sub>.



**Рис. 2. Зависимость извлечения вольфрама из лежалых хвостов от продолжительности процесса (3 опыта последовательно)**



**Рис. 3. Зависимость извлечения вольфрама из кеков от продолжительности процесса в проведенных опытах (на вихревом сепараторе)**



**Рис. 4. Зависимость извлечения вольфрама из кеков от времени процесса в отсадочной машине**

В четвертой главе диссертации «Разработка рациональной технологической схемы обогащения лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и кеков НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»» приведены выводы теоретических исследований, результаты лабораторных экспериментов и опытно-промышленных испытаний, так же приведены теоретические расчеты кривых обогатимости лежалых хвостов обогатительной фабрики и сбросных кеков (табл. 1-2 и рис. 5-6). Приведена разработанная схема цепи аппаратов для проведения укрупненно-лабораторных испытаний (рис. 7) и результаты проведенных испытаний (табл. 3 и 4), на основании которых предложены технологические схемы обогащения лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и сбросных кеков НПО по комбинированной схеме в замкнутом цикле (рис. 8 и 9).

Таблица 1

Результаты исследования гравитационной обогатимости лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики для класса -3 +0,044 мм

Класс крупности мм	Фракция плотности г/см <sup>3</sup>	Выход, %		Содержание W, %	Извлечение W, %			
		от исх. хвостов	от класса		от исх. хвостов	от класса		
<b>-3+0,044 мм</b>	<2,9	71,78	76,74	0,02	21,79	23,18		
	>2,9 <3,2	12,69	13,31	0,03	8,11	11,59		
	>3,2 <3,6	6,42	5,47	0,12	16,67	18,70		
	>3,6	3,70	4,48	0,55	38,15	46,53		
<b>Итого:</b>		<b>94,59</b>	<b>100,00</b>	<b>0,06</b>	<b>84,72</b>	<b>100,00</b>		
<b>-3+0,044 мм</b>	<b>Расчет кривых гравитационной обогатимости</b>							
	<b>Хвосты</b>				<b>Промпродукт</b>			
		$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma$ (для $\lambda$ ), %
	<2,9	75,84	0,0154	24,18	24,16	0,1520	75,84	
	>2,9 <3,2	90,05	0,0187	34,77	9,95	0,3170	65,23	82,945
	>3,2 <3,6	95,72	0,0274	54,37	4,28	0,5150	45,63	92,885

Таблица 2

Результаты исследования гравитационной обогатимости кеков НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» для класса -1 +0,5 мм

Класс крупности мм	Фракция плотности г/см <sup>3</sup>	Выход, %		Содержание W, %	Извлечение W, %			
		от исх. хвостов	от класса		от исх. хвостов	от класса		
<b>-1 +0,5 мм</b>	<2,9	20,90	78,04	0,020	7,72	39,02		
	>2,9 <3,2	3,69	13,77	0,030	2,04	10,33		
	>3,2 <3,6	1,93	7,22	0,200	7,13	36,10		
<b>Итого:</b>		<b>26,78</b>	<b>100,00</b>	<b>0,040</b>	<b>19,77</b>	<b>100,00</b>		
<b>-1 +0,5 мм</b>	<b>Расчет кривых гравитационной обогатимости</b>							
	<b>Хвосты</b>				<b>Промпродукт</b>			
		$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma_{xв}, \%$	$\theta, \%$	$\gamma$ (для $\lambda$ ), %
	<2,9	78,04	0,0200	39,02	21,96	0,1110	60,98	
	>2,9 <3,2	91,81	0,0215	49,35	8,19	0,2470	50,65	84,925
	>3,2 <3,6	99,03	0,0345	85,45	0,97	0,6000	14,55	95,420
>3,6	100,00	0,0400	100,00	--	--	--	99,515	

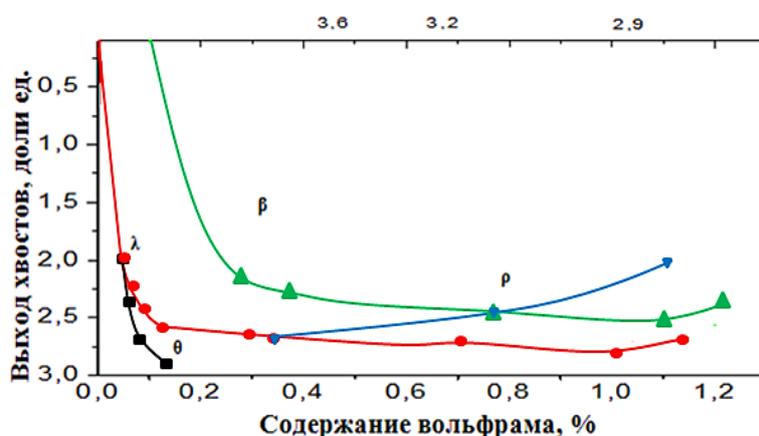


Рис. 5. Зависимость увеличения выхода хвостов гравитационного обогащения от содержания  $WO_3$  для класса -3+0,044 мм

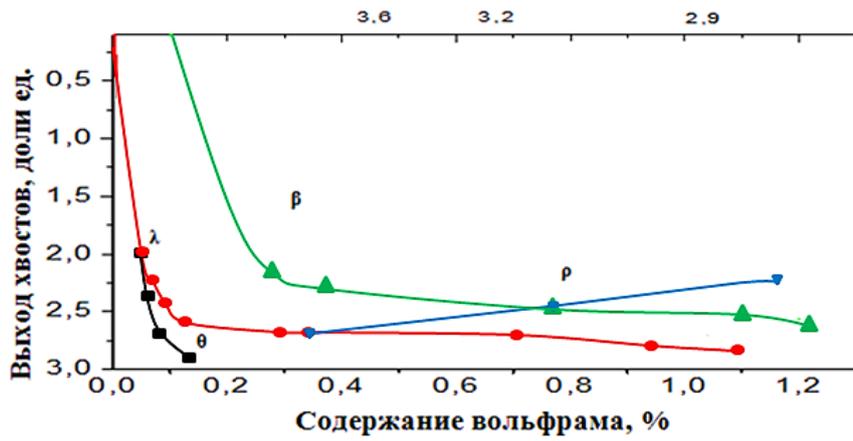


Рис. 6. Зависимость увеличения выхода кеков НПО гравитационного обогащения от содержания  $WO_3$  для класса  $-1 +0,5$  мм

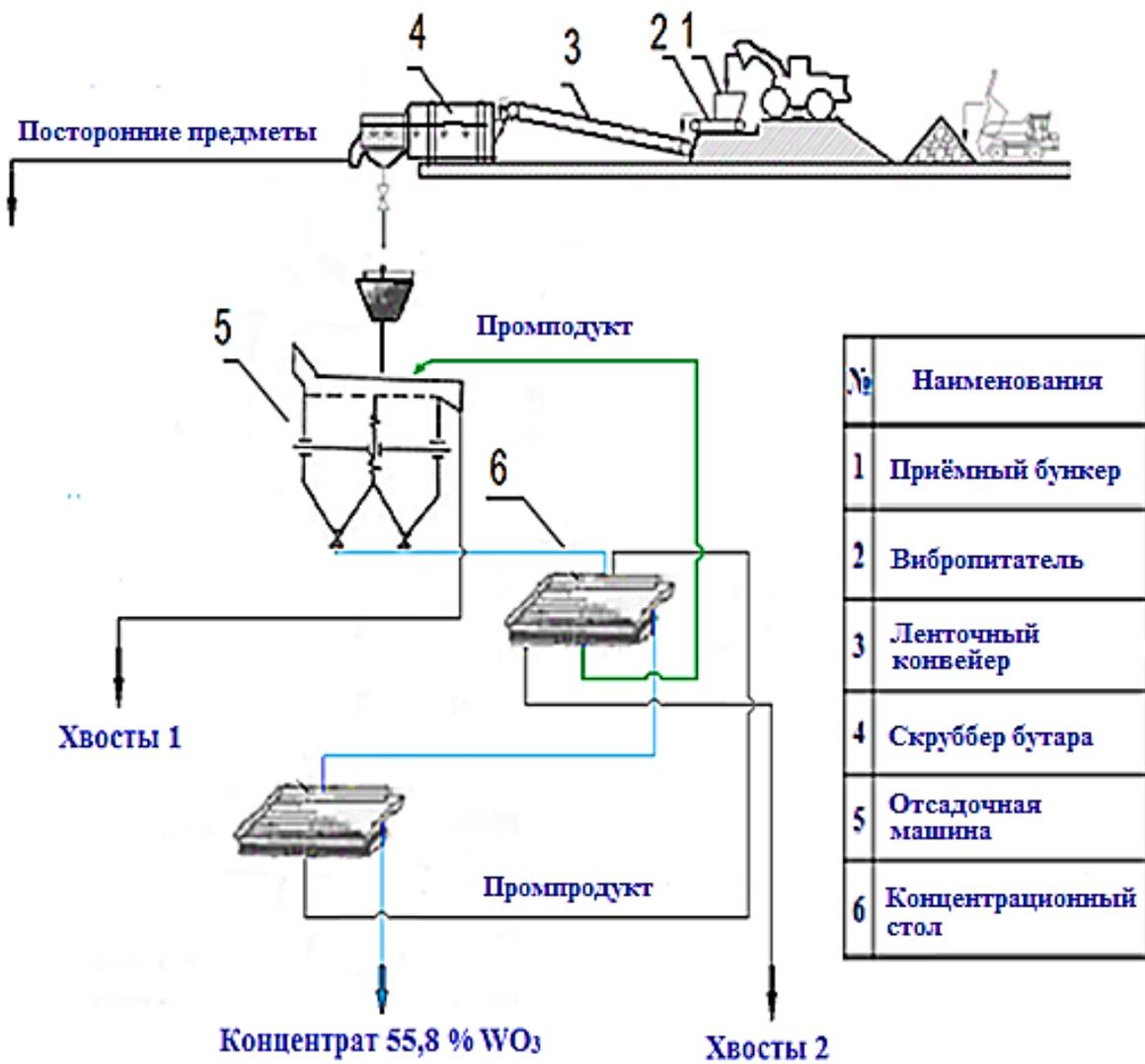


Рис. 7. Схема цепи аппаратов для укрупненно-лабораторных испытаний

Таблица 3

Результаты обогащения лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики гравитационным методом с применением отсадочной машины

№	Наименование продукта	Выход %	Содержание, %	Извлечение, %
I	Вольфрамовый промпродукт	0.19	22.3	64.8
	Хвосты	99.84	0.41	35.2
	Исходный продукт	100.0	0.067	100
II	Вольфрамовый промпродукт	0.2	24.6	61.3
	Хвосты	99.8	0.28	38.7
	Исходный продукт	100.0	0.073	100
III	Вольфрамовый промпродукт	0.21	26.6	63.0
	Хвосты	99.79	0.52	37.0
	Исходный продукт	100.0	0.088	100
IV	Вольфрамовый промпродукт	0.23	27.27	69.75
	Хвосты	99.77	0.31	30.25
	Исходный продукт	100.0	0.088	100

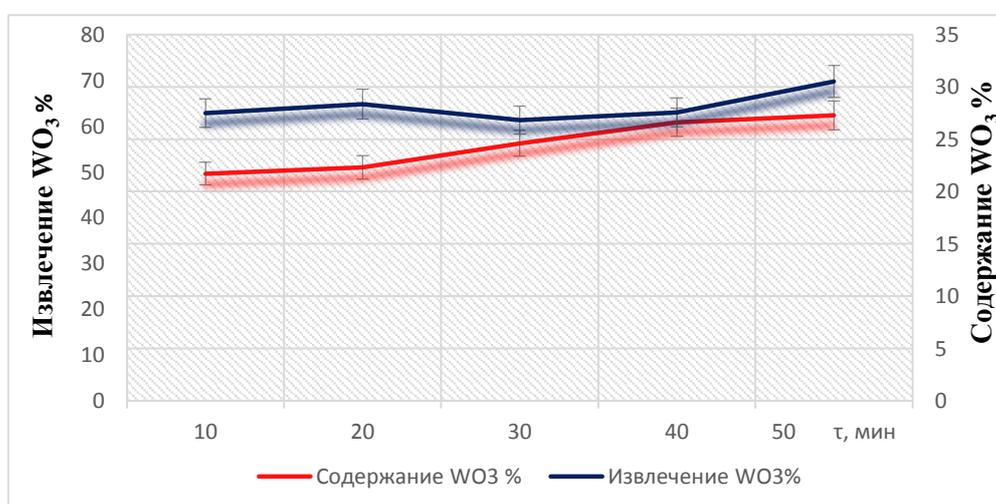
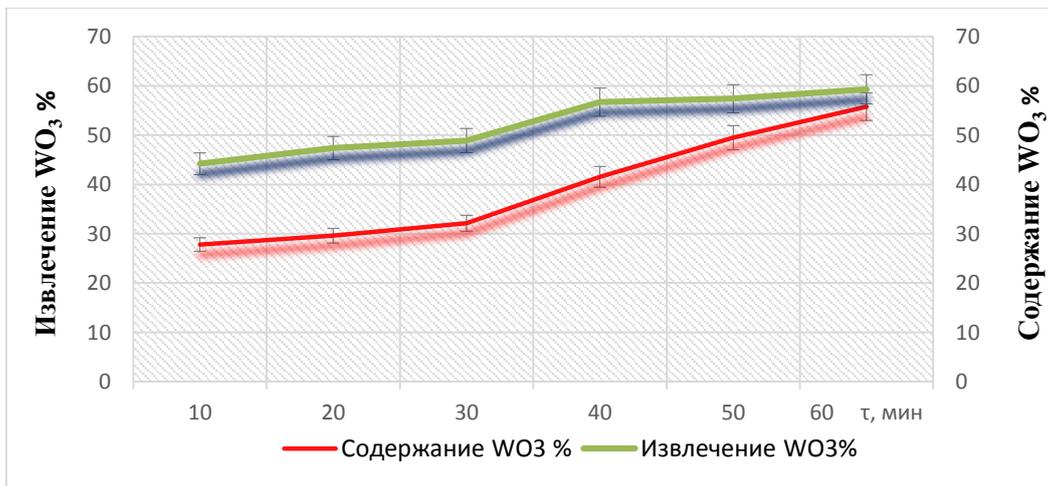


Рис. 8. Зависимость извлечения вольфрама из лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики на отсадочной машине

Таблица 4

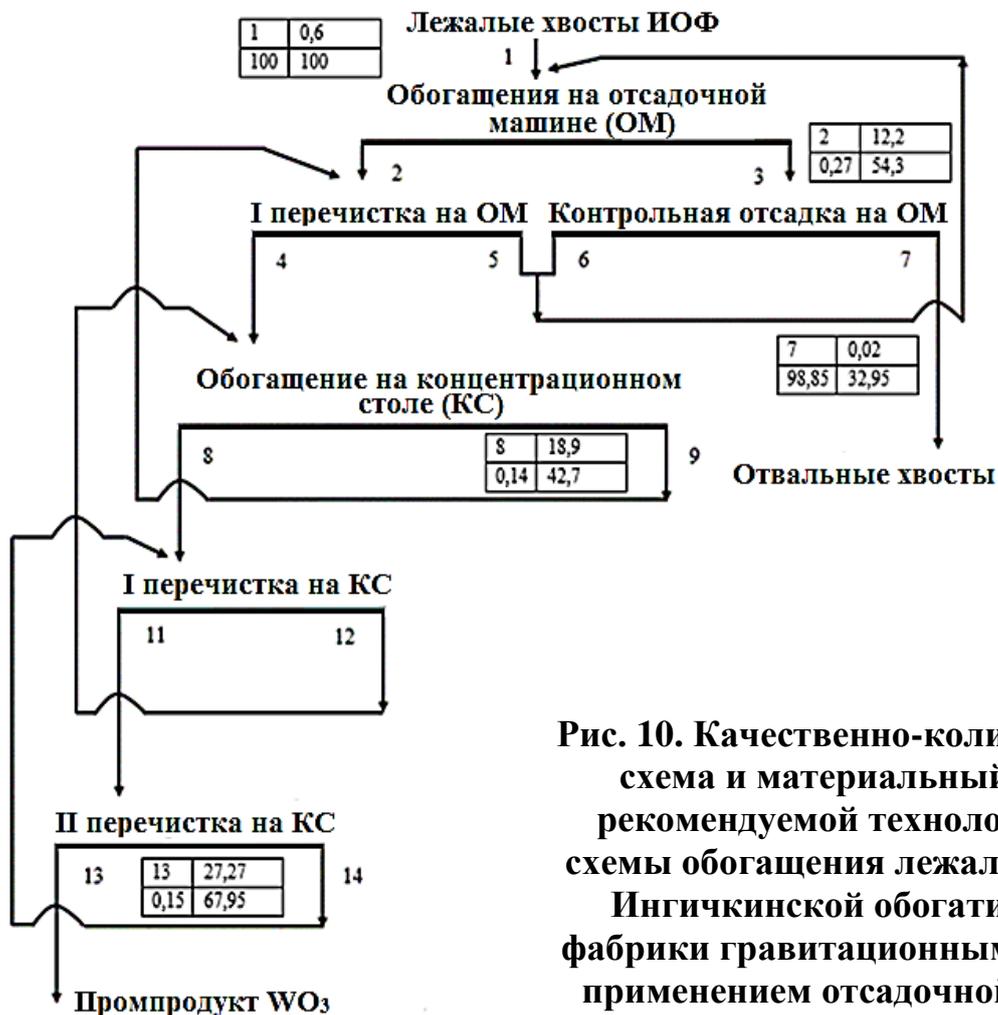
Результаты обогащения кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» гравитационным методом с применением отсадочной машины

№	Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %	Извлечение, %
II	Вольфрамовый промпродукт	2,28	32,12	48,9
	Хвосты	97,72	0,37	51,1
	Исходный продукт	100,0	0,78	100,0
II	Вольфрамовый промпродукт	2,04	41,56	56,7
	Хвосты	97,96	0,61	43,3
	Исходный продукт	100,0	1,25	100,0
III	Вольфрамовый промпродукт	1,74	49,48	57,4
	Хвосты	98,26	0,65	42,6
	Исходный продукт	100,0	1,3	100,0
IV	Вольфрамовый промпродукт	1,59	55,8	59,3
	Хвосты	98,41	0,62	40,7
	Исходный продукт	100,0	1,5	100,0

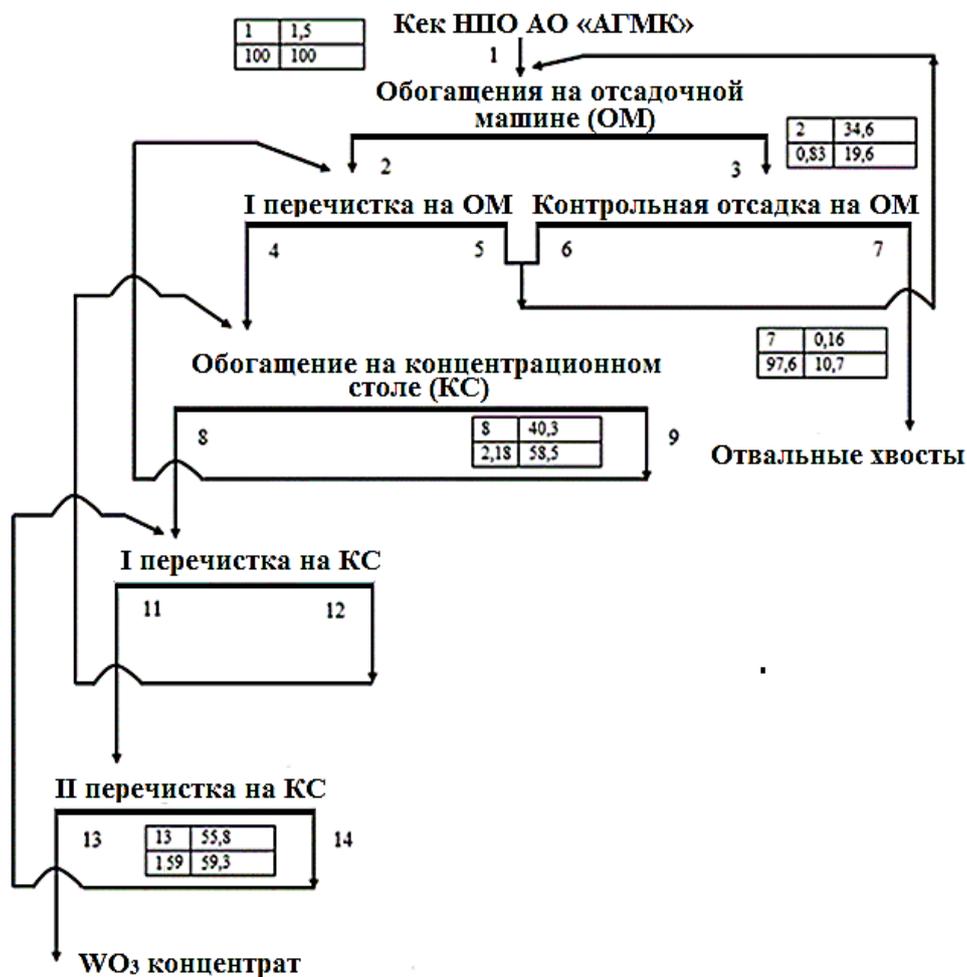


**Рис. 9. Зависимость извлечения вольфрама из кека НПО на отсадочной машине от содержания WO<sub>3</sub> в проведенных опытах**

При обогащении лежалых хвостов гравитационным методом на отсадочной машине и на концентрационном столе с двумя перечистками получен вольфрамовый промпродукт с содержанием 28-30% WO<sub>3</sub>. При обогащении кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» получен вольфрамовый концентрат с содержанием 49-55 % WO<sub>3</sub>.



**Рис. 10. Качественно-количественная схема и материальный баланс рекомендуемой технологической схемы обогащения лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики гравитационным методом с применением отсадочной машины**



**Рис. 11. Качественно-количественная схема и материальный баланс рекомендуемой технологической схемы обогащения кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» гравитационным методом с применением отсадочной машины**

На опытно-полупромышленной установке получен вольфрамовый промпродукт с содержанием  $WO_3$  27,27-35% с извлечением 69,75% из лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и вольфрамовый концентрат с содержанием 55,8 % $WO_3$  и извлечением 59,3% из отвального кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

Разработанная технология извлечения вольфрама из хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и отвальных кеков НПО методом гравитационного обогащения предложена для внедрения АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по диссертационной работе доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему «Разработка и усовершенствование технологии извлечения вольфрамосодержащего продукта

из техногенных отходов» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Определены и рекомендованы в производство данные вещественного и гранулометрического состава, а также технологические свойства лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и отвального кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

2. Выявлено, что вольфрам в лежалых хвостах Ингичкинской обогатительной фабрики представлен преимущественно минералом шеелита и он распределен по классам крупности, основное его количество сосредоточено в крупности  $-0,5+0,1$  мм.

3. Установлено, в лежалых хвостах и в отвальном кеке НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» основной извлекаемый полезный компонент - вольфрам представлен не разложившимся минералом – шеелитом и вторично осажденным из раствора искусственным шеелитом, содержащий в значительном количестве карбонат кальция.

4. Определено, что эффективным и рациональным методом извлечения вольфрама из лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и отвального кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» является гравитационный метод обогащения и отвальные хвосты с крупностью  $- 0,12 + 0,022$  мм являются отличительным технологическим параметром и признаком обогащения техногенного отхода с минимальными потерями вольфрама в хвостах.

5. Проанализированы и установлены основные закономерности разделительных процессов, определяющие технологические показатели гравитационного обогащения лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и отвальных кеков НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

6. Доказано, что применение отсадочной машины с перемешиванием и концентрационным столом обеспечивает максимальное извлечение вольфрама из хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и отвальных кеков НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат». На опытно - полупромышленной установке по разработанной технологии получен вольфрамовый промпродукт с содержанием  $WO_3$  27,27-35,0% с извлечением 69,75% из лежалых хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и вольфрамовый концентрат с содержанием 55,8 %  $WO_3$  с извлечением 59,3% из отвального кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

7. Разработанная технология извлечения вольфрама из хвостов Ингичкинской обогатительной фабрики и отвальных кеков гидрометаллургического производства внедрена в НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»

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

---

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

**KHASANOV ADKHAM AMANKULOVICH**

**DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR  
EXTRACTING TUNGSTEN-CONTAINING PRODUCT FROM  
INDUSTRIAL WASTE**

**04.00.14 – Mineral processing**

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

**Navoi – 2021**

**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 B2020.3.PhD/T674.**

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University.

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

**Scientific direktor:** **Mutalova Markhamat Akramovna**  
Candidate of technical sciences, associate professor

**Official opponents:** **Mukhiddinov Bakhodir Fakhriddinovich**  
Doctor of Chemical Sciences, Professor

**Pirmatov Eshmurat Azimovich**  
Doctor of Technical Sciences

**Leading organization:** **Almalyk branch of the National University of Science and Technology «MISiS»**

The defence of the dissertation will be held on «\_\_»\_\_\_\_\_2021 at \_\_\_\_ at the meeting of single of the Scientific council of scientific degrees DSc.17/30.12.2019.T.06.01 at the Navoi State Mining institute. Address: 210100, Navoi, Galaba street, 127. Phone:0 (436) 223-23-32; fax: 0 (436) 223-00-55; e-mail: [info@ndki.uz](mailto:info@ndki.uz). [nsmi@gmail.com](mailto:nsmi@gmail.com).

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

The abstract of the dissertation is distributed on «\_\_»\_\_\_\_\_2021.

Protocol at the register No \_\_\_\_\_ dated «\_\_»\_\_\_\_\_2021.

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

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

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

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

**The aim of the study** is to scientifically substantiate and developing a rational technology for the enrichment of tungsten from the stale tailings of the «Ingichka» concentrating plant and industrial waste of RPA «AMMC» JSC.

**The object of research** is tungsten containing stale tailings of the «Ingichka» concentration plant and waste cakes of RPA «AMMC» JSC.

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

the regularities of the quantitative distribution of tungsten by fractions in the stale tailings of the «Ingichka» concentrating plant and in the cake of RPA «AMMC» JSC were established;

scientifically substantiated the effectiveness of the use of a jig for gravitational concentration of stale tailings of the «Ingichka» concentrating plant and in the cake of RPA «AMMC» JSC with a grain size of  $-0.12 + 0.022$  mm.

the optimal thickness of the bed of the jiggling machine has been determined depending on the size of the fraction and the rational sequence of the gravity concentration processes.

a rational scheme of gravity separation apparatuses has been established, consisting of a jiggling machine with cleaning and a concentration table;

the optimal enrichment parameters have been developed, starting from the size of the feedstock, the thickness of the bed of the jiggling machine, redistribution of cleaning and control jiggling, as well as cleaning on concentration tables, which ensure the maximum extraction of tungsten into intermediate products and concentrates;

the technological scheme of gravitational concentration of tungsten from the stale tailings of the «Ingichka» concentrating plant and in the cake of RPA «AMMC» JSC was developed.

**Implementation of the research results.** On the basis of scientific and experimental results of the developed technology of gravity concentration of a tungsten-containing product from man-made waste:

The technology for processing technogenic waste from the tailings of the Ingichka concentration plant and waste cakes of NPO has been introduced in JSC Almalyk Mining and Metallurgical Combine (certificate of Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC No. AI-009172 dated November 25, 2020). As a result, it was found that the minimum loss of tungsten is achieved during the enrichment of man-made waste (tailings and cakes) with a size of  $-0.12 + 0.022$  mm;

The technology for the processing of waste cake from the sludge field, consisting of a jig and a concentration table, has been introduced at NPO Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC (implementation act of Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC dated October 5, 2020). As a result, a tungsten middling product with a  $WO_3$  content of 27.27-35.0% was obtained with an extraction of 69.75% from the stale tailings of the Ingichka concentrator and a tungsten concentrate with a content of 55.8%  $WO_3$  with an extraction of 59.3% from the waste cake NPO AGMK;

The developed technology for extracting tungsten from the tailings of the Ingichkinskaya concentrating plant and dump cakes of NPO by the method of gravity concentration was introduced by JSC Almalyk Mining and Metallurgical Combine (certificate of JSC Almalyk Mining and Metallurgical Combine No. AI-009172 dated November 25, 2020). As a result, a tungsten middling product with a  $WO_3$  content of 27.27-35% was obtained with an extraction of 69.75% from the stale tailings of the Ingichka concentrator and a tungsten concentrate with a content of 55.8%  $WO_3$  and an extraction of 59.3% from the waste cake NPO AGMK JSC.

**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 105 pages of computer text.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫ ХРАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть, part I)**

1. Mutalova M.A., Khasanov A.A., Ibragimov I.S., Masidikov E.M. Development of Technology for Extraction of Tungsten-Containing Industrial Product from Slurry Cakes // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2019. –Vol. 6. – Issue 12. – pp. 12334-12338 (05.00.00; №8).

2. Mutalova M.A., Khasanov A.A., Ibragimov I.S., Melnikova T.E. Development of Technology for Producing Tungsten Product with  $WO_3$  Content Not Lower than 40% from Technogenic Waste SIE «Almalyk MMC» // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2019. –Vol. 6. – Issue 12. – pp. 12329-12333 (05.00.00; №8).

3. Муталова М.А., Хасанов А.А. Разработка технологии извлечения вольфрама из отвальных хвостов НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» // Universum: технические науки: научный журнал. – № 12(69). Часть 1. М., Изд. «МЦНО», 2019. – С.37-40 (02.00.00; №1).

4. Mutalova M.A., Khasanov A.A. Improvement of Technology for Enrichment of Tungsten Concentrate from Cake of NPO Almalyksky MMC JSC by Gravitational Methods // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2020. –Vol. 7. – Issue 5. – pp. 13863-13868 (05.00.00; №8).

5. Mutalova M.A., Khasanov A.A., Masidikov E.M. Extraction of a Tungsten-Containing Product from the Left Tails of the Ingichin Factory // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2020. –Vol. 7. – Issue 5. – pp. 13850-13856 (05.00.00; №8).

6. Хасанов А.С., Хасанов А.А., Муталова М.А. Разработка рациональной технологии извлечения вольфрамового промпродукта содержащего не ниже 40%  $WO_3$  из отвальных кеков НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» // Композиционные материалы. – Ташкент, 2020. – №4. – С. 144-148 (05.00.00; №13).

## II бўлим (II часть, part II)

7. Хасанов А.С., Муталова М.А., Хасанов А.А. Извлечение ценных компонентов из техногенных отходов // Материалы Международной научно-технической конференции. – Ташкент, 2014 г. – С. 232-234.

8. Насиров У.Ф., Хасанов А.А., Мельникова Т.Е. Рациональное использование минерального сырья и техногенных отходов. // Материалы Международной научно-технической конференции. – Ташкент, 2018 г. – С. 290-292.

9. Муталова М.А., Хасанов А.А., Ачиллов У., Шакаров Т. Разработка технологии извлечения вольфрамового промпродукта из отвальных кеков НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» // Материалы Международной научно-практической конференции на тему: «Современные проблемы и инновационные технологии решения вопросов переработки техногенных месторождений «Алмалыкского ГМК»». – Алмалык, 2019 г. – С. 91-93.

10. Муталова М., Хасанов А. Разработка технологии обогащения кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» // «Ўзбекистоннинг ижтимоий-иқтисодий ривожланишида ёшларнинг ўрни» мавзусидаги 4-сон анъанавий онлайн анжумани. – Наманган, 2020 й. – 70-73 б.

11. Муталова М., Хасанов А. Разработка технологии обогащения лежалых хвостов Ингичкинской фабрики // «Ўзбекистоннинг ижтимоий-иқтисодий ривожланишида ёшларнинг ўрни» мавзусидаги 4-сон анъанавий онлайн анжумани. – Наманган, 2020 й. – 20-22 б.

Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналидан  
тахрирдан ўтказилди.

Босишга рухсат этилди: 10.03.2021  
Бичими: 60x84 1/8 «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи 2,5. Адади: 100. Буюртма: № 10-03

Тел: (99) 832 99 79; (97) 815 44 54

“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.  
Манзил: Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6 уй