

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ ВА ИСЛОМ КАРИМОВ  
НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**БЕКПУЛАТОВ ЖАВЛОН МУСТАФОКУЛИЕВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ САНОАТ ЧИҚИНДИЛАРИДАН ОЛИНГАН  
РЕАГЕНТЛАРДАН ФОЙДАЛАНИБ ОЛТИН ТАРКИБДАГИ  
РУДАЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ ТЕХНОЛОГИК СХЕМАСИНИ  
ИЛМИЙ АСОСЛАШ**

**04.00.14 – Фойдали қазилмаларни бойитиш**

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

**Тошкент – 2019**

**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**

**Бекпулатов Жавлон Мустафокулиевич**

Маҳаллий саноат чиқиндиларидан олинган реагентлардан фойдаланиб  
олтин таркибдаги рудаларни қайта ишлаш технологик схемасини  
илмий асослаш.....3

**Бекпулатов Жавлон Мустафокулиевич**

Научное обоснование технологических схем переработки  
золотосодержащих руд с использованием реагентов из отходов  
местной промышленности.....17

**Bekpulatov Javlon Mustafokulievich**

Scientific substantiation of technological schemes of processing of  
gold-containing ores using reagents from waste of local industry.....31

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works.....34

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ ВА ИСЛОМ КАРИМОВ  
НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**БЕКПУЛАТОВ ЖАВЛОН МУСТАФОКУЛИЕВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ САНОАТ ЧИҚИНДИЛАРИДАН ОЛИНГАН  
РЕАГЕНТЛАРДАН ФОЙДАЛАНИБ ОЛТИН ТАРКИБДАГИ  
РУДАЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ ТЕХНОЛОГИК СХЕМАСИНИ  
ИЛМИЙ АСОСЛАШ**

**04.00.14 – Фойдали қазилмаларни бойитиш**

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

**Тошкент – 2019**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.2.PhD/T1089 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Тошкент давлат техника университетида бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида ([www.ndki.uz](http://www.ndki.uz)) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:** **Ахмедов Хамиджон**  
техника фанлари номзоди, катта илмий ходим

**Расмий оппонентлар:** **Мухиддинов Баҳодир Фахриддинович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Худояров Сулейман Рашидович**  
техника фанлари номзоди

**Етакчи ташкилот:** **«Навоий кон-металлургия комбинати» ДК**

Диссертация ҳимояси Навоий давлат кончилик институти ва Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.T.06.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 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 2019 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ куни тарқатилди.  
(2019 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

**Ю.Д.Норов**  
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 олтин таркибли сульфидли рудалар ўзининг минерал таркиби, бошқа минераллар билан боғланиш характери билан бир биридан фарқ қилади. Сульфидли олтин таркибли рудалар қийин бойитилувчан рудалар турига киради ва метал ажралиши бўйича паст кўрсаткичларга эгаллиги билан характерланади. Олтин таркибли рудаларнинг қидириб топилган захиралари улар таркибида олтин миқдорининг анча камлиги (3-7 г/т), майин хол холлиги, олтин зарраларининг нотекис тақсимланганлиги ва юқори дисперслигини кўрсатади. Шу муносабат билан олтин таркибдаги рудаларни қайта ишлаш технологик схемаларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Бугунги кунда дунёда олтин таркибли рудаларни бойитиш ва гидрометаллургик қайта ишлашнинг технологик схемаларини такомиллаштириш, янги технологик ва техник ечимларни ишлаб чиқиш йўли билан олтин таркибли сульфидларнинг юзасини максимал очиш ва қайта ишлаш самарадорлигини ошириш борасида илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада рудаларни анъанавий ва янги маҳаллий реагентларни қўллаб флотация усулида бойитиш схемаларини ишлаб чиқиш, олтин таркибли рудаларни бойитиш ва қайта ишлашнинг турли усуллари ишлаб чиқиш, бойитиш фабрикалари ва гидрометаллургик заводларда бойитиш самарадорлигини ошириш, олтин таркибли рудаларни анъанавий реагентлар ёрдамида қайта ишлаш технологияларини такомиллаштириш зарур.

Республикамизда олтин таркибли рудаларни бойитишнинг технологик схемаларини такомиллаштириш, олтин таркибли конлар рудаларининг хусусиятлари ва моддий таркибини аниқлаш, олтин таркибли рудаларни механик бойитиш чиқиндиларини, гравито- ва флото бойитмаларини цианлаш ва сорбциялаш услубини яратиш, олтин таркибли конлари рудаларини қайта ишлашнинг технологик схемасини ишлаб чиқиш бўйича бир қатор илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг қарорида «йирик кон-металлургия тармоқлари корхоналарининг ишлаб чиқариш қувватини ошириш, жадал ривожлантириш, модернизациялаш...»<sup>1</sup> муҳим вазифалар белгиланган. Ушбу вазифалардан келиб чиққан ҳолда олтин таркибли рудаларни қайта ишлашнинг маҳаллий sanoat чиқиндиларидан олинган реагентларни қўлловчи технологик схемаларни яратиш ва ишлаб чиқиш қимматбаҳо металларни максимал қазиб олиш ва қайта ишлашга қаратилган технологик ва техник ечимларни бажариш катта илмий ва амалий аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ва 2019 йил 17 январдаги ПҚ-4124-сон «Кон-металлургия тармоғи корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарори ҳамда мазкур

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПҚ-4124 «Кон-металлургия тармоғи корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари» тўғрисидаги қарори

фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг Республика илм-фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқлиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиясини ривожлантиришнинг VII. «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хомашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Олтин таркибли рудаларни бойитишнинг илмий асослари ва технологик схемаларини яратиш ва ривожлантиришга олимлар Абдурахмонов С.А., Ахмедов Х.А., Бергер Г.С., Воробьев А.Е., Денисова О.В., Забельский Д.К., Зеленов В.И., Ласкорин Б.Н., Лер К., Лодейшиков В.В., Милованов Л.В., Митрофанов С.И., Санакулов К.С., Таугинянская З.Р., Хабиров В.В., Хасанов А.С., Эргашев У.А., Griffin A.F., Grimm R., McQuiction F.W., Shoemaker R.S. ва бошқалар катта ҳисса қўшганлар. Улар рангли металл рудаларини бойитиш технологияларини ишлаб чиқишда, бойитишнинг технологик кўрсаткичларини такомиллаштиришда, бойитилувчанликни ўрганиш услубини яратиш ва олтин таркибли рудаларни қайта ишлашнинг технологик схемаларини ишлаб чиқишда катта муваффақиятларга эришганлар.

Ўзбекистоннинг олтин таркибли руда конлари ўзининг моддий таркиби, олтинни бошқа минераллар билан боғланишининг характери билан бир бирдан фарқ қилади. Осон цианланувчи оксидли олтин таркибли конларнинг борган сари камайиб бораётгани туфайли сульфидли олтин таркибли рудаларни қайта ишлашга жалб қилиш муаммоси долзарб бўлиб бормоқда. Бу эса рудаларни дастлаб флотация усулида бойитишни талаб қилади.

Анъанавий флотация реагентларининг танқислиги ва нархининг баландлиги туфайли уларни саноат корхоналари чиқиндиларидан олинадиган маҳаллий реагентларга қисман алмаштириш реагентларни сотиб олишга сарфланадиган харажатларни қисқартиришга ва олтин ҳамда кумуш ишлаб чиқаришни арзонлаштиришга имкон беради.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети илмий-тадқиқот режасининг 7/15-сон «Ўзбекистон Республикасининг қидириб топилаётган конлар рудаларини бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017 йй.) ва 8/15-сон «Қизилқум қийин бойитилувчи рудаларини маҳаллий реагентларни қўллаб қайта ишлашнинг рационал технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017 йй.) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** олтин таркибли рудаларни бойитишда маҳаллий саноат чиқиндиларидан олинган реагентлардан фойдаланиб, қайта ишлашнинг технологик схемасини ишлаб чиқишдан иборат.

### **Тадқиқот вазифалари:**

олтин таркибли рудаларни бойитишнинг технологик схемаларини таҳлил қилиш ва уларни такомиллаштириш;

Ўзбекистон Республикасидаги олтин таркибли конлар рудаларининг хусусиятлари ва моддий таркибини ўрганиш;

технологик намуналарни ўрганиш орқали олтин таркибли рудаларнинг бойитилувчанлигини ўрганиш йўли билан тадқиқотлар методикасини ишлаб чиқиш;

олтин таркибли рудаларни механик бойитиш чиқиндиларини, гравито ва флото бойитмаларини цианлаш ва сорбциялаш услубини ишлаб чиқиш;

Ўзбекистон Республикаси олтин таркибли конлари рудаларини қайта ишлашнинг технологик схемасини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Қизилолма, Кочбулоқ ва Аджибугут конларининг сульфидли олтин таркибли рудалари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** олтин таркибли рудаларни маҳаллий саноат чиқиндиларидан олинган реагентларни қўллаб қайта ишлашнинг технологик схемаси ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишида сульфидли олтин таркибли рудаларни қайта ишланишнинг назарияси ва амалиётини умумлаштирувчи, статистик, графоаналитик ва аналитик усулларни қўллаб, назарий ўрганишлар, лаборатория тадқиқотлари, ярим саноат миқёсида тажрибалар ўтказиш, ишлаб чиқилган услубларни саноат корхоналари жараёнида текшириб кўриш, спектрал ва минералогик таҳлил, таҳлилнинг пробир, кимёвий ва фазавий усуллари тажриба натижаларига математик ишлов бериш усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қўйидагилардан иборат:

олтин таркибли рудаларни флотация усулида бойитишда маҳаллий саноат чиқиндисидан олинган реагентни қўллаш мумкинлиги аниқланган;

технологик намуналарни ҳар хил ўлчамда янчиб бойитишга тайёрлаб, гравитация ва флотация усуллари қўллаган ҳолда анъанавий ва маҳаллий ПС-1 реагентлардан фойдаланиб Қизилолма ва Кочбулоқ конлари рудаларидан юқори технологик кўрсаткичлар олиш мумкинлиги исботланган;

олтин таркибли механик бойитиш, гравитацион ва флотацион чиқиндиларни цианидлаб сорбциялаш натижасида эритмага юқори олтин ва кумуш ажратиш олиш технологик схемаси ишлаб чиқилган;

олтин таркибли рудаларни механик бойитиш, гравито-флотобойитмаларни цианлаш ва сорбциялаш услуби ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қўйидагилардан иборат:

технологик намуналарни таҳлил қилиш орқали олтин таркибли рудаларнинг бойитувчанлигини аниқлаш услуби ишлаб чиқилган;

Ўзбекистон Республикаси олтин таркибли конларининг рудаларини қайта ишлашнинг технологик схемаси ишлаб чиқилган;

флотацион бойитишда анъанавий реагент БКК ва маҳаллий реагент ПС-1 ни қўллаш натижасида юқори технологик кўрсаткичлар олинган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги лаборатория ва яримсаноат миқёсида ўтказилган тадқиқотларни ҳажми, олтин таркибли рудаларни маҳаллий саноат чиқиндиларидан олинган реагентларни қўллаб қайта ишлашнинг технологик схемасини асослаш бўйича асосий ғоянинг ўхшашлиги ва миқдори билан ифодалаш исботланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти Ўзбекистон Республикаси олтин таркибли конлари рудаларининг моддий таркибини ўрганиш ва уларни маҳаллий саноат чиқиндиларидан олинган янги реагентларни қўллаб қайта ишлашнинг технологик схемасини илмий асослаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти руда технологик намунасининг моддий таркибини турли усуллар билан батафсил ўрганиш, олтин ва кумушга рационал таҳлил ўтказиш ва кимё саноати чиқиндиларидан олинган реагентлардан фойдаланиб, олтин таркибли рудаларни қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Олтин таркибли рудаларни маҳаллий саноат чиқиндиларидан олинган реагентлардан фойдаланиб, қайта ишлашнинг технологик схемаларини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

янги маҳаллий реагент ПС-1 «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖда олтин саралаш фабрикасида амалиётга жорий этилган («Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2019 йил 24 сентябрдаги 63-563/1-сон маълумотномаси). Натижада флотобойитманинг чиқиши 5,4%ни ва ундаги олтин миқдори 128,6 г/т ва кумуш 643,7 г/т ни, металлларнинг бойитмага ажралиши 92,6 ва 63,2% ни ташкил қилиш имконини берган;

маҳаллий саноат чиқиндиларидан олинган реагентлардан фойдаланиб, олтин таркибдаги рудаларни қайта ишлаш технологик схемаси «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖда амалиётга жорий этилган (Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2019 йил 24 сентябрдаги 63-563/1-сон маълумотномаси). Натижада ПС-1 реагентини қўллаш очик циклда ҳам, ёпик циклда ҳам бойитманинг чиқишини 0,5% га камайтириш, очик циклда олтиннинг ажралиши 85,6-87,2%, кумушниги 50,4-34,1%, ёпик циклда эса тегишли равишда 84,6-42,8% ва 62,7-65,3% ташкил этиш имконини берган;

Кочбулоқ ва Қизилолма рудалари аралашмаси флотация жараёнининг реагент режими «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖда амалиётга жорий этилган («Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2019 йил 24 сентябрдаги 63-563/1-сон маълумотномаси). Натижада Қизилолма ва Кочбулоқ конлари рудаси аралашмасидан олтиннинг максимал ажралишини 93,5-94,76% ва кумушнинг ажралишини 66,3-68,52% га эришиш имконини берган.

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

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 9 та, жумладан Республика нашрларида 3 та ва хорижий журналларда 6 та мақола нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 112 бетни ташкил этган.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш** қисмида олиб борилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унга бўлган талаб, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланади, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланади, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга қўлланилиши, нашр қилинган ишлар ва диссертациянинг тузилиши келтирилган.

**«Олтин таркибли рудаларни замонавий технологик схемаларининг таҳлили ва уларни такомиллаштириш имкониятлари»** деб номланган биринчи бобда олтин таркибли рудаларнинг классификацияси келтирилган ва уларни флотациялаш технологиясини такомиллаштириш йўллари ҳамда олтин таркибли рудаларни қайта ишлашнинг технологик схемалари ва уларни такомиллаштириш йўллари берилган, анъанавий реагент ўрнига тавсия қилинаётган янги реагент ПС-1 нинг характеристикаси тўлиқ баён қилинган, шунингдек бойитмаларни оксидловчи куйдириш асосланган.

Олтин таркибли рудаларни бойитиш ва қайта ишлашнинг усуллари жумладан, гравитация ва флотация усулида бойитиш, цианлаш, бойитмаларни оксидловчи куйдириш, олтин ва кумушни сорбцион танлаб эритиш ва бошқа усуллар ўрганилган. Олтин таркибли рудаларни турли усулларда бойитиш жараёни, маҳаллий саноат чиқиндиларидан олинган ПС-1 реагентининг таркиби ва сульфидли олтин таркибли рудаларни бойитилувчанлигини ўрганиш натижалари келтирилган.

Диссертациянинг **«Ўзбекистон Республикаси олтин таркибли рудаларнинг хусусиятларини ва уларнинг моддий таркибини ўрганиш»** деб номланган иккинчи бобда минералогик таҳлил учун намуналар ажратилган. Олинган кимёвий пробир, гранулометрик ва олтин ва кумушга рационал таҳлиллар учун ўртача намуналар тайёрланган.

Олиб борилган тадқиқотлар асосида ўрганилган рудалар кам сульфидли аралаш турдаги рудалар турига кириши аниқланди. Уларда сульфидларнинг гипергенли минералларга нисбати 3,2:5,6 ни ташкил қилади. Яъни улардасульфидлар тахминан ярмигача оксидланган. Бойитишга тақдим этилган руданинг минераллари арсенопирит ва пирит, кам микдорда

халькопирит, халькозин, ковеллин ва сфалериткўринишда учрайди. Норуда минераллардан кварц, слюдали минераллар кўп учрайди. Аксессуарлар сифатида титан минераллари иштирок этади.

Руда таркибидаги асосий фойдали компонент олтин ҳисобланиши аниқланди. Олтин рудада эркин ҳолда ҳам, сульфидлар билан боғланган субдисперс ҳолда ҳамда уларнинг оксидланган маҳсулотлари ҳолида ҳам учрайди. Ўрганилаётган руданинг ажралиб турадиган асосий хусусияти сульфидлар ва эрозитларда жойлашган субдисперс олтин таркибида учрайдиган платина гуруҳидаги элементларнинг иштирок этишидир. Шунингдек рудада нодир металлларни ажратиш технологиясини мураккаблаштирувчи мишяк ва слюдали минераллар миқдорининг ортиқлиги аниқланади.

Диссертациянинг «**Технологик намуналарни ўрганиш йўли билан олтин таркибли рудаларнинг бойитилувчанлигини ўрганиш услубини ишлаб чиқиш**» деб номланган учинчи бобда Қизилолма, Кочбулоқ ва Ажибугут конлари олтин таркибли рудасини гравитация ва флотация усулларида бойитиш услубини ишлаб чиқишга бағишланган, шунингдек турли йирикликдаги маҳсулотларда гравитация усулида бойитиш ва анъанавий ҳамда ўрганилаётган ПС-1 реагенти иштирокида флотация тажрибалари ўтказилган.

Гравитация усулида бойитиш руда таркибидаги нисбатан йирик эркин олтин зарралари ва сульфидларни грави бойитмага ажратиш мақсадида ўтказилди.

Тажрибалар руданинг барча намуналарида 1-расмда келтирилган схема бўйича олиб борилди. Чўктириш руданинг -1+0 мм ли синфида амалга оширилди.

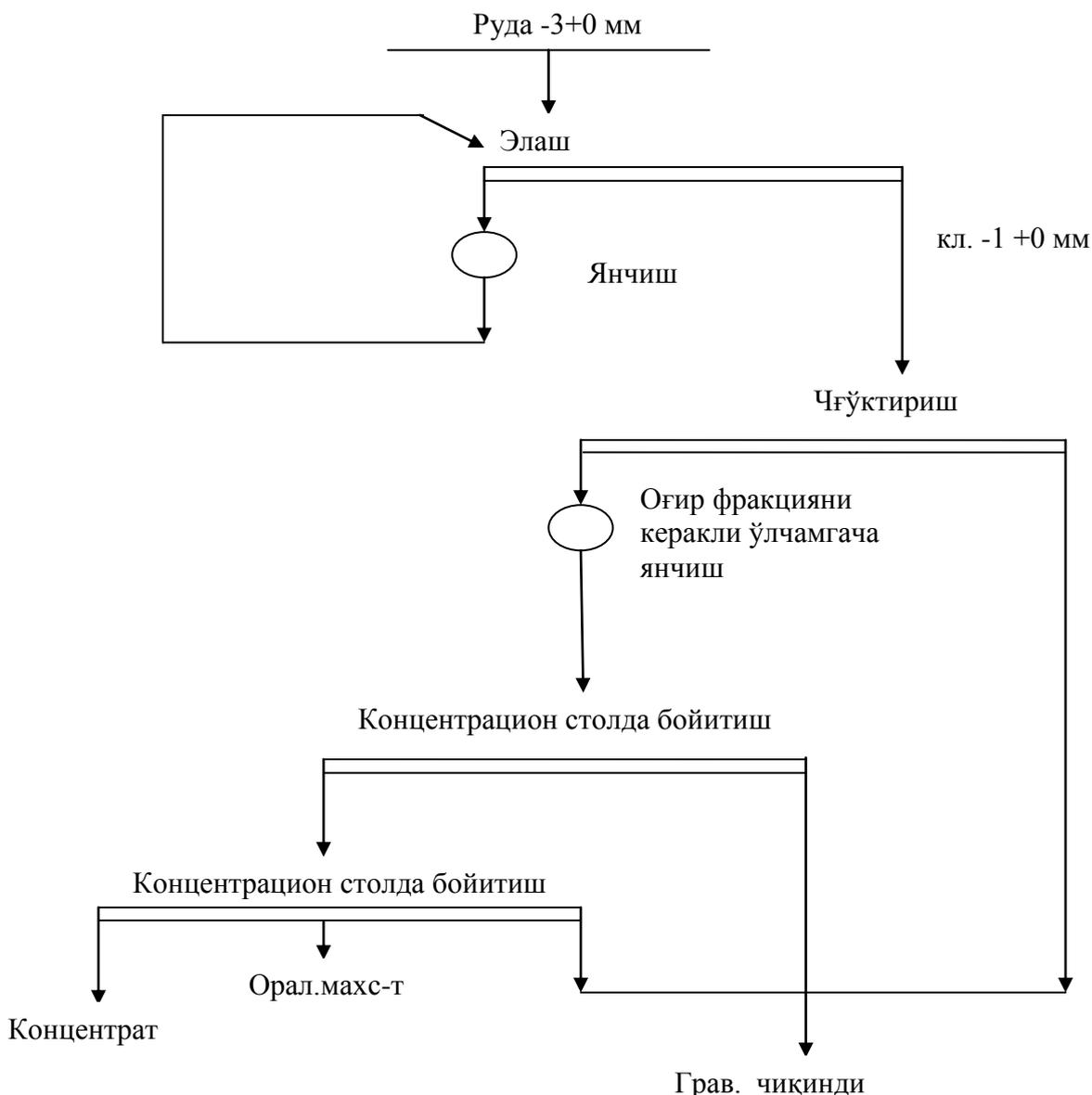
Чўктиришнинг оғир фракцияси шарли тегирмонда керакли йирикликгача қайтадан янчилди. Тажрибаларда максимал ажралиш ва бойитмадаги олтин миқдорини ошириш мақсадида концентрацион столда, оғир фракция 1 дан 0,1 мм гача йирикликда ўзгартирилди.

Чўктириш машинасининг ишлаш тартиби: 3-4 мм ли пўлат шарлардан иборат ўриндикнинг баландлиги 30 мм, тебранишлар амплитудаси 6 мм, тебранишлар частотаси 4,525 айл/мин, панжара ости сувининг сарфи 2,75 л/мин, панжара тешикларининг ўлчами 2 мм.

Коцентрацион столнинг ишлаш тартиби: тебранишлар частотаси 110 айл/мин, тебранишлар амплитудаси 8-11 мм, деканинг кўндаланг қиялиги 20 мм/м, ювувчи сувнинг сарфи 45 дм<sup>3</sup>/мин, тажрибаларда руданинг йириклиги 1,0 дан 0,1-0 мм гача ўзгарган.

Рудани оптимал йирикликда кўйилган тажриба натижалари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвалда кўриниб турганидек Қизилолма ва Кочбулоқ кони олтин таркибли рудаларини гравитация усулида бойитишда олтиннинг маълум миқдори гравитация бойитмасига ажралиши мумкин. Олтиннинг гравобойитмага ажралиши қайси олтинли руда қайта ишланаётганига қараб 39,8 дан 81,5% гача, кумушниги 26,2 дан 34,6% гача ошди.



**1-расм. Гравитацион бойитишнинг технологик схемаси**

Рудани флотация усулида бойитиш асосига янчиш, асосий, назорат ва иккита тозалаш флотация операцияларини ўз ичига олган классик схема олинган.

Технологик намуналарни бойитилувчанлигини ўрганиш бўйича юқори технологик кўрсаткичлар олинган ҳамда Қизиллма ва Кочбулоқ кони рудаси аралашмасини анъанавий ва янги реагент ПС-1 билан флотациялаш учун тавсиялар берилган.

Ўрганилган рудаларни кимёвий реагентлар БКК ва Т-92 билан флотациялашда рудадан чиқиши 5,4%, таркибидаги олтиннинг миқдори 128,6 г/т, кумушнинг миқдори 643,7 г/т, металларнинг ажралиши тегишли равишда 92,3 ва 63,2% бўлган бойитма олинди. ПС-1 реагентини қўллаб олинган флотобойитма БКК қўлланилгандагига кўра юқорироқ сифатга эга: 214 г/т олтин 187,35 га нисбатан ва 920 г/т кумуш 850,1 г/т га нисбатан, очик

циклда ҳамда 140,9 г/т олтин 131,34 г/т ва 721 г/т кумуш 61,5 г/т га нисбатан ёпиқ циклда.

1-жадвал

Олтин таркибли рудани концентрацион столда оптимал шароитда гравитацион бойитиш натижалари

Намунанинг номи	Махсулот номи	Чиқиши,%	Таркиби , г/т		Ажралиши , %		Руданинг оптимал ўлчами,мм
			Au	Ag	Au	Ag	
Қизиллолма+Кочбулак	Концентрат	3,8	160,86	509,89	81,5	34,6	-0,25+0
	Оралик махсулот	3,2	7,26	64,75	3,1	3,7	
	Гравитацион чиқинди .	93,0	1,24	37,15	15,4	61,7	
	Руда	100,0	7,5	56,0	100,0	100,0	
Ажибугут №1	Концентрат	1,8	77,39	119,35	39,8	26,2	-0,5+0
	Оралик махсулот	10,5	6,73	19,68	20,2	25,2	
	Гравитацион чиқинди	87,7	1,60	4,54	40,0	48,6	
	Руда	100,0	3,5	8,2	100,0	100,0	
Ажибугут №2	Концентрат	1,9	78,47	66,76	49,7	29,5	-0,25+0
	Оралик махсулот	5,7	8,32	9,05	15,8	12,0	
	Гравитацион чиқинди	92,4	1,12	2,72	34,5	58,5	
	Руда	100,0	3,0	4,3	100,0	100,0	

Ажибугут кони рудасини БКК билан ва ПС-1 билан флотациялашда 1-намунадан чиқиши 1,1% таркибида 256 г/т олтин ва 386,2 г/т кумуш таркибли бойитма олинди. Бунда олтиннинг бойитмага ажралиши 76,1% кумушнинг ажралиши 51,8% ни ташкил этди.

2-намунадан чиқиши 1,4%, таркибида 186,3 г/т олтин ва 155,7 г/т кумуш таркибли, металлари ажралиши тегишли равишда 81,5 ва 50,7% ли бойитма олинди. Биринчи ҳолда олтиннинг ажралиши 6% га, иккинчи ҳолда 6,6% га камайди. Шу билан бир вақтда бойитманинг чиқиши 1-намунада 2,8%, 2-намунада 2% га камайди. Бойитмалардаги олтин ва кумушнинг миқдори 75,9 дан ва 112,5 г/т дан 256 ва 386,2 г/т гача ортди (1-намуна) ва 77,7 ва 61,2 г/т дан 186,3 ва 155,7 г/т (2-намуна) гача ортди

Диссертациянинг «**Олтин таркибли рудаларни механик бойитиш чиқиндиларини, гравио- ва флотобойитмаларни цианлаш ва сорбциялаш услубини ишлаб чиқиш ва тадқиқотлар ўтказиш**» деб номланган тўртинчи бобда руда ва бойитиш махсулотларини цианлаш схемаси, шунингдек уларни сорбцион танлаб эритиш схемаси ишлаб чиқилди.

Ўрганилаётган намуналарни цианлаш «ИРГИРЕДМЕТ» АЖ конструкцияли очик склянкага бутилкали агитаторда амалга оширилди.

50-200 г махсулот склянкали жойлаштирилиб, берилган концентрация натрий циониднинг сувли эритмаси ва керакли миқдорда химояловчит ишқор қуйилди. Жараённи назорат қилиш бўтананинг суюқ фазасида натрий цианид ва химояловчи ишқорнинг концентрациясини аниқлаш орқали амалга оширилди. Цианлашнинг оптимал шароитини танлаш борасида олиб борилган изланишлар мобайнида турли параметрлар, жумладан натрий цианиднинг концентрацияси, танлаб эритиш вақти, намунани янчиш даражаси кабилар танланди

Дастлабки ва охирги цианлаш махсулотларидаги нодир металллар миқдорини Перкин-Элмер фирмасининг атом-абсорбцион спектрометрида кимёвий усулда аниқланди.

Ажибугут кони 1-технологик намунасида олтиннинг миқдори 3,7 г/т, кумуш миқдори 1,2 г/т. Намунанинг янчилиш даражаси 95%, 0,074 мм ли суюқ фазанинг қаттиққа нисбати  $C:K = 2:1$   $C_{CaO} = 0,2$ ., цианлаш давомийлиги – 18 соат. Олтиннинг эритмага ажралиши 87,6%, кумушниги 81,9%.

Ажибугут кони 2-намунасидаги олтиннинг миқдори 3,0 г/т, кумушнинг миқдори 3,7 г/т, янчиш йириклиги 85% -0,074 мм ли синфгача, суюқликнинг қаттиқ зарраларга нисбати  $C:K = 2:1$  да, цианиднинг концентрацияси 0,1%, цианлаш давомийлиги – 24 соат. Бунда олтиннинг эритмага ажралиши 53,3%, кумушниги 51,3%, цианлаш чиқиндиларидаги олтиннинг миқдори 1,4 г/т, кумушнинг миқдори 1,8 г/т.

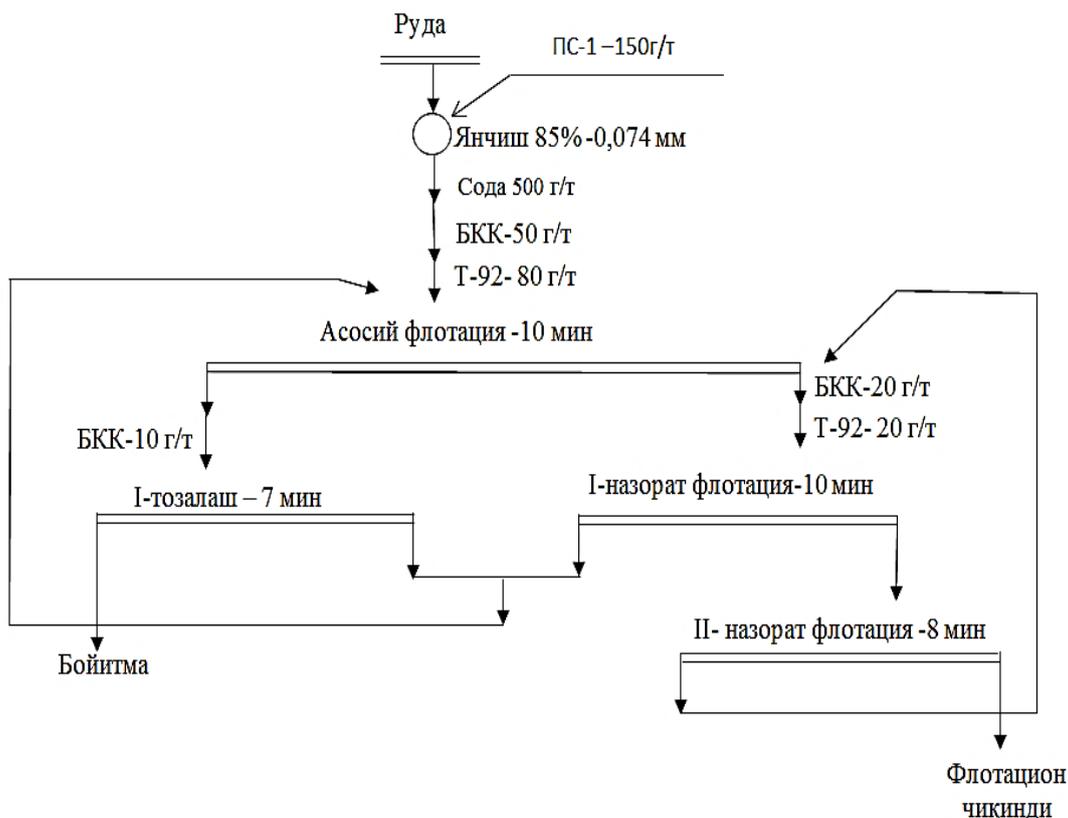
Гравитация чиқиндиларини цианлашда Ажибугут кони 1-намунасида олтинни эритмага ажралиши 88,1%, кумушнинг ажралиши 82,5%.

Ажибугут кони 2-намунасининг гравитация чиқиндиларини цианлашда олтиннинг ажралиши 56,3%, кумушнинг ажралиши 51,6%, цианлаш қолдиқларидаги олтиннинг миқдори 0,7 г/т, кумушнинг миқдори 1,5 г/т.

Гравифлотобойитмани цианлаш натижасида олинган эритмадан олтинни сорбция усулида ажратишда циониднинг концентрацияси 0,3%, охакнинг концентрацияси 0,02%,  $C:K=2:1$ , жараённинг давомийлиги 24 соат. Қўшилувчан смола миқдори бутана хажмидан 10%. Ажибугут кони руда намунасида олинган гравиобойитма ва флотобойитмага нисбатан цианлашда юқори технологик кўрсаткичлар олинди. Нодир металлларни эритма ва смолага ўтиши 93,3-98,3%. Ажибугут кони сульфидли рудасининг 2-намунасида олинган бойитма таркибидаги нодир металллар эритмада ёмонроқ эриди. Бунда нодир металлларнинг эритмага ажралиши олтин бўйича 58,5%, кумуш бўйича 54,8%, гравиобойитмадан, 53,7 ва 58,2% флотобойитмадан.

Диссертациянинг «**Ўзбекистон Республикаси олтин таркибли руда конларини қайта ишлашнинг технологик схемасини ишлаб чиқиш**» деб номланган бешинчи бобда Ажибугут кони оксидли ва аралаш рудаларини қайта ишлашнинг технологик схемаси, Ажибугут кони сульфидли рудаларининг қайта ишлашнинг технологик схемаси ва Қизиллма хамда Кочбулоқ конлари аралаш рудаларини қайта ишлашнинг технологик схемаси ишлаб чиқилган.

2-расмда олтин таркибли рудаларни флотациялашнинг янги реагентлар ПС-1 ва БКК билан флотациялашнинг тавсия қилинаётган технологик схемаси келтирилган.



**2-расм. Кочбулоқ ва Қизилолма конлари аралаш рудаларини маҳаллий реагент ПС-1 ва БКК билан флотациялашнинг тавсия қилинаётган схема**

Янчишга кальцийланган сода, ПС-1 ва БКК, Т-92 флотация жараёнига берилади.

Тавсия қилинган схема бўйича ишлаб чиқилган тартибда узлуксиз жараён принципи бўйича назорат тажрибалар ўтказилган (2-жадвал).

2-жадвал

Тавсия этиладиган схема бўйича назорат флотация тажрибалари натижалари

Махсулот	Чиқиши, %	Таркиби, г/т		Ажралиши, %	
		Au	Ag	Au	Ag
Концентрат	6,4	111,05	588,8	94,76	68,52
Чиқинди	93,6	0,42	18,5	5,24	31,48
Руда	100	7,5	55,0	100	100

Анъанавий ва маҳаллий реагентлар ишлатилганда таркибида 111 г/т олтин ва 588,8 г/т кумуш таркибли бойитмага ажралишлари тегишли равишда 94,76 ва 68,52 % бўлган бойитма олинган.

Янги маҳаллий реагент ПС-1 ни Кочбулоқ ва Қизилолма конлари рудалари ажралишини флотация усулида бойитиш мумкинлиги аниқланди. Бунда БКК ишлатилгандаги билан деярли бир хил натижалар олинди.

ПС-1 реагентини қўллаш очик циклда ҳам, ёпиқ циклда ҳам бойитманинг чиқишини 0,5% га камайтиришга имкон бериши аниқланди. Бунда очик циклда олтиннинг ажралиши 85,6-87,2%, кумушниги 50,4-34,1%, ёпиқ циклда эса тегишли равишда 84,6-42,8% ва 62,7-65,3% ташкил этди.

Янчиш жараёнига ПС-1 реагентини (150г/т) қўшиб кейин янчилган махсулотни қуйидаги тартибда флотациялаш: асосий флотация – соданинг сарфи 500 г/т, БКК-50 г/т, Т-92-80 г/т, назорат флотацияси БКК-20 г/т, Т-92-20 г/т, 2 назорат флотацияси – БКК – 10 г/т, Т-92-10 г/т, тозалаш флотацияси - БКК-10 г/т натижасида Қизилолма ва Кочбулоқ конлари рудаси аралашмасидан олтиннинг максимал ажралиши 93,5-94,76% ва кумушнинг ажралиши 66,3-68,52% га эришилди.

Қизилолма ва Кочбулоқ конларини дастлабки руда намунаси, гравитация циклида гравито ва флотобойитмаларнинг айланма сув таъминоти ва цианлаш системаси «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ да қўлланилди ва натижада очик циклда чиқиши 5,4% таркибида 128,6 г/т олтин таркибли металлларнинг бойитмаси ажралиши тегишли равишда 92,6 % ни ташкил қилувчи флотобойитма олинган.

Шундай қилиб, Ўзбекистон Республикаси олтин таркибли конларининг рудаларининг моддий таркибини ўрганиш натижасида маҳаллий саноат чиқиндиларидан олинган янги реагентлар қўллаб қайта ишлашнинг технологик схемалари илмий жиҳатдан асосланди.

## ХУЛОСА

«Маҳаллий саноат чиқиндиларидан олинган реагентлардан фойдаланиб олтин таркибдаги рудаларни қайта ишлаш технологик схемасини илмий асослаш» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотларга асосланган ҳолда, назарий ва амалий аҳамиятга эга бўлган қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Технологик намуналарда нодир металлларнинг миқдори ҳар хил бўлиб Қизилолма ва Кочбулоқ кони намуналарида ўртача 7,5 г/т Au ва 55,4 г/т Ag, Ажибугут кони №1 ва №2 намуналарида мос равишда 3,6 ва 8 ҳамда 3 ва 3,7 г/т ҳисобида эканлиги билан изоҳланади.

2. Илмий тадқиқотлар натижасида маълум бўлдики сульфидли ва аралаш технологик намуналарда пирит ва арсенопирит мавжуд. Арсенопирит Ажибугут конидан олинган иккала технологик намуналарда ҳам мавжуд. Ноъмадан қисми асосан кварц, слюдали ва бошқа минераллардан ташкил топади.

3. Технологик намуналарни флотация усули билан бойитишда янги маҳаллий реагент ПС-1 йиғувчи реагент сифатида қўлланилди. Таклиф қилинган ПС-1 йиғувчи реагенти билан Қизилолма, Кочбулоқ ва Ажибугут конлари намуналарини бойитишда қимматбаҳо йиғувчи реагент БККни қўллаб олинган бойитмаларга таркиби жиҳатдан бир бирига яқин бойитмалар олиш билан изоҳланади.

4. Қизилолма, Кочбулоқ ва Ажибугут конлари рудаларини бойитишга гравитация усули тавсия этилди. Қизилолма ва Кочбулоқ кони рудалари аралашмасидан гравитация усулини қўллаб олинган грави бойитма Au-160,86 г/т ва кумуш Ag 509,89 г/т ташкил қилди ҳамда уларнинг бойитмага ажралиши Au-81,5 Ag-34,6% ташкил этиш билан тавсифланади. Ажибугут кони (№1 ва №2) технологик намуналардан олинган бойитмада Au 76,35-94,47 г/т Ag 61-70,47г/т ни ташкил қилади, уларниг бойитмага ажралиши Au 38,5-50,0, Ag 30,2-33,5% ни ташкил қилади.

5. Илмий тадқиқот ишлари натижасида ўрганилган рудаларни бойитишда анъанавий ва янги реагент таклиф қилинади. Ажибугут кони №1 намунасида олинган бойитманинг чиқиши 3,2% ташкил қилади. Ундаги олтин миқдори 94,1 г/т ва кумуш 61,8 г/т металларнинг бойитмага ажралиши олтин бўйича 81,4% ни ва кумуш 56,5 % ни ташкил қилади. Ажибугут кони №2 технологик намунадан олинган бойитманинг чиқиши 3,4% ни ташкил қилган ҳолда ундаги олтин миқдори 77,1 г/т ва кумуш 59,4 г/т ташкил қилди. Металларнинг бойитмага ажралиши мос равишда 87,4 ва 54,6% ни ташкил этади.

6. Қизилолма ва Кочбулоқ конлари рудалари аралашмасидан анъанавий реагентларни қўллаб ёпиқ цикл бўйича олинган флотобойитманинг чиқиши 5,4% ни ташкил қилади ва ундаги олтин миқдори 128,6 г/т ва кумуш 643,7 г/т ни ташкил қилади, металларнинг бойитмага ажралиши 92,6 ва 63,2 % ни ташкил қилади.

7. Йиғувчи реагент сифатида маҳаллий реагент ПС-1 ни қўллаб Қизилолма Кочбулоқ ва Ажибугут конлари рудаларини БКК ни қўллашдаги натижаларга яқин натижалар олинади. ПС-1 реагентни қўллаганда бойитманинг чиқиши нисбатан кичик бўлади. Гравитацион бойитиш чиқиндисини флотация қилинганда ҳам шунга яқин натижа олинади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.06.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАВОИЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ГОРНОМ ИНСТИТУТЕ И ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ им. ИСЛАМА КАРИМОВА**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. ИСЛАМА КАРИМОВА**

**БЕКПУЛАТОВ ЖАВЛОН МУСТАФОКУЛИЕВИЧ**

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ  
ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАГЕНТОВ ИЗ ОТХОДОВ  
МЕСТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**04.00.14 – Обогащение полезных ископаемых**

**АВТОРЕФЕРАТ**

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

**Ташкент – 2019**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №B2019.2.PhD/T1089.**

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

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

**Научный руководитель:** **Ахмедов Хамиджон**  
кандидат технических наук, старший научный сотрудник

**Официальные оппоненты:** **Мухиддинов Баходир Фахриддинович**  
доктор химических наук, профессор

**Худояров Сулейман Рашидович**  
кандидат технических наук

**Ведущая организация:** **ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат»**

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 года в «\_\_\_» часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.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 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) 223-56-90; факс: 0 (436) 223-00-55.

**Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 года.**  
(реестр протокола рассылки №\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2019 года).

**К.С.Санакулов**

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

**Ш.Ш.Заиров**

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

**Ю.Д.Норов**

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 сульфидные золотосодержащие руды различаются по своему вещественному составу, характеру ассоциации золота и минеральным компонентам. Сульфидные золотосодержащие руды относятся к категории упорных и обладают низкими показателями извлечения металла. Разведанные запасы золотосодержащих руд подтвердили их невысокое содержание (3-7 г/т), тонкую вкрапленность, неравное распределение и высокую дисперсность золота. В связи с этим необходима разработка новых технологических схем переработки золотосодержащих руд.

На сегодняшний день во всем мире ведутся работы по совершенствованию технологических схем обогащения и гидрометаллургической переработки золотосодержащих руд, максимальному вскрытию золотосодержащих сульфидов путем разработки новых технологических и технических решений и повышению эффективности переработки. Возникает необходимость в разработке схем флотационного обогащения исследуемых руд с применением традиционных и новых реагентов, разработке различных методов обогащения золотосодержащих руд и методов их переработки, выявлению путей повышения эффективности обогащения на гидрометаллургических заводах и обогатительных фабриках, совершенствованию технологии переработки золотосодержащих руд из традиционных реагентов.

В Республике выполнен ряд научно-практических работ по совершенствованию технологических схем обогащения золотосодержащих руд, исследованию особенностей золотосодержащих руд и изучению их вещественного состава, разработке методики исследования обогатимости золотосодержащих руд путем изучения технологических проб, разработке методики исследований хвостов механического обогащения, гравито- и флотоконцентратов золотосодержащих руд на цианирование и сорбцию, разработке технологических схем переработки золотосодержащих руд. В Постановлении Президента Республики Узбекистан<sup>1</sup> определены важные задачи по «ускоренному развитию, модернизации и расширению производства крупных предприятий горно-металлургической отрасли». В связи с этим важно выполнять задачи по разработке технологических и технических решений, ориентированных на максимальную добычу драгоценных металлов, исследованию и разработке технологических схем переработки золотосодержащих руд с использованием реагентов из отходов местной промышленности.

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

---

<sup>1</sup> Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-4124 от 17 января 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли»

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 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.** Значительный вклад в развитие научных основ и создание технологических схем обогащения золотосодержащих руд внесли ученые Абдурахмонов С.А., Ахмедов Х.А., Бергер Г.С., Воробьев А.Е., Денисова О.В., Забельский Д.К., Зеленев В.И., Ласкорин Б.Н., Лер К., Лодейшиков В.В., Милованов Л.В., Митрофанов С.И., Санакулов К.С., Таугинянская З.Р., Хабиров В.В., Хасанов А.С., Эргашев У.А., Griffin A.F., Grimm R., McQuiction F.W., Shoemaker R.S. и др. Ими достигнуты значительные успехи в разработке технологии обогащения руд цветных металлов, совершенствовании технологических показателей обогащения, разработке методик исследований обогатимости и технологических схем переработки золотосодержащих руд.

Золотосодержащие руды месторождений Узбекистана различаются по своему вещественному составу и характеру ассоциации золота и минеральным компонентам. В связи с истощением легкоцианируемых окисленных золотосодержащих месторождений актуальной становится проблема вовлечения в переработку сульфидных золотосодержащих руд, которые требуют предварительного флотационного обогащения. Из-за дефицита и высокой стоимости традиционных флотореагентов возникает необходимость их частичной замены на местные реагенты из продуктов и отходов производственных предприятий, что позволит резко сократить затраты на реагенты и удешевить производство золота и серебра.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова на темы: №7/15 – «Разработка технологии обогащения руд разведываемых месторождений Республики Узбекистан» (2015-2017 гг.) и 8/15 – «Разработка рациональной технологии переработки золотосодержащих упорных руд Кызылкума с использованием местных реагентов» (2015-2017 гг.).

**Целью исследования** является разработка технологических схем переработки золотосодержащих руд с использованием при обогащении реагентов, полученных из отходов местной промышленности.

**Задачи исследования:**

анализ технологических схем обогащения золотосодержащих руд и поиск путей их совершенствования;

исследование особенностей золотосодержащих руд месторождений Республики Узбекистан и изучение их вещественного состава;

разработка методики исследования обогатимости золотосодержащих руд путем изучения технологических проб;

разработка методики исследований хвостов механического обогащения, гравито- и флотоконцентратов золотосодержащих руд на цианирование и сорбцию;

разработка технологических схем переработки золотосодержащих руд месторождений Республики Узбекистан.

**Объектом исследования** являются сульфидные золотосодержащие месторождения Кызылалма, Кочбулак и Аджибугут.

**Предмет исследования** – технологическая схема переработки золотосодержащих руд с использованием реагентов из отходов местной промышленности.

**Методы исследований.** При выполнении диссертационной работы использованы комплексные методы исследований, включающие научные и теоретические обобщения теории и практики переработки золотосульфидных руд; теоретические исследования с использованием аналитического, графоаналитического и статистического методов; лабораторные эксперименты, опытно-промышленные испытания и проверку разработанных методик в производственных условиях; спектральный и минералогический анализ, пробирный, химический и фазовый методы анализа, математические методы обработки экспериментальных данных.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

при изучении состава местных промышленных отходов определена возможность их использования в качестве флотационных реагентов;

технологическими пробами выполнено гравитационное обогащение при различной крупности помола и флотационные опыты с применением традиционного и местного реагента ПС-1, в результате которого разработаны рекомендации для смеси руд месторождений Кызылалма и Кочбулак, позволяющие получить высокие технологические показатели;

в результате цианирования и сорбции хвостов механического обогащения, гравито- и флотоконцентратов золотосодержащих руд разработана технологическая схема извлечения в раствор золота и серебра;

разработана методика исследования хвостов механического обогащения, гравито- и флотоконцентратов золотосодержащих руд на цианирование и сорбцию.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана методика определения обогатимости золотосодержащих руд путем исследования технологических проб;

разработана технологическая схема переработки золотосодержащих руд месторождений Республики Узбекистан;

при флотационном обогащении с применением традиционного импортного реагента марки БКК и местного реагента из отходов химической промышленности марки ПС-1 получены высокие технологические показатели.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования доказана значительным объемом лабораторных и полупромышленных экспериментов, удовлетворительной сходимостью и количественным подтверждением основной идеи работы по обоснованию технологических схем переработки золотосодержащих руд с использованием реагентов из отходов местной промышленности.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования обосновывается исследованием вещественного состава золотосодержащих руд месторождений Республики Узбекистан и научным обоснованием технологических схем их переработки с использованием традиционных реагентов, полученных из отходов местной промышленности.

Практическая значимость результатов исследования характеризуется детальным изучением вещественного состава технологических проб руд различными методами, рациональным анализом на золото и серебро и разработкой технологических схем переработки сульфидных золотосодержащих руд с использованием традиционных реагентов из отходов химической промышленности.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по разработке технологических схем переработки золотосодержащих руд с использованием реагентов из отходов местной промышленности:

новый местный реагент ПС-1 внедрен в золотоизвлекательной фабрике АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» №63-563/1 от 24.09.2019 г.). В результате получен в замкнутом цикле флотоконцентрат с выходом 5,4%, содержащий 128,6 г/т золота при извлечении металлов 92,6 и 63,2%, соответственно;

технологическая схема переработки золотосодержащих руд с использованием реагентов из отходов местной промышленности внедрена в АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» №63-563/1 от 24.09.2019 г.). В результате определено, что применение реагента ПС-1 позволяет снизить выход концентрата на 0,5% как в открытом, так и в замкнутом цикле при показателях извлечения золота в открытом цикле 85,6-87,2%, серебра – 50,4-54,1%, в замкнутом цикле 89,6-92,8% и 62,7-65,3%, соответственно.

реагентный режим по операциям флотации смеси руд Кочбулак и Кызылалма внедрен в АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат»

№63-563/1 от 24.09.2019 г.). В результате достигнуто максимальное извлечение золота 93,5-94,76% и серебра 66,3-68,52% из смеси руд месторождений Кызылалма и Кочбулак.

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

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы всего 17 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных для издания основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, изданы 9 статей, в том числе 3 из которых в республиканских и 6 в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 112 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

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

В первой главе **«Анализ современных технологических схем обогащения золотосодержащих руд и возможности их совершенствования»** приведена классификация золотосодержащих руд и описаны пути совершенствования технологии их флотации, даны технологические схемы переработки золотосодержащего сырья и их совершенствование, подробно описана характеристика нового местного реагента собирателя ПС-1, рекомендуемого в качестве заменителя традиционной, а также обоснован окислительный обжиг концентратов.

Изучены различные методы обогащения золотосодержащих руд и методы их переработки, в частности, гравитационное и флотационное обогащение, цианирование, окислительный обжиг концентратов, сорбционное выщелачивание золота и серебра с выделением металлов. Исследованы процесс обогащения золотосодержащих руд различными способами, состав реагента ПС-1, полученного из отходов местной промышленности, и обогатимость золотосодержащих сульфидных руд при его использовании.

Во второй главе диссертации **«Исследование особенностей золотосодержащих руд месторождений Республики Узбекистан и изучение их вещественного состава»** от исходных проб отбирались штучные образцы для минералогического анализа, готовились средние

пробы, которые анализировались методами полуколичественного спектрального, химического, пробирного, гранулометрического анализов и рационального анализа на золото и серебро.

В результате исследований установлено, что изучаемые руды относятся к малосульфидному, смешанному типу. Соотношение в ней сульфидов к гипергенным минералам составляет – 3,2: 5,6; т.е. сульфиды в ней окислены примерно на половину. Рудными минералами, представленными к обогащению, являются арсенопирит и пирит, в количестве единичных знаков отмечаются халькопирит, халькозин, ковеллин и сфалерит. Из нерудных минералов широко представлены кварц, слюдистые минералы и полевые шпаты. Акцессорными представлены в основном минералы титана.

Установлено, что главным полезным компонентом руды является золото, которое присутствует как в самородной, так и в субдисперсной форме, связанной с сульфидами и продуктами их окисления. Главной отличительной особенностью изучаемой руды является наличие элементов платиновой группы, присутствующей, по всей видимости, в составе субдисперсного золота, находящегося в сульфидах и ярозите. Также отмечено повышенное содержание мышьяка и слюдистых минералов, наличие которых может существенно усложнить технологию извлечения благородных металлов.

В третьей главе диссертации **«Разработка методики исследования обогатимости золотосодержащих руд путем изучения технологических проб»** разработана методика гравитационного и флотационного обогащения золотосодержащих руд месторождений Кызылалма, Кочбулак и Аджибугут, а также выполнено гравитационное обогащение при различной крупности помола и проведены флотационные опыты с применением традиционных реагентов и разработанного реагента ПС-1.

Гравитационное обогащение руды проводилось для выделения относительно крупных частиц самородного золота и сульфидов из руды в гравикоцентрат.

На всех пробах руды опыты проводились по схеме, изображенной на рис. 1. Отсадка проводилась при крупности руды -1+0 мм.

Тяжелая фракция отсадки доизмельчалась в шаровой мельнице до требуемой крупности. В опытах варьировалась крупность материала, обогащенного на столе от 1 до 0,1 мм с целью получения максимально возможного извлечения золота и его содержания в концентрате. Навеска руды – 5-10 кг.

Режим работы на отсадочной машине: толщина постели из стальной дробы крупностью 3-4 мм составляла 30 мм; амплитуда колебаний – 6мм, частота пульсаций 4,525 мин., расход подпорной воды – 5 л/мин, расход воды с питанием – 2,75 л/мин, размер отверстий решета – 2 мм.

Режим работы стола: частота качаний – 110 об/мин, амплитуда качаний – 8-11 мм, поперечный наклон деки – 20 мм/м, расход смывной воды – 4,5 дм<sup>3</sup>/мин, крупность руды в опытах изменялась от 1-0 до 0,1-0 мм.



**Рис. 1. Технологическая схема гравитационного обогащения золотосодержащих руд**

Результаты опытов при оптимальной крупности руд приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, при гравитационном обогащении золотосодержащих руд месторождений Кызылалма+Кочбулак и проб руд месторождений Аджибугут значительная часть золота может быть извлечена из руды при гравитационном обогащении.

Извлечение золота в гравииоконцентрат составило от 39,8 до 81,5%, серебра – 26,2-34,6% в зависимости от переработки золотосодержащих руд.

За основу флотационного обогащения руд принята классическая схема, включающая измельчение руды, основную, контрольную и две перечистные операции флотации.

Получены высокие технологические результаты по обогатимости технологических проб и выданы рекомендации для смеси руд месторождений Кызылалма и Кочбулак с традиционными реагентами и разработанного местного реагента ПС-1.

Таблица 1

**Результаты гравитационного обогащения золотосодержащих руд в оптимальных условиях на концентрационном столе**

Месторождение проб	Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, г/т		Извлечение, %		Оптимальная крупность руды, мм
			Au	Ag	Au	Ag	
Кызылалма+Кочбулак	Концентрат	3,8	160,86	509,89	81,5	34,6	-0,25+0
	Промпродукт	3,2	7,26	64,75	3,1	3,7	
	Хвосты грав.	93,0	1,24	37,15	15,4	61,7	
	Руда	100,0	7,5	56,0	100,0	100,0	
Аджибугут Пр.№1	Концентрат	1,8	77,39	119,35	39,8	26,2	-0,5+0
	Промпродукт	10,5	6,73	19,68	20,2	25,2	
	Хвосты грав.	87,7	1,60	4,54	40,0	48,6	
	Руда	100,0	3,5	8,2	100,0	100,0	
Аджибугут Пр.№2	Концентрат	1,9	78,47	66,76	49,7	29,5	-0,25+0
	Промпродукт	5,7	8,32	9,05	15,8	12,0	
	Хвосты грав.	92,4	1,12	2,72	34,5	58,5	
	Руда	100,0	3,0	4,3	100,0	100,0	

При флотации с традиционными реагентами БКК и Т-92 из исследованных руд получен концентрат с выходом 5,4%, содержащего 128,6 г/т золота 643,7 г/т серебра при извлечении металлов 92,3 и 63,2%, соответственно. Флотоконцентраты, полученные с применением реагента ПС-1, более высокого качества, чем в опытах с БКК: 214 г/т золота против 187,35 г/т и 920,64 г/т серебра против 850,1 г/т в открытом цикле и 140,9 г/т золото против 131,34 г/т золота и 721 г/т серебра против 615 г/т в замкнутом цикле. При флотации руды месторождения Аджибугут с БКК и ПС-1 из пробы №1 получен концентрат с выходом 1,1%, содержащей золота 256 г/т и серебра 386,2 г/т при извлечении металлов по золоту 76,1% и серебра 51,8%.

Из пробы №2 получен концентрат с выходом 1,4%, содержащего золота 186,3 г/т и серебра 155,7 г/т при извлечении золота 81,5% и серебра 50,7%. В первом случае извлечение золота снижается на 6%, во втором – на 6,6%. В тоже время выход концентратов снижается для пробы №1 на 2,8%, для пробы №2 – на 2%. Содержание золота и серебра в концентратах возрастает с 75,9 и 112,5 г/т до 256 и 386,2 г/т (проба №1) и с 77,7 и 61,2 г/т до 186,3 и 155,7 г/т (проба №2).

В четвертой главе диссертации «**Разработка методики и проведение исследований по цианированию и сорбции хвостов механического обогащения, гравито– и флотоконцентратов золотосодержащих руд**» разработаны схема цианирования руды и продуктов обогащения, а также схема сорбционного выщелачивания руды и продуктов обогащения.

Цианирование исследуемых проб осуществлялось в открытых склянках на бутылочном агитаторе конструкции АО «ИРГИРЕДМЕТ». Навеску материала массой 50-200 г помещали в склянку, заливали водным раствором цианистого натрия заданной концентрации, добавляя необходимое количество защитной щелочи. Контроль за процессом проводился путем определения концентрации цианистого натрия и защитной щелочи в жидкой фазе пульпы. В ходе поисковых экспериментов по подбору оптимальных

условий цианирования устанавливалось влияние параметров: концентрации цианистого натрия, продолжительности выщелачивания, крупности измельчения проб. В исходных и конечных продуктах цианирования определялось содержание благородных металлов химическим методом с помощью атомно-абсорбционного спектрометра фирмы «Перкин Элмер».

В технологической пробе №1 месторождения Аджибугут содержание золота составило 3,7 г/т, серебра – 1,2 г/т. Тонина помола проб руды 95% кл. -0,074+0 мм; отношение Ж:Т=2:1,  $C_{CaO}$  – 0,02%, продолжительность цианирования – 18 ч. Получено извлечение в раствор золота 87,6%, серебра – 81,9%.

В пробе №2 месторождения Аджибугут содержание золота составило 3,0 г/т, серебра – 3,7 г/т, тонины помола 85% кл. -0,074 мм при цианировании с концентрацией цианида 0,1% при Ж:Т=2:1 и продолжительности цианирования 24 ч. Получено извлечение в раствор золота 53,3%, серебра – 51,3%. Содержание в хвостах цианирования: Au – 1,4 г/т, Ag – 1,8 г/т.

При цианировании хвостов гравитации из пробы №1 месторождения Аджибугут извлечение золота в раствор составило 88,1%, серебра – 82,5%. Из хвостов гравитации пробы №2 месторождения Аджибугут извлечение золота – 56,3%, серебра – 51,6%, содержание в кеках цианирования золота – 0,70 г/т, серебра – 1,5 г/т.

При сорбционном цианировании гравито-флотоконцентратов:  $C_{NaCN}$  – 0,3%;  $C_{CaO}$  – 0,02% отношение Ж:Т=2:1,  $\tau$  – 24 ч. Загрузка смолы – 10% от объема пульпы. Из пробы руды Аджибугут в гравитоконцентрате и флотоконцентрате при сорбционном цианировании получены высокие технологические показатели. Извлечение благородных металлов в раствор и на смолу составляло 93,3-98,3%. Значительно хуже цианировался концентрат, полученный из сульфидных руд пробы №2 месторождения Аджибугут. Извлечение благородных металлов в раствор составило: по золоту – 58,5%, серебра – 54,8% от гравитоконцентрата и, соответственно, 63,7 и 58,2% из флотоконцентрата.

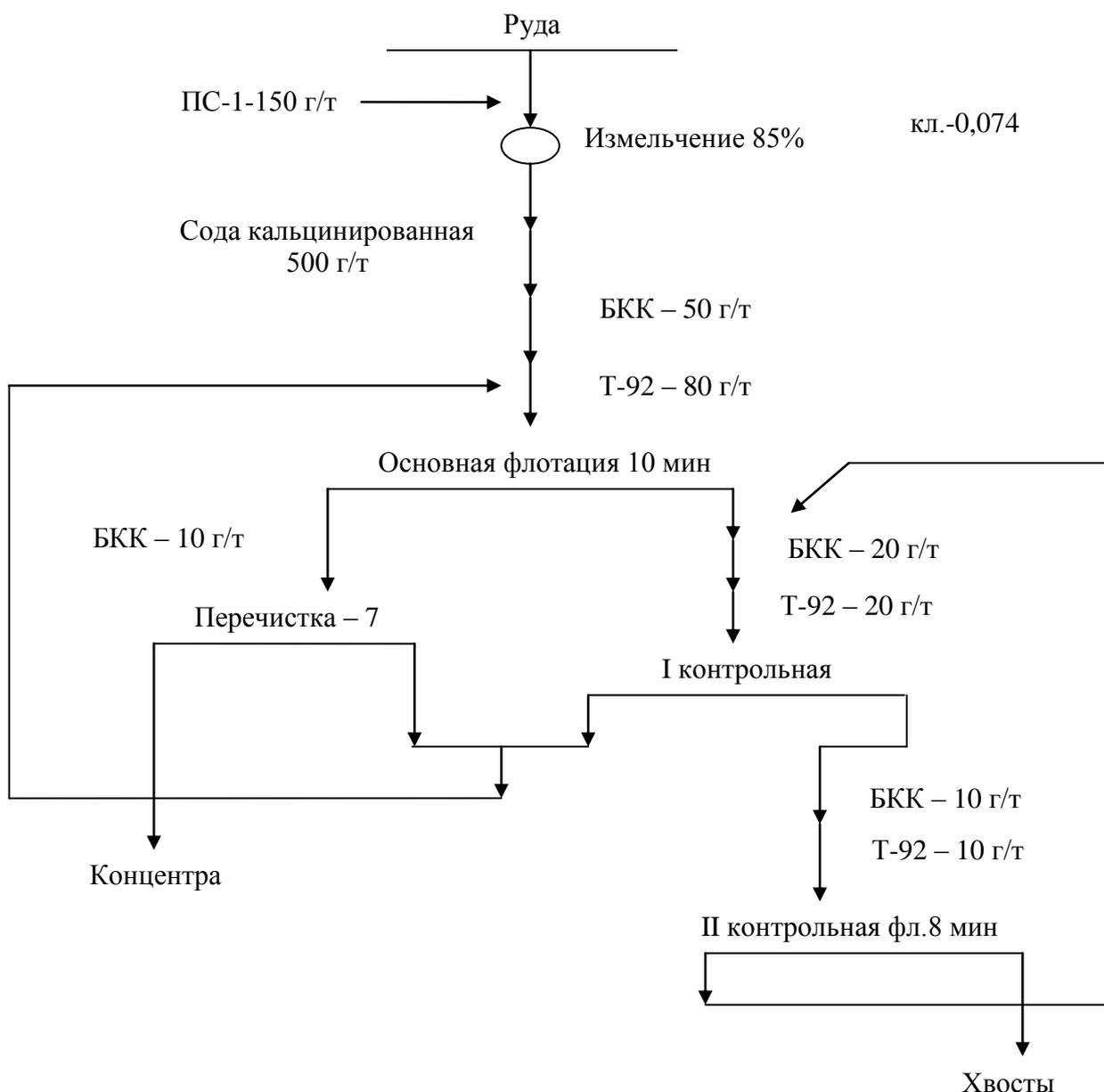
В пятой главе диссертации **«Разработка технологических схем переработки золотосодержащих руд месторождений Республики Узбекистан»** разработаны технологическая схема переработки окисленных и смешанных руд месторождения Аджибугут, технологическая схема переработки сульфидных руд месторождения Аджибугут и технологическая схема переработки смеси руд месторождений Кызылалма и Кочбулак.

На рис. 2 представлена рекомендуемая схема флотации золотосодержащей руды с новым местным реагентом ПС-1 и БКК.

В измельчение подается сода кальцинированная, ПС, непосредственно во флотацию БКК и Т-92.

В разработанном режиме по рекомендуемой схеме проведены контрольные опыты по принципу непрерывного процесса (табл. 2).

При использовании традиционных и местного реагентов получен концентрат, содержащий 111 г/т золота и 588,8 г/т серебра при извлечении металлов 94,76 и 68,52%, соответственно.



**Рис. 2. Рекомендуемая схема флотации смеси руд Кочбулак+Кызылалма с новым реагентом ПС-1 и БКК**

Таблица 2

Результаты контрольных опытов флотации по рекомендуемой схеме

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, г/т		Извлечение, %	
		Золота	Серебра	Золота	Серебра
Концентрат	6,4	111,05	588,8	94,76	68,52
Хвосты	93,6	0,42	18,5	5,24	31,48
Руда	100	7,5	55,0	100	100

Установлена возможность использования местного реагента ПС-1 для флотационного обогащения смеси золотосодержащих руд месторождений

Кызылалма и Кочбулак с получением практически идентичных результатов по величине извлечения металла при применении реагента БКК.

Определено, что применение реагента ПС-1 позволяет снизить выход концентрата на 0,5% как в открытом, так и в замкнутом цикле при показателях извлечения золота в открытом цикле 85,6-87,2%, серебра – 50,4-54,1%, в замкнутом цикле 89,6-92,8% и 62,7-65,3%, соответственно.

Установлено, что при добавке реагента ПС-1 в процессе измельчения (150 г/т) с последующей флотацией измельченной руды при режиме: основная флотация - расход соды – 500 г/т, БКК – 50 г/т, Т-92 – 80 г/т, первая контрольная флотация - БКК – 20 г/т, Т-92 – 20 г/т, вторая контрольная флотация - БКК – 10 г/т, Т-92 – 10 г/т, перечистная флотация - БКК – 10 г/т достигается максимальное извлечение золота 93,5-94,76% и серебра 66,3-68,52% из смеси руд месторождений Кызылалма и Кочбулак.

Система оборотного водоснабжения и цианирования исходных проб руды, хвостов гравитации, гравиоконцентратов и флотоконцентратов внедрена на месторождениях Кочбулак и Кызылалма АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», в результате которого получен в замкнутом цикле флотоконцентрат с выходом 5,4%, содержащий 128,6 г/т золота при извлечении металла 92,6%.

Таким образом, в результате исследований вещественного состава золотосодержащих руд месторождений Республики Узбекистан научно обоснованы технологические схемы их переработки с использованием реагентов, полученных из отходов местной промышленности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему: «Научное обоснование технологических схем переработки золотосодержащих руд с использованием реагентов из отходов местной промышленности» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Исследованиями установлено содержание благородных металлов в пробах, которое варьирует в широких пределах: пробы шихты руд месторождений Кызылалма и Кочбулак содержат 7,5 г/т золота и 55,4 г/т серебра; проба №1 руды месторождения Аджибугут – 3,6 и 8,0 г/т соответственно; проба №2 руды месторождения Аджибугут – 3,0 и 3,7, г/т соответственно.

2. Исследованиями установлено, что пробы сульфидных и смешанных руд содержат пирит и арсенопирит. Присутствие арсенопирита характерно для обеих проб руды месторождения Аджибугут. Нерудная часть проб содержит кварц, слюдястые минералы, полевые шпаты, хлорит, пироксены, глинистые минералы, карбонаты и др.

3. Для флотации изучаемой пробы руды испытывался новый реагент марки ПС-1 в качестве собирателя. Предлагаемый в качестве собирателя реагент ПС-1 при флотации шихты руд месторождений Кызылалма,

Кочбулак и Аджибугут по величине извлечения металлов дает такие же результаты, как и дорогостоящий собиратель марки БКК. Флотации подвергались не только исходные руды, но и хвосты гравитационного обогащения руд.

4. Гравитационное обогащение рекомендуется для переработки руд месторождений Кызылалма, Кочбулак и Аджибугут. Из шихты руд месторождений Кызылалма и Кочбулак в концентрате, содержащем 160,86 г/т золота и 509,89 г/т серебра, извлекается 81,5% золота и 34,6% серебра. В пробах №1 и №2 руд месторождения Аджибугут в концентрате с содержанием 76,35-94,47 г/т золота и 61,98-70,47 г/т серебра извлекается 38,5-50,0 % золота и 30,2-33,5% серебра.

5. В результате проведенных исследований разработана схема флотации исследуемых руд с применением традиционного и нового реагента.

Из пробы №1 руды месторождения Аджибугут выделен концентрат с выходом 3,2%, содержащий 94,1 г/т золота и 61,8 г/т серебра (при извлечении золота 81,4% и серебра 56,5%) Из пробы №2 руды месторождения Аджибугут выделен концентрат с выходом 3,4%, содержащий 77,1 г/т золота и 59,4 г/т серебра (при извлечении металлов 87,4 и 54,6%, соответственно).

6. С применением традиционных реагентов из смеси руд месторождений Кочбулак и Кызылалма получен в замкнутом цикле флотоконцентрат с выходом 5,4%, содержащий 128,6 г/т золота при извлечении металлов 92,6 и 63,2%, соответственно.

7. Установлено, что разработанный в качестве собирателя местный реагент марки ПС-1 при флотации шихты руд месторождений Кызылалма, Кочбулак и Аджибугут в сочетании с БКК дает близкие по величине результаты с БКК по величине извлечения металлов. Общей закономерностью в опытах является меньший выход флотоконцентрата с ПС-1. Аналогичные результаты получены при флотации хвостов гравитационного обогащения.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES OF  
DSc.27.06.2017.T.06.01 AT THE NAVOI STATE MINING INSTITUTE AND  
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED ISLAM KARIMOV**

---

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY  
NAMED ISLAM KARIMOV**

**BEKPULATOV JAVLON MUSTAFOKULIEVICH**

**SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL SCHEMES OF  
PROCESSING OF GOLD-CONTAINING ORES USING REAGENTS  
FROM WASTE OF LOCAL INDUSTRY**

**04.00.14 – Mineral processing**

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

**Tashkent – 2019**

**The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2019.2.PhD/T1089.**

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 director:** **Akhmedov Khamidjon**  
Candidate of technical Sciences, Senior researcher

**Official opponents:** **Mukhiddinov Bakhodir Fakhriddinovich**  
Doctor of chemical sciences, Professor

**Khudoyarov Suleyman Rashidovich**  
Candidate of technical Sciences

**Leading organization:** **«Navoi Mining and Metallurgical Combinat» SC**

The defence of the dissertation will be held on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 at \_\_\_\_ at the meeting of single of the Scientific council of scientific degrees DSc.27.06.2017.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 \_\_ Address: 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 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019.

Protocol at the register No \_\_\_\_\_ dated «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019).

**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

**Yu.D. Norov**

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 research work** is to study the material composition of gold-containing ores of the deposits of the Republic of Uzbekistan and to develop technological schemes for their processing using reagents obtained from local industry waste.

**The object** of research work is are sulfide gold deposits Kyzylalma, Kochbulak and Adjibugut.

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

the possibility of using as flotation reagents in the study of the composition of local industrial waste is determined;

technological samples were used for gravity enrichment at different grinding sizes and flotation experiments with the use of traditional and local reagent PS-1, as a result of which recommendations were developed for a mixture of ores of the Kyzylalma and Kochbulak deposits, allowing to obtain high technological indicators;

as a result of studies of mechanical enrichment tailings, gravio-and flotation concentrates of gold-containing ores for cyanidation and sorption, a high recovery of gold and silver into a solution was obtained;

during flotation enrichment with the use of traditional imported reagent of BKK brand and local reagent from chemical and industrial wastes of PS-1 brand, high technological and economic indicators were obtained.

**Implementation of research results.** Based on the development of technological schemes for processing gold-bearing ores using reagents from waste from local industry:

a new local reagent PS-1 for flotation concentration of a mixture of gold-bearing ores from the Kyzylalma and Kochbulak deposits was introduced at Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC (certificate of Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC No. 63-563/1 dated 24.09.2019 y.) As a result, a flotation concentrate was obtained in a closed cycle with a yield of 5.4%, containing 128.6 g/t of gold with the extraction of metals of 92.6 and 63.2%, respectively;

The technological scheme for processing gold-bearing ores using reagents from local industrial waste was introduced at Almalyk Mining and Metallurgical Plant JSC (certificate of Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC No. 63-563/1 dated 24.09.2019 y.). As a result, it was determined that the use of PS-1 reagent allows reducing the concentrate yield by 0.5% both in the open and closed cycle with the gold recovery rates in the open cycle of 85.6-87.2%, silver - 50.4- 54.1%, in a closed cycle 89.6-92.8% and 62.7-65.3%, respectively.

The reagent regime for flotation operations of the Kochbulak and Kyzylalma ore mixture was introduced at Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC (certificate of Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC No. 63-563/1 dated 24.09.2019 y.). As a result, the maximum recovery of gold 93.5-94.76% and silver 66.3-68.52% from a mixture of ores from the Kyzylalma and Kochbulak deposits was achieved.

**The structure and scope of the thesis.** The structure of the thesis consists of an introduction, five chapters, conclusion, list of references and applications. The volume of the thesis is 112 pages.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Ахмедов Х., Бекпулатов Ж.М. Изучение вещественного состава обогатимости проб руды месторождения Бешкудук // Вестник ТГТУ. – Ташкент, 2016. – №3. – С. 210-216 (05.00.00; №16).

2. Ахмедов Х., Бекпулатов Ж.М. Изучение вещественного состава обогатимости технологической пробы руды месторождения Койтош // Вестник ТГТУ. – Ташкент, 2016. – №4. – С. 216-223(05.00.00; №16).

3. Ахмедов Х., Бекпулатов Ж.М. Изучение вещественного состава и обогатимости проб руды одного из месторождения Республики Узбекистан // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2017. – №1. – С. 217-221 (05.00.00; №29).

4. Ахмедов Х., Бекпулатов Ж.М. Результаты технологических исследований одной золотосодержащей руды месторождения Республики Узбекистан // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2017. – №2. – С. 269-275 (05.00.00; №29).

5. Akhmedov Kh., Bekpulatov J.M., Matkarimov S.T. Studing material composition and leaching methodics trial ores deposit of Beshkuduk (Uzbekistan) // European science review, «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – Vienna, 2017. – №1-2. – pp. 208-211 (05.00.00; №3).

6. Salijanova G.K., Bekpulatov J.M. Sample enrichment results of ore deposits by using traditional and local reagent «PS» in Kalmakyr and Saricheku (Uzbekistan) // European science review, «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – Vienna, 2017. – №5-6. – pp. 75-78 (05.00.00; №3).

7. Бекпулатов Ж.М. Методика применения ионообменных смол при извлечении золота из руд // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2017. – №8. – С. 121-125 (05.00.00; №29).

8. Ахмедов Х., Бекпулатов Ж.М., Хаитов О.Г. Изучение вещественного состава и разработка технологии переработки золотосодержащей сульфидной руды одного из месторождений Республики Узбекистан // Вестник ТГТУ. – Ташкент, 2018. – №2. – С. 183-189 (05.00.00; №16).

9. Bekpulatov J.M. Akhmedov H. To Processing of Gold-Bearing Sulphidic and Arsenic Ores and Concentrates // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, February 2019. – Vol. 6. – Issue 2. – PP.8109-8114 (05.00.00; №8).

## II бўлим (III часть; part II)

10. Бекпулатов Ж.М. Исследования на обогатимость упорных золотосодержащих руд // Материалы Республиканской научно-практической конференции на тему: «Геологические науки в Узбекистане: проблемы, развитие и инновационные направления». – Ташкент, 2013. – С. 279-280.

11. Бекпулатов Ж.М. Исследование на обогатимость упорных золотосодержащих руд // Материалы Республиканской научно-практической конференции на тему: «Геологические науки в Узбекистане: проблемы, развитие и инновационные направления». – Ташкент, 24 мая 2014 г. – С. 279-280.

12. Бекпулатов Ж.М., Каландаров К.С. Изучение вещественного состава и обогатимости технологической сульфидной руды одного из месторождений Республики Узбекистан // Материалы Республиканской научно-практической конференции на тему: «Инновационные технологии в химической промышленности и перспективы ее развития». – Ташкент, 2017. – С. 89-92.

13. Bekpulatov J.M., Matkarimov S.T. Akhmedov X. Studying of material structure and development of technology conversion of gold-bearing ore of tests of one of fields Republic of Uzbekistan // International Scientific and Practical Conference «World Science». Multidisciplinary Scientific Edition. – Abu-Dabi, UAE, December 27-28, 2017. – №1 (17). – Vol. 1. – PP. 21-23.

14. Бекпулатов Ж.М., Худойбердиев Ф.Т. Изучение вещественного состава и разработка технологии переработки золотосодержащей проб руды одного из месторождения Республики Узбекистан // Инновационная наука. – Москва, 2017. – №4. – Ч. 3. – С. 20-23.

15. Ахмедов Х., Бекпулатов Ж.М., Рахимов Ш.Ш. Изучение ионнообменных смол при переработке золотосодержащих руд // Материалы Международной научно-технической конференции на тему: «Современные проблемы и перспективы совершенствования рационального и безопасного недропользования». – Ташкент, 12-14 мая 2018 г. – С. 246-248.

16. Ахмедов Х., Хайитов О.Г., Бекпулатов Ж.М., Каландаров К.С., Йулдашов А.Ф. Изучение вещественного состава и разработка технологии переработки золотосодержащей пробы руды одного из месторождений Республики Узбекистан // Материалы Международной научно-технической конференции на тему: «Современные проблемы и перспективы совершенствования рационального и безопасного недропользования». – Ташкент, 12-14 мая 2018 г. – С. 255-259.

17. Бекпулатов Ж.М., Йулдашов А.Ф. Изучение и разработка технологии переработки золотосодержащей сульфидной руды // Материалы 16-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности «Дальневосточная весна – 2018». – Комсомольск-на-Амуре, 27 апреля 2018 г. – С. 109-112.

Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналидан  
тахрирдан ўтказилди.

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси. Рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 63.

«Тошкент кимё-технология институти» босмахонасида чоп этилди.  
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.