

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

---

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ**

**ДОНИЯРОВ НОДИРЖОН АБДИХАКИМОВИЧ**

**ҚИММАТБАҲО КОМПОНЕНТЛАРНИ АЖРАТИБ ОЛИШ БИЛАН  
ПАСТ НАВЛИ ФОСФОРИТ РУДАЛАРИНИ КОМПЛЕКС ҚАЙТА  
ИШЛАШНИНГ САМАРАЛИ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**04.00.14 – «Фойдали қазилмаларни бойитиш» (техника фанлари)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Навоий - 2019**

**Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата докторской диссертации**  
**Content of the abstract of doctoral dissertation**

**Донияров Нодиржон Абдихакимович**

Қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш билан паст навли  
фосфорит рудаларини комплекс қайта ишлашнинг самарали  
технологиясини ишлаб чиқиш..... 3

**Донияров Нодиржон Абдихакимович**

Разработка эффективной технологии комплексной переработки  
низкосортных фосфоритовых руд с извлечением ценных  
компонентов ..... 29

**Doniyarov Nodirjon Abdixakimovich**

Development of effective technology of complex processing of low-sport  
phosphorite ores with extracting of valuable components ..... 55

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works ..... 59

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

---

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ**

**ДОНИЯРОВ НОДИРЖОН АБДИХАКИМОВИЧ**

**ҚИММАТБАҲО КОМПОНЕНТЛАРНИ АЖРАТИБ ОЛИШ БИЛАН  
ПАСТ НАВЛИ ФОСФОРIT РУДАЛАРИНИ КОМПЛЕКС ҚАЙТА  
ИШЛАШНИНГ САМАРАЛИ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**04.00.14 – «Фойдали қазилмаларни бойитиш» (техника фанлари)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Навоий - 2019**

**Фан доктори (Doctor of Science) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.2.DSc/T222 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Навоий давлат кончилик институтида 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.

<b>Илмий маслаҳатчи:</b>	<b>Санакулов Қувондиқ</b> техника фанлари доктори, профессор, Ўзбекистон Республикасида хизмат кўрсатган саноат ходими
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Юсупходжаев Анвар Абдуллаевич</b> техника фанлари доктори, профессор <b>Эркаев Ақтам Улашевич</b> техника фанлари доктори, профессор <b>Искандарова Мастура Искандаровна,</b> техника фанлари доктори, профессор
<b>Етақчи ташкилот:</b>	<b>«Минерал ресурслар институти» ДК</b>

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 шоҳ 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 шоҳ 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)

**Б.Р.Раимжанов**

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси в.в.б., 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 (Фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Ҳозирги вақтда дунёда минерал хом ашёлар қайта тикланмайдиган табиий ресурслар ҳисобланиб, уларнинг заҳиралари чекланган. Баъзи турдаги фойдали қазилмаларни бошқа хом ашёлар ёки технологиялар билан алмаштирилмайди. Шунинг учун минерал хом ашёлардан комплекс фойдаланиш – янги минг йилликда ресурсларни тежашнинг муҳим йўналиши ҳисобланади. Жамоатни камёб ва стратегик турдаги қимматбаҳо компонентлар билан таъминлаш ва келажак авлод учун уларни заҳираларини сақлаш муҳим аҳамият касб этади.

Бугунги кунда дунёда йилдан йилга ер ресурсларидан самарали, шунингдек кўп миқдорда ва сифатли қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини ишлаб чиқаришда муҳим омил ҳисобланадиган турли минерал ўғитлардан фойдаланиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада фосфор таркибли минерал ўғитларни ерга тизимли бериш, қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ҳосилдорлигини икки мартадан кўпроқ ошириш, турли усуллар ёрдамида қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш билан паст навли фосфорит рудаларини комплекс қайта ишлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш зарур.

Республикамизда Марказий Қизилқум фосфор таркибли рудаларини қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича илғор илмий асосланган чора-тадбирларни жорий қилиб, бир қатор илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш Ҳаракатлар Стратегиясида «тузилмавий ислоҳотларни чуқурлаштириш ва қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришини ҳаракатли ривожлантириш, давлат озиқ-овқат хавфсизлигини келгусида мустаҳкамлаш, экологик тоза маҳсулот ишлаб чиқаришни кенгайтириш...»<sup>1</sup> бўйича вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифалардан келиб чиққан ҳолда фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш, таркибида зарарли қўшимчалари бўлган фосфорит хом ашёсининг сифатини баҳолаш, Республиканинг қишлоқ хўжалиги учун фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш муаммоларини ечиш, жаҳон бозорида талаб юқори бўлган маҳсулотлар ишлаб чиқариш, таркибида қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш, паст навли Марказий Қизилқум фосфорит рудаларини комплекс қайта ишлашнинг янги рақобатбардош технологиясини ишлаб чиқиш катта илмий ва амалий аҳамият эга ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларга кимё саноатини риволантириш дастури», 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини жадал ривожлантириш чоралари» ва 2019 йил 17 январдаги

---

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

ПҚ-4124-сон «Кон-металлургия соҳаси корхоналари фаолиятини келгусида такомиллаштириш чоралари» ҳақидаги қарорларида ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

**Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи<sup>2</sup>.** Паст навли фосфоритларни бойитишга ва бойитмани қайта ишлаш асосида урандан ва КЕЭдан тозаланган фосфор таркибли ўғитларни олишга йўналтирилган илмий тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказларида ва олий таълим муассасалари, жумладан, The Florida Industrial and Phosphate Research Institute (АҚШ), Engineering Dobersek GmbH (Германия), Fertilizers Research Institute in Pulawy (Польша), Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizers, the University of Tokyo (Япония), University of Science and Technology (Хитой), Kaohsiung District Agriculture Research and Extension Station, Lab of soil and fertilizer (Тайван), Я.В.Самойлов номли ўғитлар ва инсектофунгицид бўйича ИТИ (Россия), шунингдек, Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Тошкент умумий ва ноорганик кимё институти ва Навоий давлат кончилик институти (Ўзбекистон)да олиб борилмоқда.

Жаҳонда фосфатли хом ашёни бойитиш усули билан ишлаб чиқиш ва уларни такомиллаштириш бўйича жаҳонда ўтказилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: флотореагентлар ёрдамида апатитли рудаларда фосфатли минерални ажратиш учун бойитишнинг флотацияли усули ишлаб чиқилган (Florida Industrial and Phosphate Research Institute, АҚШ); бойитишнинг биофлотацияли, биосорбцияли, биоконверсионли, биоактивацияли ва биокимёвий усуллари ўз ичига олган микробиологик усули ишлаб чиқилган («Я.В.Самойлов номли ўғитлар ва инсектофунгицид бўйича ИТИ» АЖ, Россия); юқори ҳароратда (900-1000°C) фосфатли рудаларни бойитиш усули яратилган (Engineering Dobersek GmbH, Германия); фосфоритларни бойитиш механик усулининг илмий асослари яратилган (University of Science and Technology, Хитой).

Дунёда апатитли ва фосфоритли рудаларни турли усуллар билан бойитиш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: минерал кислоталар ёрдамида фосфатли хом ашёни бойитиш усуллари ишлаб чиқиш; суюқликда эритиш усуллари

---

<sup>2</sup> Диссертациянинг мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи [www.atlasrockbit.com](http://www.atlasrockbit.com), <http://www.varelintl.com>, [www.dissercat.com](http://www.dissercat.com), <http://vbm.ru>, <https://www.amazon.com>, <http://www.mirknigi.ru> ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

ишлаб чиқиш; юқори карбонатли фосфатли хом ашёни термик бойитиш усулини такомиллаштириш; фосфоритларнинг фаол лойқа микрофлораси билан ўзаро таъсири жараёнида физикавий ва кимёвий ўлчамлар таъсири қонуниятларини аниқлаш; янги оралик ноорганик ва органик бирикмалар пайдо бўлишининг сифат ва миқдорий хусусиятларини, микроорганизм-муҳит-минерал тизимида минераллар трансформациясига олиб келувчи фаол лойқа биоценози таркибини аниқлаш; франколит парчаланишининг мақбул муддатларини аниқлаш ва органоминералли ўғитнинг янги турини ишлаб чиқиш.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Адабиётлардаги маълумотлар таҳлили шуни кўрсатадики, мураккаб минералогик-петрографик таркибли Марказий Қизилқумнинг паст навли фосфорит рудаларини бойитиш рудани ташкил этувчи минералларнинг физико-кимёвий хусусиятлари етарлича ўрганилмаганлиги туфайли мураккаб ечимли муаммолардан бири ҳисобланади.

Турли фосфоритли рудаларни флотация усулида бойитиш жараёни назариясини ўрганишга бағишланган тадқиқотлар олимлар С.И.Сахаров, Я.С.Черяту, И.С.Малинская, М.И.Баскаков, Н.К.Шувалова Л.Д.Ратобыльская ва бошқалар томонидан ўтказилди. Бунда шуни айтиш жоизки, юқорида келтирилган муаллифлар тадқиқотларида келиб чиқиши ҳар хил бўлган реагентлар таъсири тўлиқ очиб берилмаган.

Олимлар М.Е.Позин, Н.Н.Треущенко, Б.А.Копылёв, С.А.Абдурахмонов, Б.М. Беглов, Ш.С.Намазов, А.У.Эркаев ва бошқалар томонидан фосфоритли рудаларни кимёвий қайта ишлаш соҳасида илмий тадқиқотлар амалга оширилди.

Ҳозирги вақтда корхонанинг ишлаб чиқариш маҳсулотларидан қимматбаҳо компонентларни (уран, КЕЭ ва б.) комплекс ажратиб олинишини таъминлаш билан юқори сифатли ўғитлар олиш мақсадида фосфоритли рудаларни қайта ишлаш устивор саналади.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Навоий давлат кончилиқ институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг №28-08 – «Кондицион бойитгани олиш билан паст навли фосфоритларни қайта ишлаш усуллари ишлаб чиқиш» (2008 й.); ИП-2015-7-21 – «Қимматбаҳо компонентларни қўшимча равишда ажратиб олиш билан экологик тоза ўғитларга Марказий Қизилқум фосфоритларини қайта ишлашнинг мақбул технологиясини яратиш» (2016 й.); №4-2018 – «Фосфор билан бойитилган органоминералли азотли-фосфорли полиэлементли ўғитларни олиш учун КФК чиқинди омбори лойқа қисмидан фойдаланиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2018 й.); А-АВ-2019-13 – «Марказий Қизилқум паст навли фосфоритлари, актив лойқа ва минерал кислоталар микрофлораси асосида донадорланган комплексли органоминерал ўғитларнинг янги турини олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2019-2021 йй.) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** флотацияли, кимёвий ва бактериал усуллар ёрдамида қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш билан паст навли фосфорит рудаларини комплекс қайта ишлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқот вазифалари:**

фосфат ва кальцитнинг кристаллокимёвий, термодинамик ва юзадаги хусусиятларини назарий тадқиқ қилиш;

бойитишнинг ва реагент тартибининг мақбул ўлчамларини аниқлаш билан паст навли рудалар флотацияси жараёнини тадқиқ қилиш;

минерал ўғитлар ишлаб чиқариш учун яроқли бўлган кондицион бойитмани олиш мақсадида кимёвий бойитиш жараёнини ўрганиш ва фосфоритларни комбинацияли бойитиш технологик схемасини ишлаб чиқиш;

балластли аралашмалардан тозаланган фосфорли ўғитларни олиш учун ЭФКни нейтраллашдан олдин уранни ва КЕЭни кейинчалик бир вақтда чўктириш мақсадида ишлаб чиқаришнинг темир таркибли чиқиндиларидан (гидрометаллургик заводларнинг магнитли фракцияларидан) фойдаланиб, ЭФКда  $U^{+6}$  ни  $U^{+4}$ га тиклаш усулини таҳлилий асослаш;

АМП ва ВО-020 туридаги анионитлардан фойдаланиш билан уранни (радийни), АФИ-22 туридаги ионитдан фойдаланиш билан КЕЭни олдиндан ажратиб олишга асосланган экологик тозаланган суперфосфат олиш усулини ярим саноатли синаб кўриш ва зарарли аралашмалардан тозаланган фосфоритли ўғитлар олишнинг технологик схемасини ишлаб чиқиш;

янги турдаги органоминаралли ўғит олиш имконияти мавжуд актив лойқа микрофлораси таъсири остида паст навли фосфорит рудалари ва шламлар таркибида минералларнинг кимёвий ўзгаришини тадқиқ қилиш;

фосфоритларнинг фаол лойқа микрофлораси билан ўзаро таъсири жараёнида физикавий ва кимёвий ўлчамлар (рН муҳит, азот, фосфор, калий ва бошқа элементлар миқдори, жараён давомийлиги) таъсири қонуниятларини ўрганиш;

янги оралиқ ноорганик ва органик бирикмалар пайдо бўлишининг сифат ва миқдорий хусусиятларини, микроорганизм-муҳит-минерал тизимида минераллар трансформациясига олиб келувчи фаол лойқа биоценози таркибини тадқиқ қилиш;

франколит парчаланишининг мақбул муддатларини аниқлаш ва органоминаралли ўғитнинг янги турини ишлаб чиқиш учун асосий технолоик схема ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Жарой-Сардара конининг паст навли рудалари ва фосфор билан бойитилган органоминаралли ўғитлар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** – қимматбаҳо компонентларни ажратиш билан паст навли фосфорит рудаларини комплекс қайта ишлаш технологияси ва юқори сифатли минерал ўғит олиш ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотда фосфорит рудаси таркибини кимёвий, минералогик, фазали ва спектрал таҳлиллари, фосфорни миқдорини



аниқлаш учун фотоколориметрик ва магнийаммонийфосфат кўринишида чўктириш усуллари, руданинг кимёвий таркиби комплексонометрик, перманганатометрик, фотоколориметрик ва деривато-график усуллари, дастлабки материалнинг сифат таркибини таҳлил қилиш учун IRTracer-100 спектрометр ИК-Фурье маркали SHIMADZU асбобида намуналарнинг ИК-спектроскопик нурланиши, ураннынг миқдорий улушини ва намуналарнинг солиштирма фаоллигини аниқлаш учун «ЎУз МВИ 281:2006. Ураннынг масса улушини аниқлаш» ва «МВИ № Ц-01.16–117:2012. Намуналарнинг солиштирма активлигини аниқлаш» усулларида фойдаланилди.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

фосфат ва кальцитнинг кристалл-кимёвий, термодинамик ва юзадаги хусусиятлари асосида минералларнинг флотацияли ҳолати қонуниятлари аниқланган ва флотация жараёнининг мақбул тартиби ишлаб чиқилган;

илк бор ёғ-мой комбинати чиқиндиларининг кимёвий ва физик-кимёвий хоссалари ва уларнинг карбонатли минералларга нисбатан флотацияли хусусияти аниқланган;

шламсизлантирилган рудани фосфатли флотациялаш ва кейинчалик кимёвий охиригача бойитиш усули билан дастлабки балансдан ташқари рудада  $P_2O_5$  нинг миқдорида техник шароитларга мос келувчи 27,1% миқдорли  $P_2O_5$  олиш усули ишлаб чиқилган;

балластли аралашмалардан тозаланган фосфорли ўғитларни олиш учун ЭФКни нейтраллашдан олдин уранны ва КЕЭни кейинчалик бир вақтда чўктириш мақсадида ишлаб чиқаришнинг темир таркибли чиқиндиларидан (гидрометаллургик заводларнинг магнитли фракцияларидан) фойдаланиб, ЭФКда  $U^{+6}$  ни  $U^{+4}$  га тиклаш усули ишлаб чиқилган;

АМП ва ВО-020 туридаги анионитлардан фойдаланиш билан уранны (радийни), АФИ-22 туридаги ионитдан фойдаланиш билан КЕЭни олдиндан ажратиб олишга асосланган радиоэкологик тозаланган суперфосфат олиш усули ишлаб чиқилган;

фосфоритларнинг актив лойқа микрофлораси билан ўзаро таъсири жараёнида физикавий ва кимёвий ўлчамлар (рН муҳит, азот, фосфор, калий ва бошқа элементлар миқдори, жараён давомийлиги ва б.) таъсири қонуниятлари асосида янги турдаги органоминералли ўғит олиш технологияси ишлаб чиқилган;

илк бор актив лойқа микрофлорасининг бактериал таъсирлашувида фосфоритлар таркибида минераллар эриши механизми асосида дастлабки оралиқ ва охириги ноорганик ва органик бирикмалар ҳамда кислотали аралашмалар таркибининг сифат ва миқдорий ўзгаришлари аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

ёғ-мой комбинати чиқиндиларининг кимёвий ва физикавий-кимёвий хоссалари асосида паст навли фосфоритли рудаларни самарали бойитиш имконини берувчи флотацион қобилятнинг мақбул тартибини белгилаш усули ишлаб чиқилган;

зарарли аралашмалардан тозаланган фосфор таркибли ўғитлар олиш учун АМП ва ВО-020 туридаги анионитлардан фойдаланиш билан урани (радийни), АФИ-22 туридаги ионитдан фойдаланиш билан КЕЭни ажратиб олишнинг технологик тартибини белгиловчи усули ишлаб чиқилган;

$P_2O_5$  - 27,1 % миқдорли фосфоритли бойитмаси олиш имконини берувчи паст навли фосфоритли рудаларни бойитишнинг комбинацияли технологик схемаси ишлаб чиқилган;

урани тўлиқ ажратиб олишга таъсир этувчи омиллар (рН муҳит, бўтана зичлиги, уран ва фосфор миқдори, уран ва КЕЭни сорбцияли ажратиб олиш вақти ва б.) ва технологик жараённинг мақбул қийматлари аниқланган;

янги турдаги органоминералли ўғит ишлаб чиқариш учун фаол лойқанинг микрофлораси билан франколитни парчаланнинг мақбул тартибини белгилаш усули ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижалари ишончлилиги** таҳлилнинг қўлланилган кимёвий ва физикавий-кимёвий (комплексометрик, перманганатометрик, фотоколориметрик, дериватографик ва ИК-спектроскопик) усуллари билан, шунингдек, яхлитлаштирилган тажриба-саноат синаб кўриш далолатномалари орқали тасдиқланган.

#### **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти флотациянинг тескари усули билан карбонатли минералларни фосфатлардан ажратиш учун ёғ-мой комбинати чиқиндиларини флотореагент сифатида қўллаш билан минералларнинг флотацияли ажралишини такомиллаштириш учун минералларнинг юза хусусиятларига таъсирини аниқлаш ва аниқ мақсадга йўналтириш, флотоконцентратни кимёвий бойитиш билан борадиган комбинациялашган карбонат-фосфорит флотацияси паст навли фосфорит рудаларни бойитиш технологиясининг альтернативасини танлаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти руда тайёрлаш, шламсизлантириш, флотацияли бойитиш ва Марказий Қизилқумнинг паст навли фосфоритли рудаларини флотацияли бойитиш ва қайта ишлаш босқичларини ўз ичига олган технология ишлаб чиқаришидаги таклифлар ва синовлар, балластли аралашмалардан тозаланган фосфорли ўғитларни олиш учун ЭФКни нейтраллашдан олдин урани ва КЕЭни кейинчалик бир вақтда чўктириш мақсадида ишлаб чиқаришнинг темир таркибли чиқиндиларидан (гидрометаллургик заводларнинг магнитли фракцияларидан) фойдаланиб, ЭФКда  $U^{+6}$  ни  $U^{+4}$ га тиклаш усули ишлаб чиқиш, АМП ва ВО-020 туридаги анионитлардан фойдаланиш билан урани (радийни), АФИ-22 туридаги ионитдан фойдаланиш билан КЕЭни олдиндан ажратиб олишга асосланган экологик тозаланган суперфосфат олиш усули ишлаб чиқиш, актив лойқа микрофлораси ёрдамида ишлов бериш билан Марказий Қизилқумнинг паст навли фосфоритли рудаларидан янги турдаги органоминералли ўғитлар олиш усулини ишлаб чиқишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши.** Қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш билан паст навли фосфоритли рудаларни комплекс қайта ишлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

янги реагентлар – соапсток ва фомол асосида карбонатли-фосфоритли флотациялаш усули билан Марказий Қизилқумнинг паст навли фосфоритли рудаларини флотацияли бойитиш технологияси «Навоий кон-металлургия комбинати» ДКда амалиётга жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» ДКнинг 2019 йил 3 майдаги 02-06-07/5670-сон маълумотномаси). Натижада  $P_2O_5$  – 26,8% миқдорли кондицияли бойитма олиш ва бойитманинг 39,0% чиқишида  $P_2O_5$  сидирғали ажратиб олиш 66,24% ташкил этиш имконини берган;

рудани комбинациялашган карбонат-фосфатли флотациялаш ва кейинчалик кимёвий охиригача бойитиш усули «Навоий кон-металлургия комбинати» ДКда амалиётга жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» ДКнинг 2019 йил 3 майдаги 02-06-07/5670-сон маълумотномаси). Натижада баланسدан ташқари рудада  $P_2O_5$  нинг миқдорида техник шароитларга мос келувчи 27,1% миқдорли  $P_2O_5$  олиш усулини ишлаб чиқиш имконини берган;

янги радиоэкологик тозаланган суперфосфат олиш технологияси «Навоий кон-металлургия комбинати» ДКда амалиётга жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» ДКнинг 2019 йил 3 майдаги 02-06-07/5670-сон маълумотномаси). Натижада Зарафшон шаҳрида ярим саноатли синов ўтказиш ва биокимёвий тозалаш иншоотида (УВваОС) паст навли фосфоритли рудаларни қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларини апробацияси.** Мазкур тадқиқотларнинг асосий натижалари 6 та халқаро, 8 та республика илмий-амалий ва илмий-техникавий анжуманларида муҳокама қилинган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 35 та илмий иши чоп этилган, шулардан 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 11 та, жумладан Республика нашрларида 6 та ва хорижий журналларда 5 та мақола нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг умумий ҳажми 200 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, Ўзбекистон республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган,

тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертация тадқиқотининг биринчи бобида – **«Фосфоритли рудаларни қайта ишлаш назарияси ва технологиясининг ҳозирги замонавий ҳолати»** – бойитишнинг ва қайта ишлашнинг флотацияли, кимёвий ва биотехнологик усуллари билан Марказий Қизилқумнинг паст навли фосфоритли рудаларини қайта ишлаш бўйича комплекс ёндашув тадқиқ қилинган.

Фосфоритли рудаларни қайта ишлаш бўйича мамлакатимиз ва хориж бойитиш фабрикалари амалиёти таҳлили шуни кўрсатадики, фосфоритли рудаларни бойитиш учун руданинг физикавий-кимёвий хоссаларига боғлиқ ҳолда, бойитишнинг қуруқ, аралаш ва кимёвий усуллари қўлланилади.

Юқори даражада карбонатли рудаларни бойитиш учун флотация жараёни кенг қўлланилишга эга, бироқ, фосфат ва сақловчи жинсларнинг флотацияли хусусиятлари яқинлиги ва қўлланиладиган флотореагентларнинг кам самарадорлиги бойитма сифати ва талафотлар камайиши бўйича юқори кўрсаткичларга эришиш имконини беради. Флотацияли бойитиш схемасидан рудаларнинг карбонатли-фосфатли флотацияланишининг истиқболли схемасини эътироф этиш мумкин. Бойитишнинг амалдаги усуллари қатор афзалликларга ва камчиликларга эга. Марказий Қизилқум фосфоритлари учун қайта ишлашнинг аралаш усули, жумладан, янги, осон кира оладиган реагентларни қўллаш билан флотацияли-кимёвий бойитиш катта аҳамиятга эгадир.

Фосфоритлар таркибида ноёб элементларнинг (бериллий, литий, цирконий, қалай, молибден, висмут, сурьма, мышьяк, стронций, фтор, ниобий, ванадий), тарқоқ (сочилма) элементларнинг (галлий, скандий, германий), ноёб ер элементларнинг (лантан, церий, неодим, самарий, европий, тербий, диспрозий, иттербий, цезий) ва радиоактив элементларнинг (уран, торий) етарлича катта спектри кузатилади. Шу билан бирга, тадқиқ қилинаётган фосфоритларда айрим элементлар кларкли миқдордан 5-10 марта ошадиган концентрациялар беради, бу ўғит ишлаб чиқаришда қўшимча тарзда ажратиб олиш учун амалий аҳамият касб этади.

Фосфоритларни биотехнологик қайта ишлаш масалалари кўриб чиқилди ва биокимёвий тозалаш иншоотларининг ортиқча актив лойқасини ва стабиллашган чўкиндени қўллашнинг энг мақбул варианты улар асосида янги органоминерал ўғитлар олиш мақсадида фосфоритларни бойитиш учун улардан фойдаланиш ҳисобланади.

Шундай қилиб, паст навли фосфоритли рудаларини қайта ишлашда фосфоритли рудаларни бойитишнинг ва қимматбаҳо компонентларни қўшимча тарзда ажратиб олишнинг (U, КЕЭ ва б.) ҳозирги замонавий ҳолатини таҳлил қилиш сифатли минерал ўғит олиш имконини беради.

**«Марказий Қизилқум фосфорит рудаларини физик-кимёвий характеристикасини тадқиқ қилиш»** номли диссертациянинг иккинчи бобида шу нарса белгиландики, бунда Қоратовнинг оддий фосфоритли рудалари билан (24,5%  $P_2O_5$ , кальцийли модуль-1,59) таққослаганда Марказий Қизилқум фосфоритлари жуда камқиймат руда (16,2 %  $P_2O_5$ , кальцийли модуль-2,85) ҳисобланади.

Фосфоритли рудалар намуналари қуйидаги компонентлар миқдорида:  $P_2O_5$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $CO_2$ ,  $F$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SO_3$ ,  $R_2O$ ,  $H_2O$  ва органик моддага тўлиқ таҳлил қилинди.  $P_2O_5$  ва  $CaO$  миқдорида намуналарни таҳлил қилишда компонентларнинг умумий миқдори, шунингдек, бирикмаларнинг сувда эрувчан ва цитрат эрувчан шакллари аниқланди. Қизилқум фосфоритларига карбонатлилик хосдир ва айрим намуналарда  $CO_2$  миқдори 27% ва ундан ортиққа етади. «Зар суви» («царская водка»)да эримайдиган қолдиқ миқдори Қоратов фосфоритларига қараганда бир неча марта пастдир, қатор намуналарда эса 1-2% дан ошмайди. Фосфоритлар  $Ni$ ,  $Mn$ ,  $Co$ ,  $Cu$  нинг кўп бўлмаган миқдорида эга, ушбу фосфоритларни кислотали қайта ишлашда улар микроэлементлар сифатида ўғит таркибига кириши мумкин.

Флотация учун, асосан, гетерополяр молекулалар тузилишига эга бўлган ёғ кислоталар тузидан фойдаланилади. Молекуланинг поляр гуруҳи сув билан ўзаро таъсирланишга қодир. Углеводородли радикалдан иборат бўлган аполяр гуруҳ сув диполлари билан ўзаро таъсирланмайди ва намланмайдиган (гидрофобли) ҳисобланади. Олеин кислота ва унинг тузи натрий олеат барит, флюорит, кальцит, фосфорит, шеелит, касситерит, апатит ва бошқа сульфидсиз минералларни флотациялашда қўлланилади. Олеин кислотанинг нархи қимматлигига боғлиқ ҳолда, бошқа ўрнини босувчилари деб соапстокни, сунъий ёғ кислоталарни, нафтен кислота ва нафтсовунни айтиш мумкин.

Бу кислоталар олеин кислотага қараганда энг кучсиз йиғувчилар ҳисобланади, лекин анча сараланган ва яхши кўпик ҳосил қилиш хусусиятига эга. Тадқиқотларда реагент-йиғувчилардан фойдаланилди, карбонатли флотация учун Каттакўрғон ёғ-мой комбинати чиқиндиларидан (соапсток), фосфоритли флотация учун эса - «Фомол»дан.

**«Марказий Қизилқум фосфоритли рудаларини бойитувчанликка тадқиқ қилиш»** номли учинчи бобда Марказий Қизилқум паст навли (сортли) фосфоритли рудаларининг бойитувчанлиги тадқиқ қилинди.

Тадқиқ қилинаётган намуна кимёвий таркиби бўйича руда таркибида 10-14 % гача гидрослюда, гипс-2,5-3,5 %, кўмирли моддалар-0,3-0,6 %, дала шпатлари-1,8-2,1%, жами-14,6-20,2% осон янчиладиган, шлам ҳосил қилувчи компонентлар мавжуддир.

Фосфоритли рудаларни шламсизлантириш ва хлорсизлантиришда  $S:K$  нинг зарур бўлган нисбатини олиш учун тажрибалар  $S:K$  - 1-3÷1 нисбатда бажарилди. Шламсизлантириш ва хлорсизлантириш бўйича тажрибалар натижалари 1, 2-расмда келтирилган.

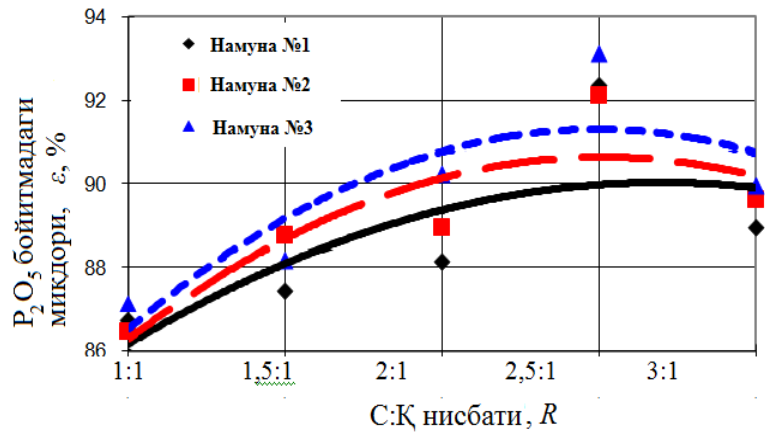
Маҳсулот сифатига ювиш давомийлиги таъсири ўрганилди. Тажрибалар натижалари бўйича шламсизлантириш жараёнининг моддий баланси тузилди. Тажрибалар натижаларидан кўриниб турибдики, жараённинг энг мақбул давомийлиги 30 дақиқа ҳисобланади, бунда бойитма (концентрат)

чиқиши мос равишда 82,4, 82,6 ва 83,1 %,  $P_2O_5$  миқдори 16,6, 15,0 ва 23,2 % ташкил этади. Концентратларда  $P_2O_5$  ажратиб олиш мос равишда 92,16, 91,90 ва 92,47 % ташкил этади.

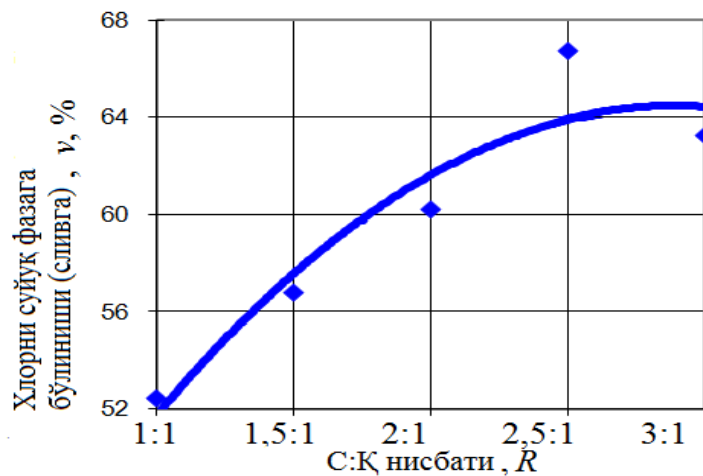
Дастлабки рудада хлорнинг ўртача миқдори 0,12 % ташкил этди.

Шламсизлантиришдан сўнг фазалар бўйича хлорни тақсимлаш бўйича тадқиқот натижалари (2-расм) шуни кўрсатдики, фосрудада хлор-ион миқдори кўпи билан 0,04 % (33,3 % дастлабки миқдордан) чегараларидаги миқдоргача камаяди, бунда ўғитга қайта ишлашда хом ашёдаги хлорнинг мумкин бўлган меъёри таъминланади. Хлор-ионнинг асосий қисми (63 %), С:Қ – 2,5:1 жараёни шароитлари сақланганда, қуйишга ўтади. Уран рудани сув билан ювишда тўлиқ қаттиқ маҳсулотлар таркибида қолади.

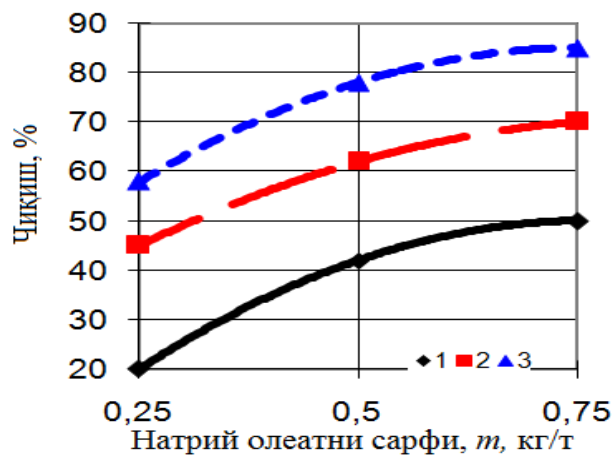
Шундай қилиб, янчилган руда шламларини ювиш билан йўқотиш бўйича тажрибалар шуни кўрсатадики, бунда ювиш жараёнида 6-10 %  $P_2O_5$  миқдорли руда



1-расм Рудаларни шламсизлаштиришда С:Қ нисбатининг  $P_2O_5$  ажратилишига боғлиқлиги



2-расм Фосрудани шламсизлаштиришдан кейинги хлорни турли С:Қ нисбатларида сливда тақсимланиш боғлиқлиги



3-расм pH=7.9-8.5 ишқорий муҳитда анионит тўпловчиларда фосфатларни(1), доломитларни(2), кальцитларни(3) флотацияланиши

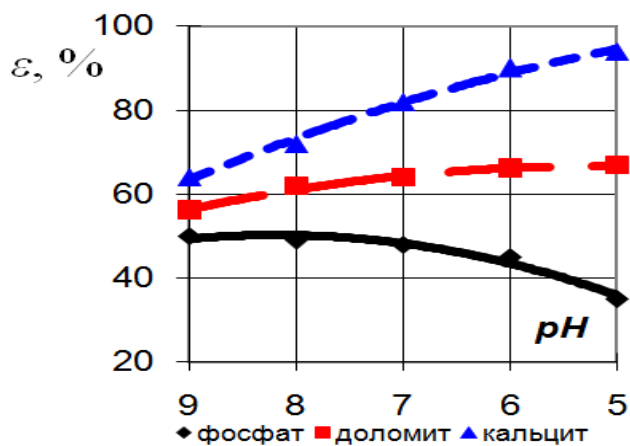
массасининг 10-17 % шламга чиқиб кетади.  $P_2O_5$  нинг шламли талафоти дастлабки миқдордан 7-8 % ташкил этади. Ювилган рудада  $P_2O_5$  миқдори дастлабкидан 1,5-2 % ошади, хлор-ион миқдори 60-65 % га камаяди ва 0,04 % ташкил этади.

Ушбу минералларда сорбция бўйича олинган маълумотларга кўра, pH муҳитга боғлиқ ҳолда йиғувчи сифатида олеин кислотадан фойдаланиш мумкин. Аниқланишича, энг юқори активлик карбонатларда кузатилди (3-расм). Олинган маълумотлар доломит ва фосфатнинг электрокинетик потенциалига ва натрий олеатнинг концентрациясига боғлиқ ҳолда, тадқиқот натижалари билан мувофиқлаштирилади.

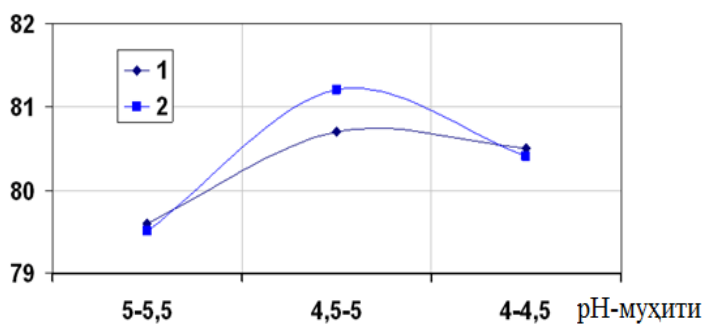
pH=7 бўлганда натрий олеат концентрацияси ошиши билан доломитда ҳам фосфатда ҳам электрокинетик имконият (потенциал)нинг манфий қиймати ортади, pH нинг пасайган шароитларида минераллар эришининг бир хил бўлмаган тезлиги кузатилади. Масалан, pH = 3-4 бўлганда эришнинг илгариланма тезлиги билан карбонатли минераллар парчланади. Бунда суюқ фаза фосфатли минераллар эришида  $Ca^{2+}$  катионлар билан, карбонатлар эришида  $Ca^{2-}$  анионлар билан тўйинади.

Мономинералли фракциялар флотацияси шуни кўрсатдики, ишқорлиликнинг pH=8÷9 дан pH=4÷5 гача ўзгаришида кўпikli маҳсулотга минерал ажратиш олиш фарқи 20–25 % дан 75–80 % гача ортади (4-расм). Аниқланишича, pH от 7 дан 5гача ўзгаришига кўра,  $CaO - P_2O_5 - H_2O$  тизимда фосфатнинг эрувчанлиги 0,003 дан 0,15 г/л гача ошади. Бу шароитларда фосфат парчланади (диссоцияланади),  $Ca^{2+}$  катионлари эса суюқ фазани тўйинтиради. Рудани сув билан ювиш дараёнида шлам ҳосил қилувчи жинслар (асосан, слюдалар, гипс, тупрок, дала шпатлари) чиқариб юборилади. Ювилган рудада, асосан, фосфат ва кальцит қолади. Эркин кальцитнинг миқдори ўртача 40-45 % ташкил этади.

Тадқиқот натижалари бўйича кислотали муҳитда флотациялашда ушбу минералларнинг юзадаги хоссалари фарқи ортиши сабабли кальцитдан фосфатни ажратиш имконияти пайдо бўлади. Фосфатнинг флотацияланиши ёмонлашади ва кальцитнинг флотацияланиши яхшиланади. Карбонатли флотациялаш бўйича



4-расм Мой кислотали тўпловчилар иштирокида тоза минералларни флотацияланиши водород ионларининг боғлиқлиги



5-расм pH муҳитга  $P_2O_5$  ажралиш боғлиқлиги

лаборатория тажрибалари  $P_2O_5$  – 14,88 % дастлабки микдорли шламсизлангилган рудада ўтказилди.

Карбонатли минераллар реагенти-йиғувчиси сифатида ацетонда эритилган соапстокдан фойдаланилди. pH муҳит фосфор ва азот кислоталари билан бошқарилди. Кўпикли маҳсулотда карбонатлар ажратиб олишнинг pH муҳитга, бошқаргич (регулятор) турига, реагент сарфига, шунингдек, флотация давомийлигига боғлиқлиги ўрганилди. pH муҳитга боғлиқ ҳолда  $P_2O_5$  ажратиб олиниши 5-расмда кўрсатилган.

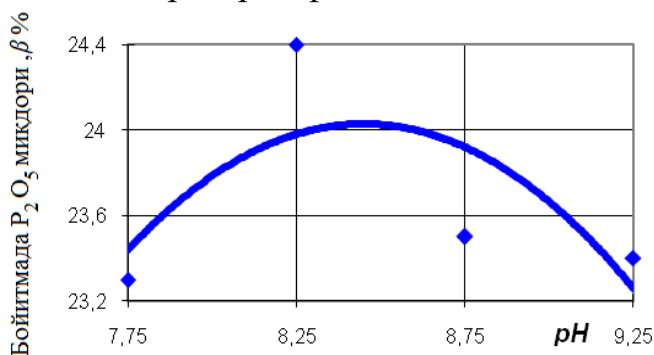
Азот кислота билан ҳосил қилинадиган турли концентрацияли (200-500 г/т) ва pH=4,5–5,0 мавжуд соапсток реагенти билан кальцитни флотациялашда кальцит флотацияланишининг энг юқори активлиги кузатилади, фосфат эса оз даражада- 11-12% чегараларда флотацияланади.

Аниқландики, кальцитни фосфатдан саралашга кислотали муҳитда соапстокни қўллаш билан эришиш мумкин. Кейинги тажрибаларда карбонатли флотациялаш жараёнининг мақбул давомийлиги аниқланди. Флотациянинг 10 дақиқа давомийлигида камерали маҳсулотда  $P_2O_5$  микдори 20,7 % ташкил этади,  $P_2O_5$  80,2 % ажратиб олишда.

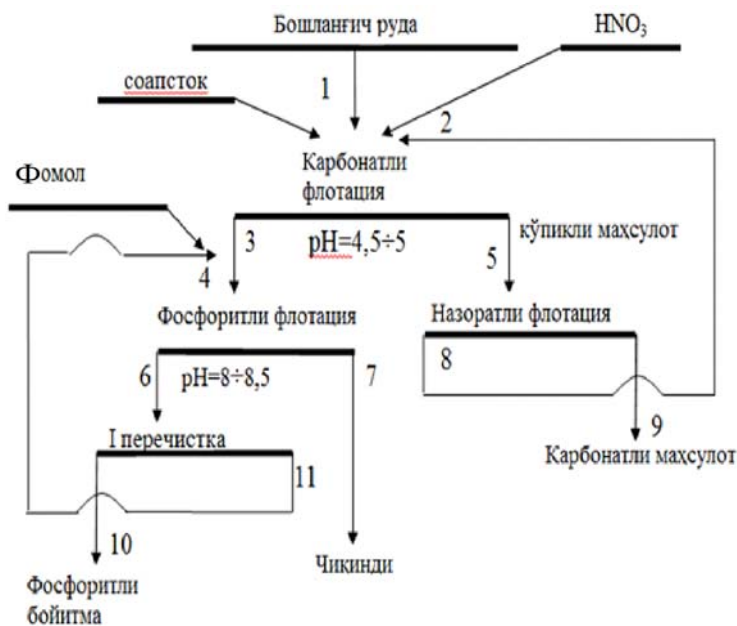
Шундай қилиб, шламсизлангилган рудани карбонатли флотациялаш бўйича тажрибалар натижалари шуни кўрсатадики, азот кислота билан ҳосил қилинадиган pH=4,5-5 бўлганда карбонатли флотациялаш жараёнида соапсток сарфи 400 г/т ва флотация давомийлиги 10 дақиқа,  $P_2O_5$  микдори 20,7 % ташкил этади, бойитмага (концентратга)  $P_2O_5$  ажратиб олиш 83,8 %. Кўпикли маҳсулот билан  $P_2O_5$  талафоти 10,3 % ташкил этади.

Фосфоритли флотация карбонатли флотациянинг камерали маҳсулотидан ( $P_2O_5$  - 20,7 %) фойдаланиш билан очик даврда ўтказилди. Фосфатли минераллар учун реагент-йиғич сифатида натрий олеат ва фомол қўлланилди.

Фосфоритли флотация жараёнида pH муҳитни бошқариш учун CaO қўшилди. Олдин pH=9÷9,5 бўлганда натрий олеат ва фомол реагентларининг мақбул сарфи тажрибалар билан аниқланди. Ўтказилган тажрибалар натижаларидан



6- расм  $P_2O_5$  бойитмадаги микдорини pH муҳитга боғлиқлиги



7- расм Ёпиқ схема бўйича тадқиқотлар ўтказиш



кўриниб турибдики, фосфоритли флотацияда рН муҳит мақбуллиги  $pH=8,0\div 8,5$  ҳисобланади. Бунда бойитмада  $P_2O_5$  миқдори 24,4 % ташкил этди, бойитмага  $P_2O_5$  ажратиб олиш эса 65,8 % ташкил этди (6-расм). Шундай қилиб, ўтказилан тадқиқотлар натижасида очик даврда фосфоритли флотация схемаси бўйича қуйидаги мақбул реагентли тартиб аниқланди: фомол сарфи – 300 г/т, СаО сарфи рН 8,0-8,5 гача, бунда қуйидаги технологик кўрсаткичларга эришилди: фосфатли концентрат чиқиши – 56,1 % 24,5 % миқдорда ва 65,4 % ажратиб олишда флотореагент сифатида карбонатли флотации учун соапстокдан, фосфоритли флотация учун фосфатли минераллар йиғувчиси сифатида– «Фомол» (флотация учун суюқ совун) дан фойдаланилди.

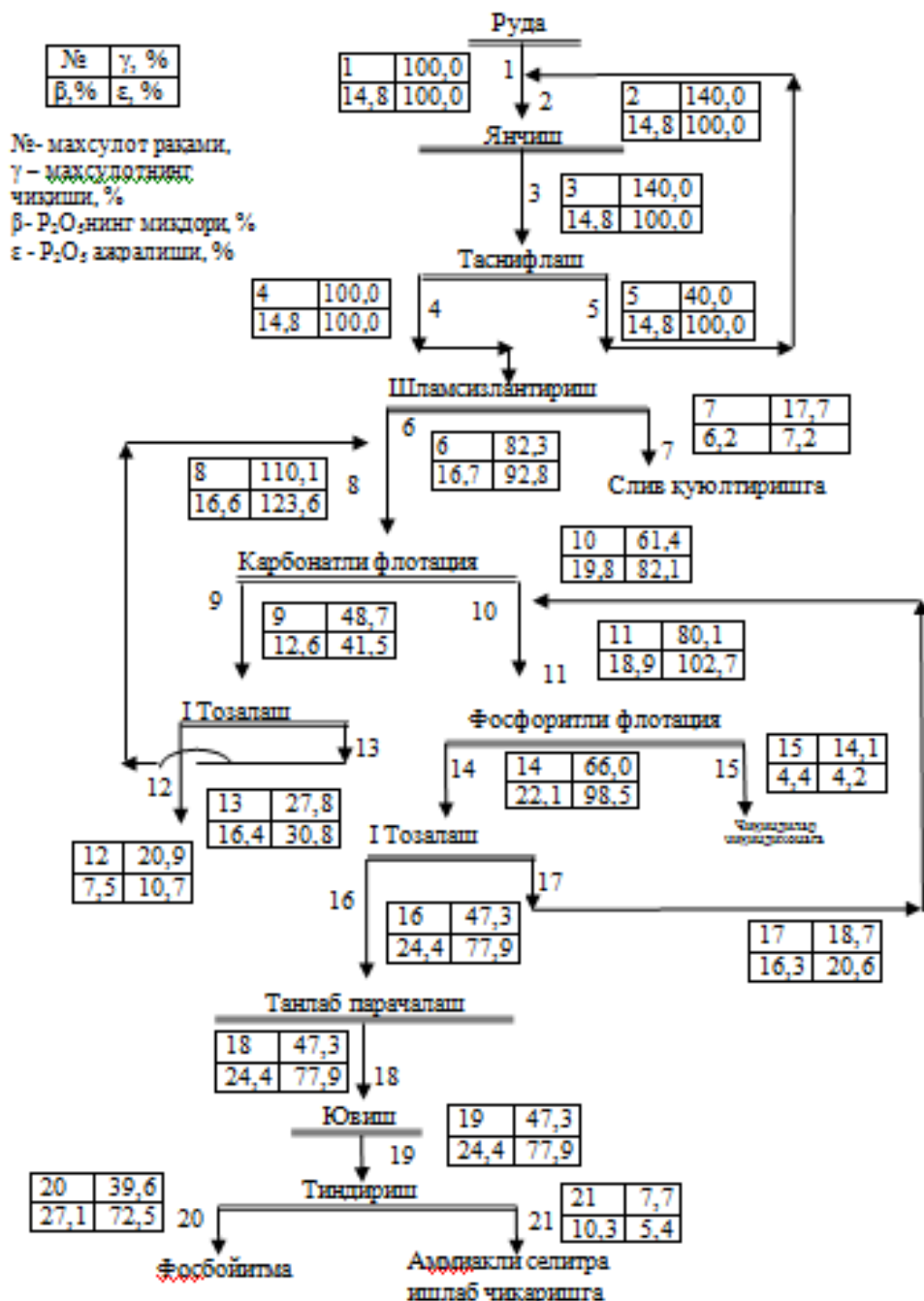
Тадқиқотлар ёпиқ схема бўйича олиб борилган бўлиб бунда карбонатли флотация учун соапсток сарфи 400 г/т ва асосий бойитмани фосфоритли флотация ва уни тозалаш флотацияси учун «Фомол» реагенти сарфи 300 г/т ни ташкил қилади (7-расм).

Таклиф этилаётган комбинатциялашган бойитиш технологияси шламсизлантириш ва кейинчалик карбонатли-фосфатли флотация жараёни натижасида қуйидаги таркибли %: 23-24  $P_2O_5$ , СаО – 40- 41,  $CO_2$  -11-12, Cl – 0,04 дан кам (руҳсат этилган меъёрдаги) бойитмани олиш имконини беради. Флотобойитма кимёвий таркибида сезиларли даражада (24-26%) эркин кальцит сақлаган бўлиб, у фосфоритларни кислота билан парчаланишида мустаҳкам кўпиб ҳосил қилади - бу эса технологик жараённи боришига халақит беради. Шу сабабли, кўпик ҳосил бўлишини олдини олиш мақсадида фосфобойитмани  $CO_2$  дан тозалаш учун қуйдирамиз. Бойитмани нитрат кислотаси эритмаси билан ишлов беришда  $Ca(NO_3)_2$  нинг эрувчанлиги (121 г / 100 г  $H_2O$ ) юқори ва у эритмада қолади. Агарда, фазалар ажралишидан сўнг олинган эритма аммиак билан зарасизлантирилса бунда аммиакли селитра олинади. Кальций гидрооксиди эса чўкмага тушади, сабаби унинг сувда эрувчанлиги 0,126 г/100 г. ни ташкил этади. Бу мулоҳазани текшириш учун тадқиқот ўтказилди ва бундан мақсад бойитмани карбонатсизлантириш даражасини ва нитрат кислотасини концентрациясини аниқлаш эди. Кимёвий қайтабойитиш учун қуйидаги таркибли флотабойитма қўлланилди (массаси %): 24,5  $P_2O_5$ ; 40,71 СаО; 11,2  $CO_2$ ; 1,24  $Al_2O_3$ ; 1,05  $Fe_2O_3$ ; 1,75 MgO; 2,0 F; 1,94 эримай-диган чўкма ва нитрат кислотасидан иборат.  $HNO_3$  нинг сарфи ҳисоб китоблардан олинган бўлиб бойитма таркибидаги 25% эркин  $CaCO_3$  миқдори билан боғлиқ.

$HNO_3$  сарфи 70% дан 100% гача ортиши билан  $CaCO_3$  нинг парчаланиши ҳисобига  $P_2O_5$  нинг бойитма таркибидаги миқдори ҳам ошади. Кислотанинг сарфи 100% дан ҳам ошиб кетса  $P_2O_5$  нинг бойитма таркибидаги миқдори камаяди. Кислоталарнинг концентрациялари ошса фосфорнинг эритма фазасига ўтиши кузатилади, шу сабабли жараённи 50% дан юқори бўлмаган концентрацияда олиб бориш талаб этилади. Шундай қилиб, флотобойитмани нитрат кислота билан бойитиш жараёнида нитрат кислотанинг оптимал сарфи ва концентрацияси мутаносиб равишда 100 ва 50% ни ташкил қилади.

Бунда бойитманинг чиқиши 77,6 %.  $P_2O_5$  нинг бойитмадаги улуши 28,6 %, ажралиш даражаси эса 91,4 % ни ташкил қилади.

Таклиф этилаётган фосфорит рудаларини бойитиш технологик схемаси (8-расм) НКМК ДК МИТЛда яримсаноат ва йириклаштирилган-тажриба синовларидан ўтказилган ва ишлаб чиқаришда қўллашга тавсия этилган.

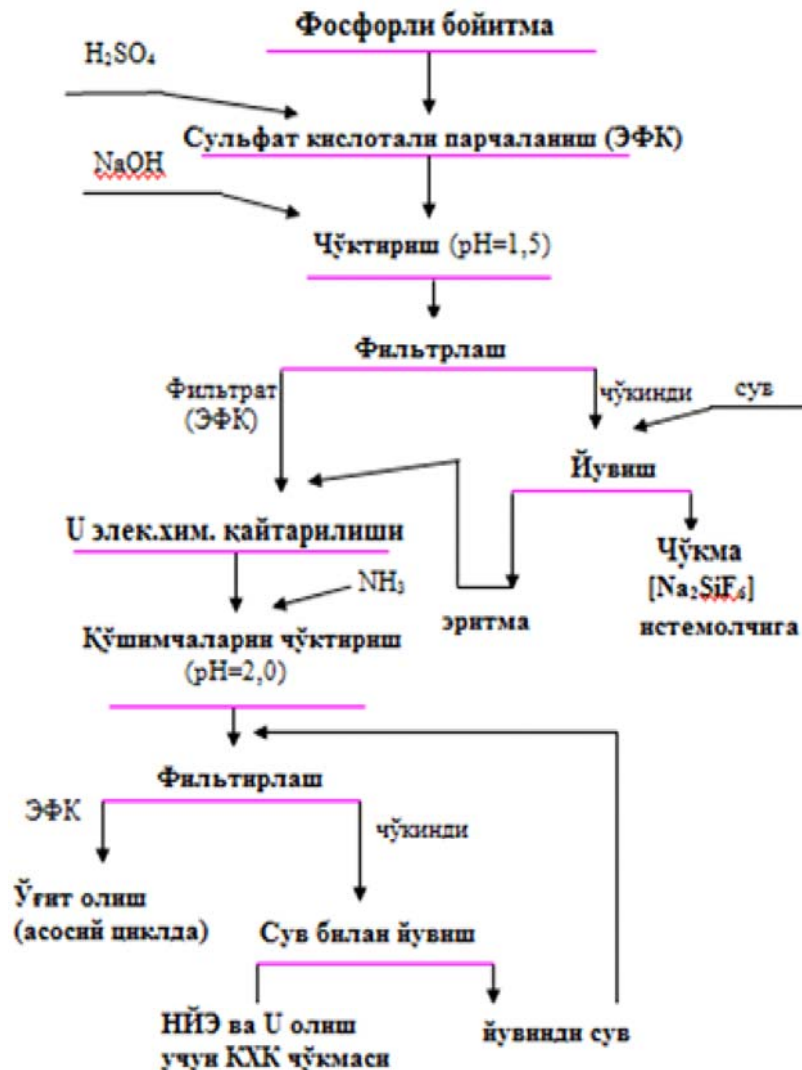


8-расм. Марказий Қизилқум фосфоритли рудаларини бойитишнинг сифат – миқдор схемаси

Тўртинчи «ЭФК ва суперфосфатни балластли қўшимчалардан тозалаш технологиясини ишлаб чиқиш» бўлимида сульфат кислотали эритмалардан (ЭФК) йўлдош усулда балласт қўшимчалар (кремний, фтор, уран, камёб ер элементлари) ни тозалаш ва фосфорли (аммофос, диаммофос) ўғитларни ажратиб олиш имкониятлари ўрганилган. Ювиб олинган 22,0-

25,0% ли  $P_2O_5$  бойитмаси сульфат кислотаси билан эритилди. Фосфорли хом ашёнинг парчаланиш коэффиценти 93,7-95,0% гача етади, бўтананинг филтриланиш тезлиги 842-978кг  $P_2O_5/m^3.c.$  ни ташкил қилди. Технологик тадқиқотлар натижасида дигидрат режимида ЭФКни ажратиб олишнинг оптимал технологик кўрсаткичлари аниқланди. Ўрталаштирилган ЭФК эритмаси қуйидаги таркибга эга, мас. %:  $P_2O_5$ -20,20;  $SO_3$ -3,35; F-1,08; 18°C даги зичлиги -1,235 г/см<sup>3</sup>.

Шундай қилиб, фосфоритларни қайта ишлашда балласт қўшимчаларининг ҳолати тадқиқ қилинди. Комбинатциялашган флотацияли бойитиш ва кейинчалик кимёвий қўшимча бойитиш бойитмаларни қайта ишлагандаги каби бир хил натижалар олинди. Шундай қилиб, фосфоритларни қайта ишлашда балласт қўшимчаларининг ҳолати тадқиқ қилинди. Комбинатциялашган флотацияли бойитиш ва кейинчалик кимёвий қўшимча бойитиш бойитмаларни қайта ишлагандаги каби бир хил натижалар олинди. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида ЭФК дан экологик тоза аммофос ва диаммофос ажратиб олиш учун балластли қўшимчалардан тозалаш технологияси ишлаб чиқилди (9-расм).



9-Расм. ЭФКдан балластли қўшимчаларни тозалаш технологик схемаси

Техник-иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблашлар шуни кўрсатадики фторни ЭФКдан чўктириш учун кам сарфланадиган чўктирувчи сифатида (1л ЭФК учун 16-25 г.) NaOH ёки КОН ни (кам чўкма ҳосил қилади -3г/100мл ва филтрланиш тезлиги юқори-1,3 л/с.) қўллаш мақсадга мувофиқдир. Таркибида 30%дан кам бўлмаган фтор сақлаган фторидли тайёр бойитма қурилади ва қиздирилади. ЭФКни фтордан тозалаш жараёни 1м<sup>3</sup> ЭФКга 25кг NaOH билан ишлов бериб фторни Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> кўринишида чўктиришга асосланган. ЭФКни урандан тозалаш учун уранни 4 валентли ҳолатга тўхтовсиз электрохимёвий тикланиш ёрдамида ўтказилади ва сўнгра рН=2,0-2,2 бўлган муҳитда газсимон аммиак билан чўктирилади ва бир вақтнинг ўзида коллектив кимёвий бойитма (ККБ) олинади. ККБни тозалаш вақтида фосфорни йўқотилишини олдини олиш мақсадида ККБ сув билан ювилади ва яна сув технологик жараёнга қайтарилади.

Уранни 4 валентли ҳолатга қайтариш учун кенг юзали ишчи электродга эга оқувчи электролизёр қўлланилади. Уранни (IV) ҳолатга тиклаш жараёни электролизёрда осон кечмайди, электролиздан сўнг у икки валентли темир катализатори таъсири остида U (IV) ҳолатга тикланади. Уранни рН=2,5-2,6 бўлганда электрохимёвий тикланишсиз ҳам чўктириш мумкин, аммо, бунда фосфорнинг чўкма билан ёқотилиш 30%ни ташкил қилади. рН=2,5 бўлганда ЭФКда бўлан фосфорни чўкиши кузатилади ва у комплекс кимёвий бойитмага(КХК) 30% миқдорда ўтади, а рН=2,2 – бўлганда бор эса 14 % ўтади.

Фосфоритларни парачаланиб фосфор, уран ва КЕЭларининг тўлиқ эритма фазасига ўтиши муҳим омили бу уларнинг турли концентрациядаги сульфат кислотаси эритмасида эриш режимлари ҳисобланади. Фосфорит рудаларининг парчаланиш мукамал вақтини ўрнатиш реактордаги ҳарорат режими орқали назорат қилинади (10 ва 11-расмлар).

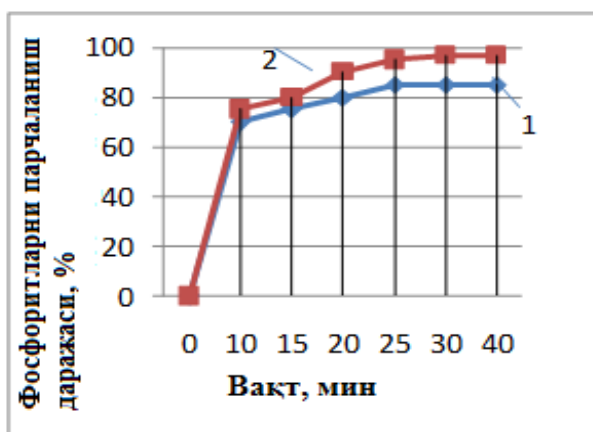
Тадқиқотлар 3 та режимда амалга оширилади:

- уранни фильтрациядан сўнг тиндирилган эритмадан сорбциялаб ажратиб олиш;
- уран ва НЕЭ ларини рН=2,0 бўлганда ва 4 валентли уранни темир билан тиклагандан сўнг ажратиб олиш;
- сульфат кислотали бўтаналардан уранни сорбцияли ажратиб олиш.

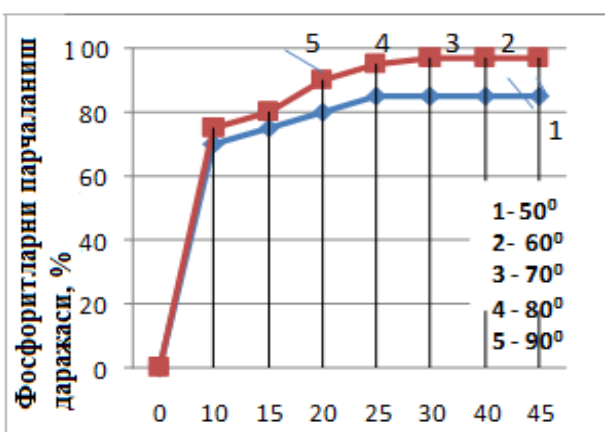
Тозаланган суперфосфат олиш технологик схемаси 12-расмда тасвирланган. Суперфосфат бўтаналаридан уранни ажратиб олиш учун 4 турдаги ионитларнинг сорбцияланиш имкониятлари ўрганилган: ВО-020; ВТ-706; А-560/4790 (Хитой) ва АМП (Украина). Ўрганилган ионитлар ичида энг мақбули уранни бўтаналардан сорбциялаш учун АМП ионити танланди ва унинг уранни ажратиб олиш даражаси 90% ни ташкил қилади.

Технологиянинг асосий афзаллиги шундаки уранни йўлдош усулда ажратиб олиш жараёни олинадиган суперфосфатнинг сифатига ёмон таъсир этмайди. Шундай қилиб, суперфосфат олиш сульфат кислотали эритиш режимида 40% КЕЭ эритма фазасига ўтади. Эритмадан уранни чўктириш

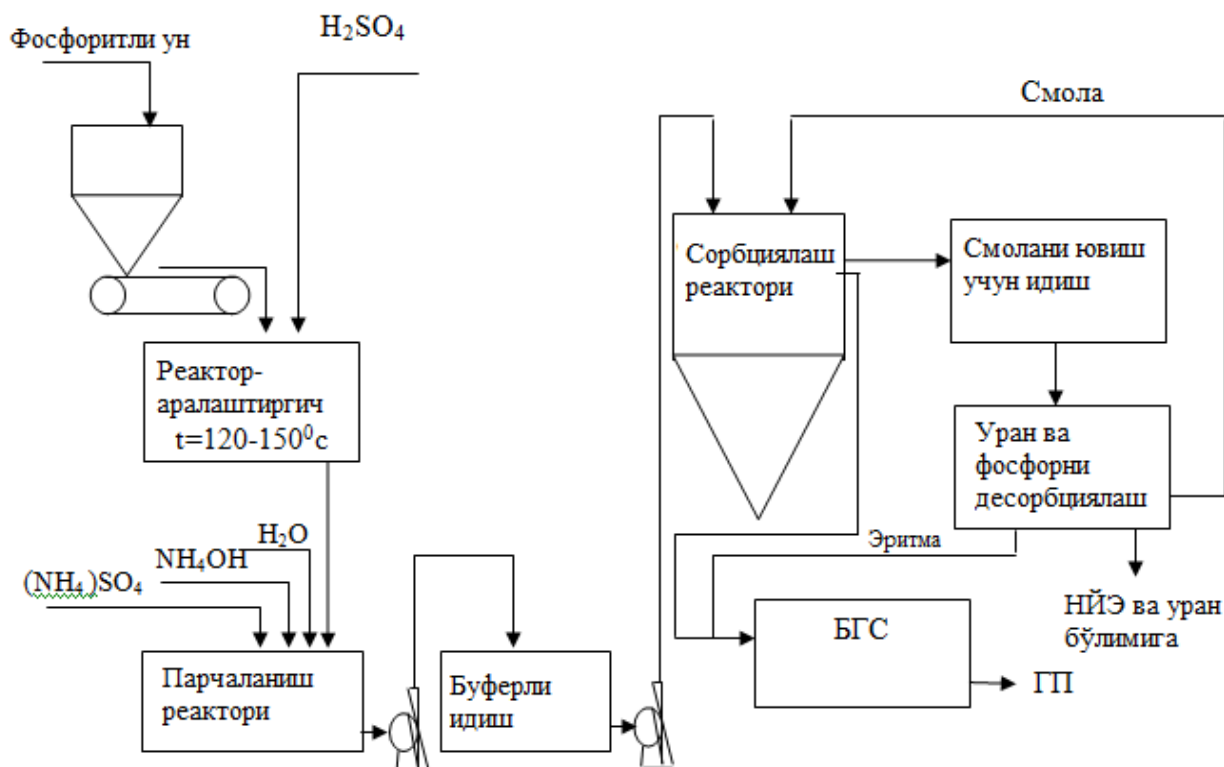
вақтида 50% КЕЭлари бирга чўкади, натижада КЕЭнинг умумий ажралиш даражаси бошланғич рудадан 25-30% ни ташкил қилади.



**10-расм С:К=1:1.8 бўлганда ва сульфат кислотанинг турли хилдаги концентрациясида, %: 1-80; 2-98 фосфоритларни парчаланish тезлиги**



**11-расм Фосфоритларни реакторнинг турли ҳароратларида парчаланish тезлиги**

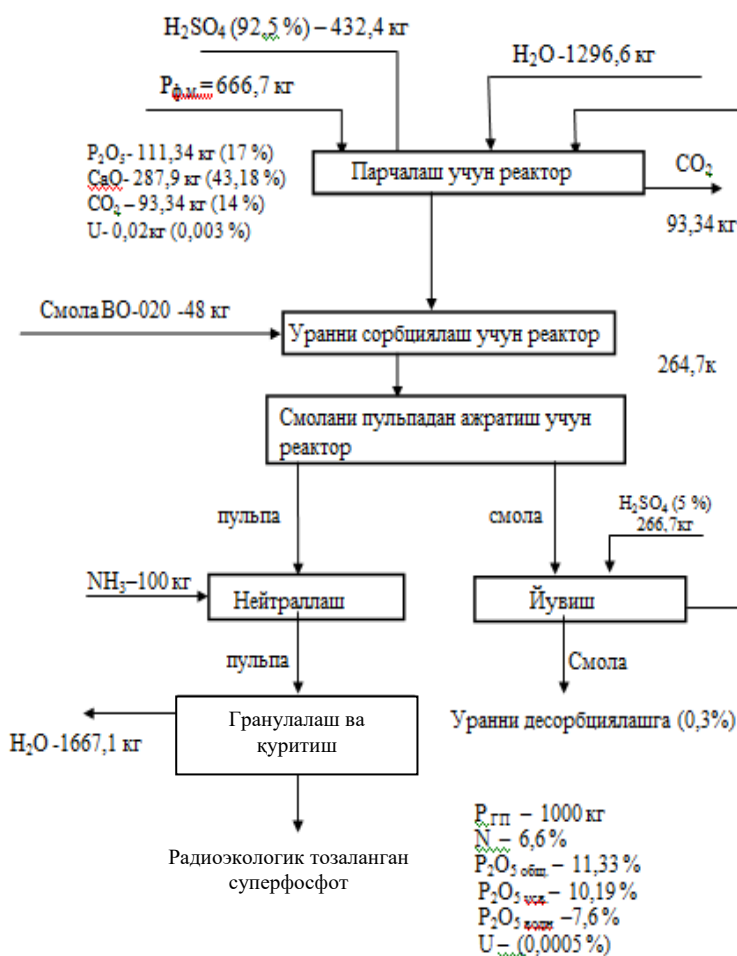


**12-расм. Оқим йўли билан тозаланган суперфосфат олиш технологик схемаси**

О'zDSt 2825:2014 талабларига жавоб берувчи суперфосфат ажратиш олиш учун таклиф этилган технологияни қуйидаги таркибли  $P_2O_5$ -17,9% ва  $CO_2$ -16,5% Ташкура фосфорит унида йириклаштирилган – тажриба синовларини радиоактив элементларни бир вақтда ажратиш усули билан

амалга оширилди. Йириклаштирилган-тажриба синовлари НКМК ДК МИТЛда ўтказилган.

Материал баланс гранулалашган экологик тозаланган 1 т суперфосфат олиш усун ҳисобланган (13-расм). Асос қилиб СП-АО «Электрохимзавод»нинг амалдаги гранулалашган суперфосфат олиш технологик схемаси кўрсаткич-лари олинган. Технологик тадқиқотлар натижаларига асосланиб янги турдаги радиоэкологик тозаланган суперфосфат олишнинг оптимал технологик режим меъёрлари ўрнатилган.



**13-расм. 1 т радиоэкологик тозаланган суперфосфатни олиш учун материал баланси**

Барча технологик жараёнлар босқичлари (уран ва НЕЭ сорбциясидан ташқари) СП-АО «Электрохимзавод»нинг амалдаги суперфосфат ишлаб чиқариш цехи технологик регламенти асосида амалга оширилган.

Амалдаги технологияга киритилган қўшимча фосфоритларни сульфат кислотатада эритгандан сўнг бўтанадан уран ва радийни сорбциялаш қисми ҳисобланади.

Ушбу ишлаб чиқилган технология турли хилдаги қишлоқ хўжалиги ўсимликларини Ўзбекистон шароитида ва бозор (ички ва ташқи) талаби маркетинг тадқиқоти ўрганилгач янги турдаги ўғитнинг агрохимёвий

самарадорлиги аниқлангандан сўнг амалдаги СП-АО «Электрохимзавод»да тадбиқ қилинади.

Бешинчи бўлимда «**Янги турдаги органикминераллашган ўғит олишни тадқиқ қилиш**» пастсифатли фосфоритли руда билан хўжалик чиқиндиларини биокимёвий тозалаш ва актив иллар микрофлораси билан қайта ишлаб янги турдаги органикминераллашган ўғит олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Биология нуқтаи назаридан актив иллар бактериялар йиғилиб қолган колониясини эслатади. Фосфорит рудаларидаги микроорганизмлар ўзининг ўсиши ва ривожланиши учун кальцит  $\text{CaCO}_3$  минералини углеродини ажратиб олиш мақсадида уни тузилишини бузишга қодирлиги исботланган. Бунга қўшимча равишда бу чўкиндиларда, ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишини тезлаштирувчи ва органикминераллашган ўғитларни сифатини яхшилайдиган гумин кислоталари, нитратлар, микроорганизмларнинг органик тузулишлари ҳам учрайди.

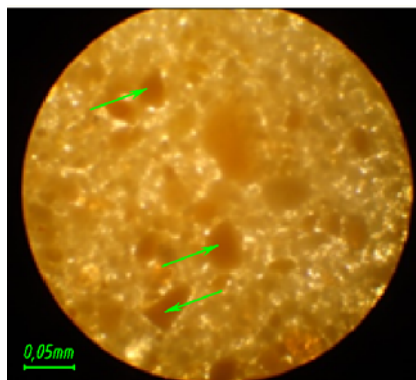
Актив илларнинг ИК-спектр чизиғи сингишини фосфоритлар билан таҳлил қиладиган бўлсак линияларнинг тўлиқ мос келишини кўришимиз мумкин, бунда гумин кислоталарининг 1 хил функционал гуруҳларини ҳам кўришимиз мумкин, яъни металларни боғлашда иштирок этувчи ва гумин кислотасининг яримэлектродит табиатининг функционал группаси органик тузулиши металл боғланишида оксил молекулалари асосий ролни ўйнайди ва гуминли махсулотлар ва илнинг минерал компонентлари - силикат ва алюмосиликатларни ҳосил қиладди. Фосфорит рудаларига қўшилиши неорганик бирикмаларни боғланиш эҳтимолини оширади, натижада хелат ва металлорганик боғлар ҳосил бўлади. Органик модданинг хелат ҳосил қилиш қобилияти унинг ноорганик бирикма ҳолатига ўтишига олиб келади ва бу моддани ўсимлик ўзлаштириладиган формаси ҳисобланади.

Фосфорит зарраларини морфологик тузулишини микроскоп остида таҳлил қилишлар шуни кўрсатадики фосфорит рудаларини танлаб янчиш ва фосфор хомашёси сифатида фосфорит заррасини(франколит) илишимиз керак, сабаби, фосфоритлар узоқ муддат микроорганизмлар таъсири остида ўлчамлари кичрайган ва сферик формани қабул қилган (14-расм).

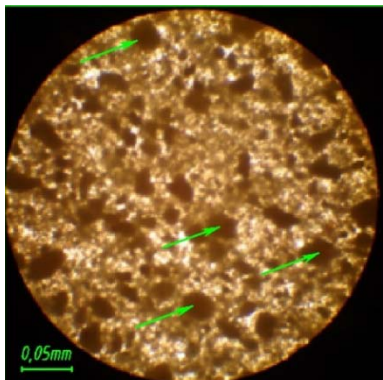
14-расмдан кўринадики, назорат вариантыда фосфорит зарралари етарлича йирик ўлчамда (40-60 мкм гача) кўринади (стрелка билан кўрсатилган).

Фаол иллар микроорганизмлари ташқи муҳитга ажратган моддаларнинг таъсири фосфорит рудалари билан таъсирлашиб фосфор ва кальцийнинг ҳаракатдаги шаклининг ҳосил бўлиш даражасини оширади, шу билан тир қаторда пастмолекуляр моддаларнинг йўқотилиши сезиларли даражада пасаяди. Фаол иллар фосфорит хомашёси қўшилганда унда фосфорнинг концентрацияси ортади, микробиологик жараёнлар кучаяди, ҳосил бўлган аралашманинг гумификацияси тезлашади, яъни, фосфорит хомашёси таъсири остида аммоний азотининг ушланиб қолиши содир бўлади, у аэротенкадан парланиб кетиши мумкин. Шу вақтнинг ўзида фосфор фосфоритдан

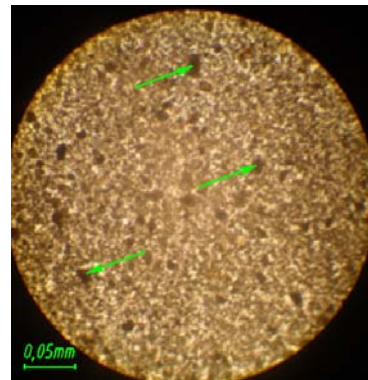
ўзлаштирилмайдиган шаклдан эримайдиган фосфор минераллари – франкалит, апатит ва гидроксилапатитларнинг фаол ил микрофлора системаси ферментлари таъсири остида ўзлаштириладиган шаклга ўтади.



Назорат варианты  
(масштаб 20x10)



Фаол иллар билан ишлов  
бериш



Фаол иллар билан  
аэрациялаб ишлов бериш

#### 14-расм. Фосфорит зарраларини фаол иллар микрофлоралари таъсири остидаги морфологик структуралари характеристикаси

Ўзбекистон Республикасининг барча шаҳарларида биокимёвий тозалаш станцияларининг мавжудлиги ва яратиш схемасини оддийлиги Марказий Қизилқум фосфоритларини маҳаллий эҳтиёжларни қондириш учун органоминерал азотфосфорли полимикрoэлементли ўғит олиш учун қўллаш таклиф қилинмоқда (15-расм).

Фаол иллар билан қайта ишланган наъмуналарнинг рентген-флуоресцент спектрли таҳлил натижалари қаттиқ фазада 25 та элемент, жумладан ноёб ва кам тарқалган металларга тааллуқли элементлар ҳам мавжудлигини кўрсатди. Фосфор бирикмаларининг таҳлили натижалари шунини кўрсатдики, барча наъмуналарда фосфор сувли эритма шаклига ўтди.

Ўзбекистон Республикасининг барча йирик шаҳарларида коммунал хўжалик чиқиндиларини биёкимёвий тозалаш станциялари мавжуд. Ушбу станцияларда паст навли фосфоритларни органоминерал ўғит олиш учун қўллаш фосфорли ўғит билан маҳаллий эҳтиёжларни қондириш учун етарли бўлиб, бунга фосфорли минерал ўғитларни сотиб олиш томондан харажат талаб қилинмайдиган имконият пайдо бўлди.

Новоий вилояти бўйича коммунал хўжалик чиқиндиларини тозалаш станцияларининг суткалик юкламаси бўйича тадқиқотлар ўтказилди (жадвал), аэротенкаларнинг суткалик юкламаларидан келиб чиқиб, Қ:С=1:4 нисбатда бўлганда бир йилда 92 минг тонна фосфортаркибли органоминерал ўғит олиш мумкин.

Зарафшон шаҳрида БКТ станциясида илли тўпловчига ҳар ойда 45 тоннагача фаол ил ташланади.

Йилига 530 тонна атрофида органик чиқиндидар тўда бўлиб, уларни паст навли фосфорит рудалари билан биргаликда ишлатиш мумкин. Зарафшон шаҳрида МКБ да яримсаноат тадқиқот ўтказилиб, органоминерал ўғит олинди. Бунинг учун МКБ раҳбарияти ёрдами билан КФК дан 4 тонна



фосфорит рудаси чиқарилиб, Зарафшон шаҳри БКТ станциясининг 3 та бирламчи чўқтиргичига ташланди.



15-расм. Органоминерал ўғит олишнинг принципиал технологик схемаси (\* - коагулянтлар қўшилиши мумкин)

Навоий ва Зарафшон шаҳарлари аэротенкаларининг фосфорит билан  
суткалик юкламаси

Номланиши	Чиқиндиларнинг суткалик хажми, м <sup>3</sup>	Аэротенкалар учун ФР нормаси, т/сут	Олинган ўғит миқдори, минг т. йилига	Ортиқча ФИ ни ташлаб юбориш, т/сут	Ортиқча ФИ учун ФР нормаси, кг	Бир йилда олинган ўғит миқдори, минг т.
«Навоиазот» АЖ БКТ бошқармаси	52 500	131,25	47 906	6	1500	5 475
Зарафшон шаҳри БКТ бошқармаси	49 400	123,50	45 077	5	1250	4 562
КФК оқоваларини тозалаш	150	37,50	13 687	0,02	250	91,3
		292,25	82 983		3 000	10 128

Руда чўктиргичда бир сутка тургандан сўнг ил тўдалагичга сўриб олиб ташланди ва у ерда ортиқча фаол ил билан ишлов берилди. Шундай қилиб, фақат Навоий вилояти паст навли фосфорит рудаларини ва НКМК КФК чиқиндиларини самарали ишлатиш орқали нафақат ўз регионини органоминерал ўғит билан таъминлайди, балки бошқа бирлашмаларга ҳам тайёр маҳсулот сифатида етказиб бериши мумкин. Амалдаги суперфосфатга стандарт О'zDSt 2825:2014 асосида биз томонимиздан ишлаб чиқилган органоминерал ўғит суперфосфатга нисбатан сифат параметрлари айтарлича юқори.

Таклиф қилинаётган янги турдаги органоминерал ўғит ишлаб чиқариш технологиясининг асосий қулайлиги шундан иборатки, хўжалик маиший чиқиндилари оқова сувларини биокимёвий тозалаш цехларининг технологик жараёнлари фаолиятига минимал таъсир кўрсатиш қўлланилганлигидадир.

Тозаловчи иншоат технологик схемаси тузилишининг ўзига ҳослигини ҳисобга олган ҳолда фосфорит шламларини бирламчи чўктиргичга юклаш мумкин, сўнгра ил тўпловчига сўриб олиб ташлаш ва уларни ортиқча фаол ил билан аралаштириш зарур.

Ушбу ишлангани Ўзбекистон Республикасининг хўжалик маиший чиқиндилари оқова сувларини биокимёвий тозалаш цехлари мавжуд барча шаҳарларига қўллаш таклиф этилади. Зарафшон шаҳрида қисқа муддат ичида НКМК МКБ УВиС базасида органоминерал ўғит ишлаб чиқариш саноатини йўлга қўйиш имконияти мавжуд. Бунинг учун олинган минерал ўғитни агрокимёвий самарадорлиги ўрнатилиши ва Республика шароитида ҳар хил қишлоқхўжалиги организмларини ўстириш ҳамда таклиф қилинаётган минерал ўғит тури учун бозор эҳтиёжи маркетингини тадқиқ қилиш талаб этилади.

## ХУЛОСА

«Қимматбаҳо компонентларни ажратиб олиш билан паст навли фосфорит рудаларини комплекс қайта ишлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш» мавзусидаги техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотларга асосланган ҳолда, назарий ва амалий аҳамиятга эга бўлган қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Руданинг минералогик ва моддий таркиби ҳар томонлама тадқиқ қилинган. Асосий жинс ҳосил қилувчи минераллар фторкарбонатит (франколит) ва кальцит ҳисобланади.

Қизилқум фосфорити таркибий жиҳатдан юқори даражада корбонатли бўлиб, бирқанча наъмуналарда  $\text{CO}_2$  нинг миқдори 27 % гача етади ва ундан ортади. Фосфоритлар таркибида кам миқдорда Ni, Mn, Co, Cu мавжуд бўлиб, улар фосфоритларни кислотали қайта ишланганда минерал ўғит таркибига микроэлементлар сифатида ўтиши мумкинлиги кўрсатилади.

2. Комплекс физик-кимёвий тадқиқ усули биринчи марта ёғмойкомбинати чиқиндилари (соапсток) карбонат флотацияси учун олеин кислотасини ўрнини босувчи флотация реагенти вазифасини бажариш қобилияти борлигини кўрсатди. Фосфат минералларини флотациялашда синтетик юқори спиртларнинг ўрнини босувчи янги реагент «Фомол» тавсия этилади.

3. Рудадан шламларни дастлабки йўқотиш жараёни бўлмиш карбонатли ва фосфатли флотацияда кальцит ва фосфатнинг ажралишига таъсир қилувчи омиллар аниқланди. рН муҳитнинг нордонлигини созлаш орқали фосфатдан кальцитни ажратиш имкониятлари ўрнатилади.

4. Тадқиқотлар натижасида флотация бойитмасини азот кислотаси эритмасида охиригача бойитиш шароитлари аниқланган. Натижада маромига етказилган фосбойитма ва кальций нитрати эритмаси олинади.

5. Кальций нитрати эритмасини аммиак билан нейтраллаштириш натижасида аммиакли селитра олиш, халқ хўжалигида кенг қўлланилувчи сўндирилган оҳак олиш имконияти борлиги пайдо бўлади.

6. Паст навли фосфорит рудасини комбинациялашга технологик схема бўйича бойитишда биринчи марта  $\text{P}_2\text{O}_5$  нинг миқдори 26,8 % гача бўлган кондицияли бойитма олинди. Бунда  $\text{P}_2\text{O}_5$  нинг оралиқ ажралиши 66,24 %, бойитманинг чиқиши 39,0 % ни ташкил қилади.

7. Юқори самарали экологик тоза фосфортаркибли минерал ўғитлар (аммофос ва диаммофос) ва экологик тоза суперфосфат олиш учун маҳаллий фосфат хомашёсини қайта ишлашнинг иқтисодий камхарж янги технологияси яратилди. Шу билан бир қаторда фосфор минерал ўғитлари олишдаги амалдаги технологик жараёнлар қўлланилган ҳолда бу технологик жараёнларнинг ишлаш тартибини бузмаган ҳолда уран, КЕЭ ва бошқа қимматбаҳо элементлар бойитмалари олинади.

9. Илк бор таркибида азот, фосфор, калий ва бошқа фойдали микроэлементлар сақлаган фаол илни қўллаб, паст навли фосфорит

рудаларини қайта ишлашга жалб қилган ҳолда янги турдаги органоминерал ўғит олиш имкони пайдо бўлади.

10. Йириклаштирилган лаборатория ва яримсаноат миқёсида ўтказилган тадқиқотлар натижалари бўйича Марказий Қизилқум паст навли фосфорит рудаларини бойитишнинг технологик схемаси таклиф қилинди. Кутиладиган иқтисодий самара йилига 2018 йил нархи бўйича 100 000 т руда учун 3 млрд. 59 млн. сумни ташкил қилади.

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

---

**НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**ДОНИЯРОВ НОДИРЖОН АБДИХАКИМОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ  
ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОСОРТНЫХ ФОСФОРИТОВЫХ РУД С  
ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ**

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

**АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

**Навои - 2019**

**Тема докторской диссертации зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2018.2.DSc/T222.**

Докторская диссертация выполнена в Навоийском государственном горном институте.

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)).

**Научный консультант:** **Санакулов Кувондик**  
доктор технических наук, профессор, заслуженный работник промышленности Республики Узбекистан

**Официальные оппоненты:** **Юсупходжаев Анвар Абдуллаевич**  
доктор технических наук, профессор

**Эркаев Ақтам Улашевич**  
доктор технических наук, профессор

**Искандарова Мастура Искандаровна,**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:** **ГП «Институт минеральных ресурсов»**

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 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 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 года.

(реестр протокола рассылки №\_\_ от \_\_\_\_\_ 2019 года).

**Б.Р. Раимжанов**

И.о. председателя научного совета по присуждению  
ученой степени доктора наук, д.т.н., профессор

**Ш.Ш. Заиров**

Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученой степени доктора наук, д.т.н., профессор

**Ю.Д. Норов**

Председатель Научного семинара при научном  
совете по присуждению ученой степени доктора  
наук, д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В настоящее время в мире минеральное сырье относится к числу невозполняемых в природных условиях ресурсов и его запасы ограничены. А некоторые виды полезных ископаемых нельзя заменить другим сырьем или технологиями. Поэтому комплексное использование минерального – важнейшее направление ресурсосбережения в новом тысячелетии. От него зависит обеспечение потребностей общества в дефицитных, в том числе стратегических видах ценных компонентов и сохранение их резерва для будущих поколений.

В мире важное значение придается эффективному использованию земельных ресурсов и различных минеральных удобрений, являющимся одним из основных факторов производства высоких и качественных урожаев сельскохозяйственных культур. В связи с этим систематическое внесение фосфорсодержащих минеральных удобрений, повышение продуктивности сельскохозяйственных растений более чем в два раза требует разработки эффективной технологии комплексной переработки низкосортных фосфоритовых руд с извлечением ценных компонентов различными способами.

В Республике выполнен ряд научно-практических работ по разработке технологий переработки фосфорсодержащих руд Центральных Кызылкумов. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи по «углублению структурных реформ и динамичному развитию сельскохозяйственного производства, дальнейшему укреплению продовольственной безопасности страны, расширению производства экологически чистой продукции»<sup>1</sup>. В связи с этим важно выполнять задачи по производству фосфорсодержащих удобрений, оценке качества фосфоритового сырья, содержащего большое количество нежелательных примесей, разработка новой конкурентоспособной технологии комплексной переработки низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов с извлечением ценных компонентов, позволяющая решать проблему производства фосфорсодержащих удобрений для нужд сельского хозяйства Республики и продукции, имеющей спрос на мировом рынке.

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», Постановлениях №ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», №ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан» и №ПП-4124 от 17 января 2019 года «О мерах по дальнейшему

---

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

совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли», а также 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)».

**Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации<sup>2</sup>.** Научные исследования, направленные на обогащение низкосортных фосфоритов и получение очищенных от урана и РЗЭ фосфорсодержащих удобрений на основе переработки концентрата осуществляется в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе, The Florida Industrial and Phosphate Research Institute (США), Engineering Dobersek GmbH (Германия), Fertilizers Research Institute in Pulawy (Польша), Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizers, the University of Tokyo (Япония), University of Science and Technology (Китай), Kaohsiung District Agriculture Research and Extension Station, Lab of soil and fertilizer (Тайвань), НИИ по удобрениям и инсектофунгицидам имени Я.В.Самойлова (Россия), Ташкентском химико-технологическом институте, Институте общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан и Навоийском государственном горном институте (Узбекистан).

В результате исследований, проведенных в мире по методам обогащения фосфатного сырья и их совершенствованию, получен ряд научных результатов, в том числе: разработан флотационный способ обогащения для разделения фосфатного минерала в апатитовых рудах при помощи флотореагентов (Florida Industrial and Phosphate Research Institute, США); разработан микробиологический способ обогащения фосфатного сырья, включающий биофлотационные, биосорбционные, биоконверсионные, биоактивационные и биохимические способы (АО «НИИ по удобрениям и инсектофунгицидам имени Я.В.Самойлова», Россия); создан способ обогащения фосфатных руд при высокой температуре (900-1000°C) (Engineering Dobersek GmbH, Германия); созданы научные основы механического способа обогащения фосфоритов (University of Science and Technology, Китай).

В мире по обогащению апатитовых и фосфоритовых руд различными способами по ряду приоритетных направлений проводятся исследования в том числе: по разработке способов обогащения фосфатного сырья при помощи минеральных кислот; разработка методов растворения в жидкости, совершенствованию метода термического обогащения высококарбонатного фосфатного сырья.

---

<sup>2</sup> Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации выполнен на основе [www.atlasrockbit.com](http://www.atlasrockbit.com), <http://www.varelintl.com>, [www.dissercat.com](http://www.dissercat.com), <http://vbm.ru>, <https://www.amazon.com>, <http://www.mirknigi.ru> и др. источников.



**Степень изученности проблемы.** Анализ литературных данных показывает, что обогащение низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов сложного минерально-петрографического состава представляет собой одну из сложно решаемых проблем вследствие недостаточной изученности физико-химических свойств минеральных составляющих месторождений.

Исследования, посвященные изучению теории процесса флотационного обогащения различных фосфоритовых руд проводились учёными С.И. Сахаровым, Я.С. Черяту, И.С. Малинской, М.И. Баскаковым, Н.К. Шуваловой, Л.Д. Ратобыльской и др. При этом необходимо отметить, что в

исследованиях вышеприведенных авторов не полностью раскрыта влияния реагентов разного происхождения. Осуществлялись научные исследования в области химической переработки фосфоритовых руд учёными М.Е. Позиным, Н.Н. Треущенко, Б.А. Копылёвым, С.А. Абдурахмоновым, Б.М. Бегловым, Ш.С. Намазовым, А.У. Эркаевым и др.

В настоящее время переработка фосфоритового сырья в целях получения высококачественных удобрений с обеспечением комплексного извлечения ценных компонентов (уран, РЗЭ и др.) из продуктов производства предприятий является приоритетным.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Навоийского государственного горного института на темы: №28-08 – «Разработка способов переработки низкосортных фосфоритовых руд с получением кондиционного концентрата» (2008 г.); ИП-2015-7-21 – «Создание рациональной технологии комплексной переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов на экологически чистые удобрения с попутным извлечением ценных элементов» (2016 г.); №4-2018 – «Разработка технологии использования отходов промышленности КФК для получения обогащенного фосфором азотно-фосфорного полиэлементного удобрения» (2018 й.); А-АВ-2019-13 – «Разработка технологии получения нового типа гранулированного комплексного органоминерального удобрения на основе низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов, микрофлорой активного ила и минеральных кислот» (2019-2021 гг.).

**Целью исследования** является разработка эффективной технологии комплексной переработки низкосортных фосфоритовых руд с извлечением ценных компонентов флотационными, химическими и бактериальными способами.

**Задачи исследования:**

теоретическое исследование кристаллохимических, термодинамических и поверхностных свойств фосфата и кальцита;

исследование процесса флотации низкосортных фосфоритовых руд с определением оптимальных параметров обогащения и реагентного режима;

изучение процесса химического дообогащения флотационного фосфоритового концентрата с целью получения кондиционного концентрата, пригодного для производства минеральных удобрений и разработка технологической схемы комбинированного обогащения фосфоритов;

аналитическое обоснование способа восстановления  $U^{+6}$  до  $U^{+4}$  в ЭФК с использованием железосодержащих отходов производства (магнитная фракция гидрометаллургических заводов) с целью последующего одновременного осаждения урана и РЗЭ перед нейтрализацией ЭФК для получения очищенных от балластных примесей фосфорных удобрений;

полупромышленное испытание способа получения экологически очищенного суперфосфата, основанного на предварительном извлечении урана (радия) с использованием анионитов типа АМП и ВО-020, РЗЭ с использованием ионита типа АФИ-22 и разработка технологической схемы получения фосфоритового удобрения, очищенного от вредных примесей;

исследование химического превращения минералов в составе низкосортных фосфоритовых руд и шламов под воздействием микрофлоры активного ила с возможностью получения нового вида органоминерального удобрения;

изучение закономерности влияния физических и химических параметров (рН среды, содержание азота, фосфора, калия и других элементов, продолжительности процесса) в процессе взаимодействия фосфоритов с микрофлорой активного ила;

исследование качественных и количественных характеристик появления новых промежуточных неорганических и органических соединений, состава биоценоза активного ила приводящие к трансформации минералов в составе фосфоритовых руд в системе микроорганизм-среда-минерал;

определение оптимальных сроков разложения франколита и разработка принципиальной технологической схемы для производства нового вида органоминерального удобрения.

**Объектом исследования** являются низкосортные фосфоритовые руды Джерой-Сардаринского месторождения.

**Предмет исследования** – технология комплексной переработки низкосортных фосфоритовых руд с извлечением ценных компонентов для получения высококачественного минерального удобрения.

**Методы исследований.** При решении поставленных задач использованы комплексные методы исследований, в частности, состав фосфоритовой руды изучен с помощью химического, минералогического, фазового и спектрального анализов, для количественного определения фосфора использованы фотоколориметрический метод и метод осаждения в виде магнийаммонийфосфата, химический состав руды определяли комплексонометрическими, перман-ганатометрическими, фотоколориметрическими и дериватографическими методами, для анализа качественного состава исходного материала использовано ИК-спектроскопическое облучение образцов на приборе SHIMADZU марки ИК-Фурье спектрометр

IRTracer-100, для определения количественной доли урана и удельной активности проб использовали методику «ОУз МВИ 281:2006. Метод определения массовой доли урана» и «МВИ № Ц-01.16–117:2012. Методика определения удельной активности проб».

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

на основе кристаллохимических, термодинамических и поверхностных свойств фосфата и кальцита выявлены закономерности флотационного поведения минералов и разработан оптимальный режим процесса флотации;

впервые изучены химические и физико-химические свойства отходов масложирового комбината и установлена их флотационная способность по отношению к карбонатным минералам;

разработан способ получения фосфоритового концентрата с содержанием 27,1%  $P_2O_5$ , соответствующего техническим условиям методом фосфатной флотации обесшламленной руды и последующего химического дообогащения;

разработан способ восстановления  $U^{+6}$  до  $U^{+4}$  в ЭФК с использованием железосодержащих отходов производства (магнитная фракция гидрометаллургических заводов) с целью последующего одновременного осаждения урана и РЗЭ перед нейтрализацией ЭФК, для получения очищенных от балластных примесей фосфорных удобрений;

разработан способ получения радиоэкологически очищенного суперфосфата, основанного на предварительном извлечении урана (радия) с использованием анионитов типа АМП и ВО-020, и РЗЭ с использованием ионита типа АФИ-22;

на основе закономерностей влияния физических и химических параметров (рН среды, содержание азота, фосфора, калия и других элементов, продолжительности процесса и др.) в процессе взаимодействия фосфоритов с микрофлорой активного ила разработана технология получения нового вида органоминерального удобрения;

на основе механизма растворения минералов в составе фосфоритов при бактериальном воздействии микрофлоры активного ила впервые определены качественные и количественные изменения состава исходных, промежуточных и конечных неорганических и органических соединений и кислотных смесей.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

на основе химических и физико-химических свойств отходов масложирового комбината разработан способ определения оптимального режима флотационной способности, позволяющий эффективно обогащать низкосортные фосфоритовые руды;

для получения фосфорсодержащих удобрений, очищенных от вредных примесей, разработан способ определения технологического режима извлечения урана (радия) с использованием анионитов типа АМП и ВО-020, и РЗЭ с использованием ионита типа АФИ-22;

разработана комбинированная технологическая схема обогащения низкосортных фосфоритовых руд, позволяющая получить фосфоритовый концентрат с содержанием  $P_2O_5$  27,1%;

определены факторы, влияющие на полноту извлечения урана (рН среды, плотность пульпы, содержание урана и фосфора, время сорбционного извлечения урана и РЗЭ и др.), и оптимальные значения технологического процесса;

разработан способ определения оптимального режима разложения франколита микрофлорой активного ила для производства нового вида органоминерального удобрения.

**Достоверность результатов исследования** подтверждается примененными химическими и физико-химическими (комплексометрический, перманганатометрический, фотоколориметрический, дериватографический и ИК-спектроскопический) методами анализа, а также актами крупненных опытно-промышленных испытаний.

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

Научная значимость результатов исследования заключается в выявлении и целенаправленном воздействии на поверхностные свойства минералов для усовершенствования флотационного разделения минералов с применением в качестве флотореагента отходов масложировых комбинатов для разделения карбонатных минералов от фосфатных обратным методом флотации. Альтернативой технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд является комбинированная карбонатно-фосфоритовая флотация с последующим химическим дообогащением флотоконцентрата.

Практическая значимость результатов исследования определяется предложением и апробацией в производстве технологии, включающей этапы рудоподготовки, обесшламливания, флотационного обогащения и переработки низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов. Разработан способ восстановления  $U^{+6}$  до  $U^{+4}$  в ЭФК с использованием железосодержащих отходов производства (магнитная фракция гидрометаллургических заводов) с целью последующего одновременного осаждения урана и РЗЭ перед нейтрализацией ЭФК для получения очищенных от балластных примесей фосфорных удобрений. Разработан способ получения экологически очищенного суперфосфата, основанного на предварительном извлечении урана (радия) с использованием анионитов типа АМП и ВО-020, и РЗЭ с использованием ионита типа АФИ-22. Разработан способ получения нового вида органоминерального удобрения из низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов с обработкой микрофлорой активного ила.

Полученные результаты могут быть использованы в учебном процессе при изучении специальных дисциплин по технологии обогащения неметаллических полезных ископаемых, защите окружающей среды и экологии.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по разработке эффективной технологии комплексной переработки низкосортных фосфоритовых руд с извлечением ценных компонентов:

разработанная технология обогащения низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов методом карбонатно-фосфоритовой флотации на основе новых реагентов – соапстока и фомола внедрена в ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» 02-06-07/5670 от 3 мая 2019 г.). В результате появилась возможность получения кондиционного концентрата с содержанием  $P_2O_5$  26,8%, сквозное извлечение  $P_2O_5$  при выходе концентрата 39,0% составило 66,24%;

комбинированная карбонатно-фосфоритовая флотация с последующим химическим дообогащением флотоконцентрата внедрена в ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» 02-06-07/5670 от 3 мая 2019 г.). В результате получен фосфоритовый концентрат с содержанием  $P_2O_5$  27,1% из забалансовой руды в соответствии с техническими требованиями;

технология получения нового радиоэкологически очищенного суперфосфата внедрена в ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» 02-06-07/5670 от 3 мая 2019 г.). В результате появилась возможность проведения полупромышленного испытания в г. Зарафшан и разработки технологии переработки низкосортных фосфоритовых руд на биохимическом очистном сооружении (УВиОС).

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования были обсуждены и прошли апробацию на 6 международных и 8 республикански научно-практических и научно-технических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 35 научных работ, из них 1 монография, 11 научные статьи, в том числе 6 в республиканских и 5 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 200 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы 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 теории и технологии переработки фосфоритовых руд»** – исследован комплексный подход по переработке низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов флотационными, химическими биотехнологическими способами обогащения и переработки.

Анализ практики отечественных и зарубежных обогатительных фабрик по переработке фосфоритовых руд показывает, что для обогащения фосфоритовых руд используются сухое, комбинированное и химические методы обогащения в зависимости от физико-химических свойств руды.

Наибольшее распространение для обогащения высококарбонатных руд получил процесс флотации, однако близость флотационных свойств фосфата и вмещающих пород, тонкая вкрапленность и малая эффективность применяемых флотореагентов не позволяют достичь высоких показателей по качеству концентрата и снижению потерь. Из схем флотационного обогащения следует признать перспективной схему карбонатно-фосфатной флотации руд. Существующие методы обогащения обладают рядом преимуществ и недостатков. Для фосфоритов Центральных Кызылкумов наибольший интерес представляет комбинированный метод переработки, в частности флотационно-химическое обогащение с применением новых, легкодоступных реагентов.

В составе фосфоритов отмечается довольно большой спектр редких (бериллий, литий, цирконий, олово, молибден, висмут, сурьма, мышьяк, стронций, фтор, ниобий, ванадий), рассеянных (галлий, скандий, германий), редкоземельных (лантан, церий, неодим, самарий, европий, тербий, диспрозий, иттербий, цезий) и радиоактивных (уран, торий) элементов. Вместе с тем, в исследуемых фосфоритах некоторые элементы дают концентрации в 5-10 раз превышающие кларковое содержание, что представляет практический интерес для попутного извлечения при производстве удобрений.

Рассмотрены вопросы биотехнологической переработки фосфоритов и наиболее оптимальным вариантом применения избыточного активного ила биохимических очистных сооружений и стабилизированного осадка является их использование для обогащения фосфоритов с целью получения на их основе нового органоминерального удобрения.

Таким образом, анализ современного состояния обогащения фосфоритных руд и попутного извлечения (U, PЗЭ и др.) ценных компонентов при переработке низкосортных фосфоритовых руд позволяет получить качественное минеральное удобрение.

Во второй главе **«Исследование физико-химических характеристик фосфоритовой руды Центральных Кызылкумов»** установлено, что по сравнению с рядовой фосфоритной рудой Каратау (24,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, кальциевый

модуль-1,59) фосфориты Центральных Кызылкумов являются более бедной рудой (16,2 %  $P_2O_5$ , кальциевый модуль – 2,85).

Пробы фосфоритовых руд были полностью проанализированы на содержание следующих компонентов:  $P_2O_5$ , CaO, MgO,  $CO_2$ , F,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SO_3$ ,  $R_2O$ ,  $H_2O$  и органическое вещество. При анализе образцов на содержание  $P_2O_5$  и CaO определяли общее содержание компонентов, а также воднорастворимую и цитратнорастворимую формы соединений. Кызылкумским фосфоритам свойственна высокая степень карбонатности и содержание  $CO_2$  в некоторых образцах достигает 27% и более. Количество нерастворимого в «царской водке» остатка в несколько раз ниже, чем в фосфоритах Каратау, а в ряде образцов не превышает 1-2%.

Для флотации используются в основном соли жирных кислот, имеющие структуру гетерополярной молекулы. Полярная группа молекулы способна взаимодействовать с водой. Аполярная группа, представляющая собой углеводородный радикал, не взаимодействует с диполями воды и является гидрофобной. Олеиновая кислота и ее соль олеат натрия применяются при флотации барита, флюорита, кальцита, фосфорита, шеелита, касситерита, апатита и других несulfидных минералов. В связи с высокой стоимостью олеиновой кислоты среди других заменителей можно отметить соапсток, синтетические жирные кислоты, нафтенновые кислоты и мылонафт.

Эти кислоты являются более слабыми собирателями по сравнению с олеиновой кислотой, но значительно селективнее и обладают хорошими пенообразующими свойствами. В исследованиях использовались реагенты-собиратели для карбонатной флотации отходов Катта-Курганского масложирового комбината (соапсток), а для фосфоритовой флотации – «Фомол».

**В третьей главе «Исследование на обогатимость фосфоритовой руды Центральных Кызылкумов» исследована обогатимость низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов.**

По химическому составу исследуемых проб в составе руды содержатся до 10-14% гидрослюд, гипса – 2,5-3,5%, углистых веществ – 0,3-0,6%, полевых шпатов – 1,8-2,1%, в сумме – 14,6-20,2% легкоизмельчаемых, шламообразующих компонентов.

Для получения необходимого отношения Ж:Т при обесшламливании и обесхлоривании фосфоритовых руд эксперименты выполняли при соотношении Ж:Т – 1-3÷1. Результаты опытов по обесшламливанию и обесхлориванию фосфоритов приведены на рис. 1, 2.

Изучалось влияние продолжительности промывки на качество

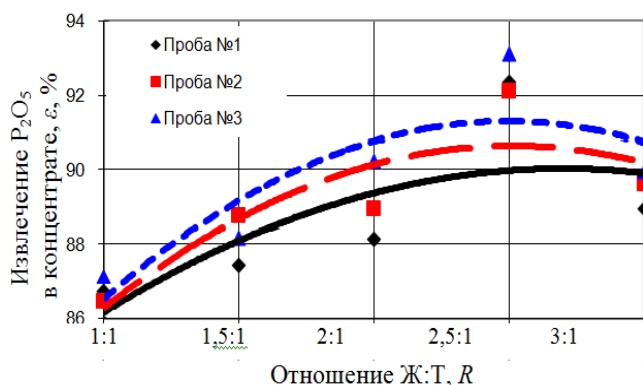


Рис. 1. Зависимость извлечения  $P_2O_5$  от отношения Ж:Т при обесшламливании руд

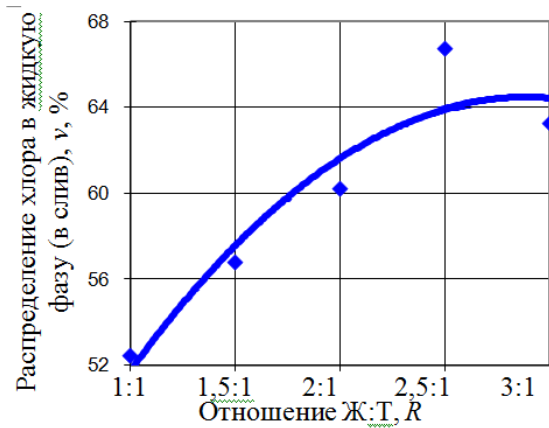
продукции. По результатам опытов составлен материальный баланс процесса обесшламливания. Из результатов опытов видно, что наиболее приемлемой продолжительностью процесса является 30 мин, при этом выход концентрата составляет, соответственно, 82,4, 82,6 и 83,1 % с содержанием  $P_2O_5$  16,6, 15,0 и 23,2 %. Извлечение  $P_2O_5$  в концентратах составляют соответственно 92,16, 91,90 и 92,47 %.

Среднее содержание хлора в исходной руде составляло 0,12 %. Результаты исследования по распределению хлора после обесшламливания по фазам (рис. 2) показывает, что содержание хлор-иона в фосруде снижается до содержания в пределах не более 0,04 % (33,3 % от исходного содержания), где обеспечивается допустимая норма хлора в сырье при переработке в удобрение. Основная часть (63 %) хлор-иона переходит в слив при соблюдении условия процесса Ж:Т – 2,5:1. Уран полностью остается в составе твердых продуктов при отмывке руд с водой.

Таким образом, результаты экспериментов по удалению шламов промывкой измельченной руды показывают, что в процессе промывки удаляется 10-17 % массы руды в шлам, содержащий 6-10 %  $P_2O_5$ . Потери  $P_2O_5$  со шламом составляют 7-8 % от исходного количества. Содержание  $P_2O_5$  в промытой руде повышается на 1,5-2 %, содержание хлор-иона уменьшается на 60-65 % от исходного и составляет 0,04 %. По полученным данным по сорбции на этих минералах в зависимости от pH среды в качестве собирателя можно использовать олеиновую кислоту. Установлено, что наибольшая активность наблюдается у карбонатов (рис. 3).

Полученные данные согласуются с результатами исследований зависимости от электрокинетического потенциала доломита и фосфата и от концентрации олеата натрия. При pH=7 с ростом концентрации олеата натрия отрицательное значение электрокинетического потенциала увеличивается как у доломита, так и у фосфата, в условиях пониженных pH наблюдается неодинаковая скорость растворения минералов.

Так, при pH = 3-4 с опережающей скоростью растворения разлагаются карбонатные минералы. При этом жидкая фаза насыщается катионами  $Ca^{2+}$  при растворении фосфатных минералов с анионами  $Ca_3^{2-}$  при растворении карбонатов. Флотация мономинеральных фракций показала, что при изменении щелочности от pH=8÷9 до pH=4÷5 разница в извлечении минералов в пенный продукт возрастает с 20–25 % до 75–80 % (рис. 4).



**Рис. 2. Зависимость распределения хлора в слив при различном отношении Ж:Т после обесшламливания фосруды**



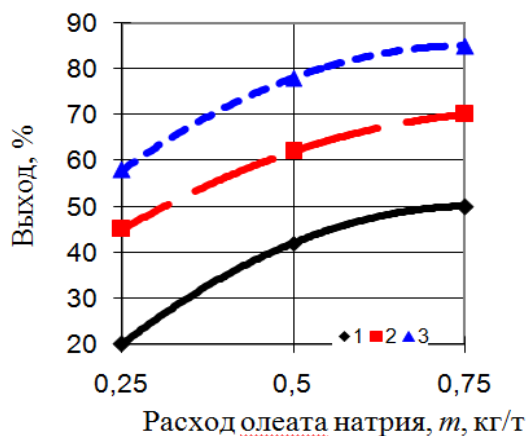


Рис. 3. Флотация фосфата (1), доломита (2), кальцита (3) анионными собирателями в щелочной среде при pH=7,9-8,5

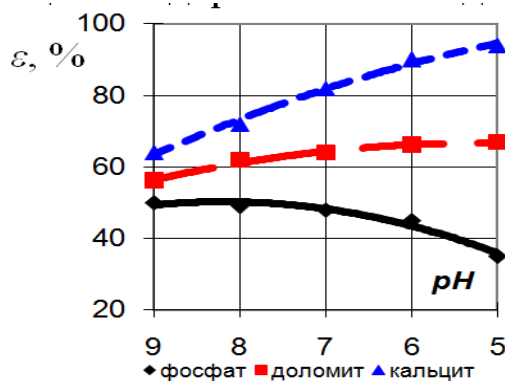


Рис. 4. Влияние концентрации водородных ионов на флотацию чистых минералов с жирнокислотным собирателем

Установлено, что по мере изменения pH от 7 до 5 в системе CaO – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – H<sub>2</sub>O растворимость фосфата увеличивается с 0,003 до 0,15 г/л. В этих условиях фосфат диссоциирует, а катионы Ca<sup>2+</sup> насыщают жидкую фазу. В процессе промывки руды водой удаляются шламообразующие породы (в основном слюды, гипс, глины, полевые шпаты). В промытой руде остается в основном фосфат и кальцит. Содержание свободного кальцита в среднем составляет 40-45 %.

По результатам исследований при флотации в кислой среде появляется возможность разделения фосфата от кальцита из-за увеличения различия поверхностных свойств этих минералов. Ухудшается флотируемость фосфата и улучшается флотируемость кальцита.

Лабораторные опыты по карбонатной флотации проводились на обесшламленной руде с исходным содержанием P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 14,88 %.

В качестве реагента-собирателя карбонатных минералов использовался соапсток, растворенный в ацетоне. pH среды регулировался фосфорной и азотной кислотами. Изучалась зависимость извлечения карбонатов в пенный продукт от pH среды, типа регулятора, расхода реагента, а также продолжительности флотации. Извлечение P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в зависимости от pH среды показано на рис. 5.

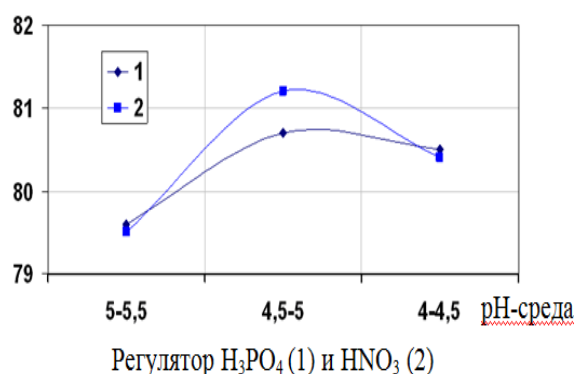


Рис. 5. Извлечение P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в зависимости от pH среды

При флотации кальцита реагентом соапсток с различными концентрациями (200-500 г/т) и pH=4,5–5,0, создаваемой азотной кислотой, наблюдается наибольшая активность флотации кальцита, а фосфат флотируется незначительно в пределах 11-12%.

Установлено, что селекция кальцита от фосфата может быть достигнута применением соапстока в кислой среде. Следующими опытами установлена оптимальная продолжительность процесса карбонатной флотации. При

продолжительности флотации 10 минут содержание  $P_2O_5$  в камерном продукте составляет 20,7 %, при извлечении  $P_2O_5$  80,2 %.

Таким образом, результаты экспериментов по карбонатной флотации обесшламленной руды показывают, что в процессе карбонатной флотации при  $pH=4,5-5$ , создаваемой азотной кислотой, расходе соапстока 400 г/т и продолжительности флотации 10 мин, содержание  $P_2O_5$  составляет 20,7 %, извлечение  $P_2O_5$  в концентрат 83,8 %. Потери  $P_2O_5$  с пенным продуктом составляют 10,3 %.

Фосфоритовая флотация проводилась в открытом цикле с использованием камерного продукта ( $P_2O_5$  - 20,7 %) карбонатной флотации. В качестве реагента-собираателя для фосфатных минералов использовались олеат натрия и фомол.

Для регулирования  $pH$  среды в процессе фосфоритовой флотации добавили  $CaO$ . Сначала опытами установили оптимальный расход реагентов олеата натрия и фомола при  $pH=9\div 9,5$ .

По результатам проведенных опытов видно, что оптимальным  $pH$  среды при фосфоритовой флотации является  $pH=8,0\div 8,5$ . При этом содержание  $P_2O_5$  в концентрате составляло 24,4 %, а извлечение  $P_2O_5$  в концентрат составляет 65,8 % (рис. 6).

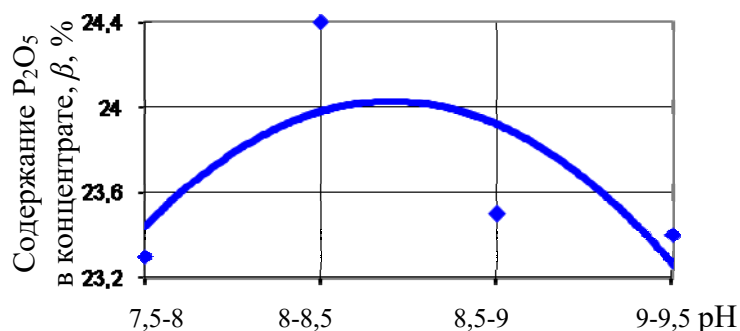


Рис. 6. Содержание  $P_2O_5$  в концентрате в зависимости от  $pH$  среды

Таким образом, в результате проведенных исследований по схеме фосфоритовой флотации в открытом цикле установлен следующий оптимальный реагентный режим: расход фомола – 300 г/т, расход  $CaO$  до  $pH$  8,0-8,5, при котором достигнуты следующие технологические показатели: выход фосфатного концентрата – 56,1 % при содержании 24,5 % и извлечении 65,4 %.

В качестве флотореагента применяли для карбонатной флотации соапсток, для фосфоритовой флотации в качестве собирателя фосфатных минералов – «Фомол» (мыло жидкое для флотации).

Опыты проводили по замкнутой схеме при расходе соапстока 400 г/т для карбонатной флотации (для удаления карбонатов) и «Фомола» - 300 г/т для фосфоритовой флотации с перечисткой основного концентрата (рис. 7).

Предлагаемая комбинированная технология обогащения - обесшламливание с последующим осуществлением карбонатно-фосфатной флотации дает возможность получить концентрат, содержащий масс. %: 23-24  $P_2O_5$ ,  $CaO$  – 40- 41,  $CO_2$  -11-12,  $Cl$  - не более 0,04 (в пределах допустимых норм). Химический состав флотоконцентрата содержал значительное

количество (24-26%) свободного кальцита, которые при разложении фосфоритов кислотой, образуют устойчивую пену, мешающую ведению технологического процесса. Поэтому, для ликвидации пенообразования фосконцентрат обжигали с целью удаления  $\text{CO}_2$ . При обработке концентрата раствором азотной кислоты растворимость  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  была очень высокой, (121г/100 г  $\text{H}_2\text{O}$ ), и она оставалась в растворе. Если после разделения фаз, полученный раствор нейтрализовать аммиаком, то получим аммиачную селитру. Гидроокись кальция выпадает в осадок, т.к. растворимость ее в воде составляет 0,126 г/100 г.

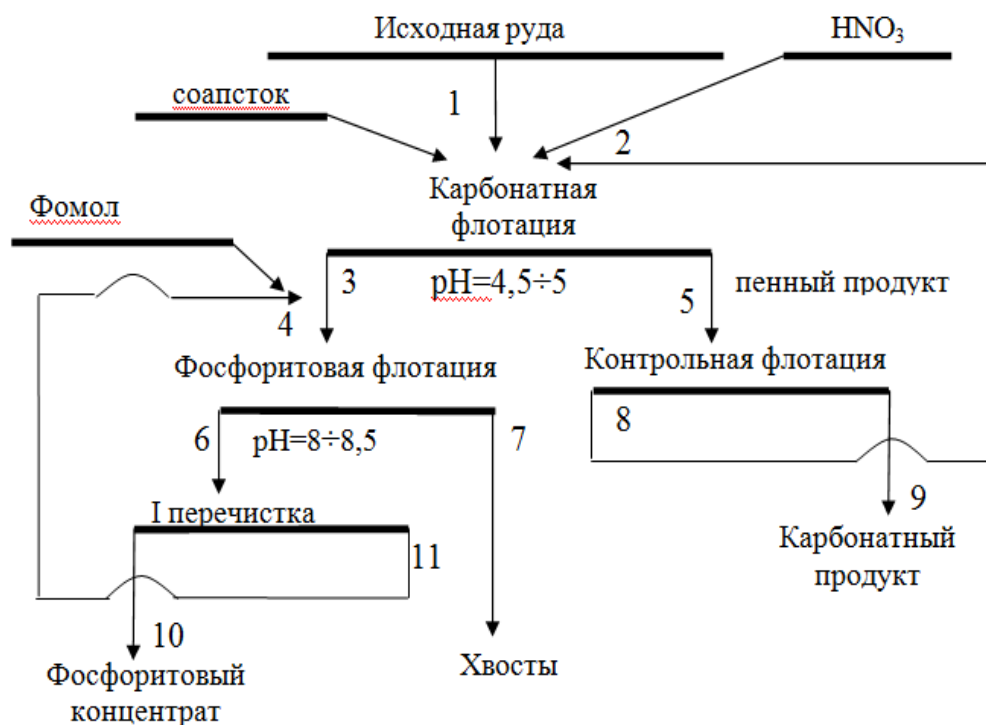


Рис. 7. Постановка опытов по замкнутой схеме

Для проверки данного суждения нами были поставлены опыты по определению степени декарбонизации концентрата от расхода и концентрации азотной кислоты. Для химического дообогащения использовали флотоконцентрат следующего состава (вес. %): 24,5  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 40,71  $\text{CaO}$ ; 11,2  $\text{CO}_2$ ; 1,24  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 1,05  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 1,75  $\text{MgO}$ ; 2,0 F; 1,94 нерастворимого остатка и азотную кислоту. Расход  $\text{HNO}_3$  брали из расчета на содержание свободного  $\text{CaCO}_3$ , которое составляло 25 % от массы концентрата.

С повышением расхода  $\text{HNO}_3$  от 70 % до 100 %, содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в концентрате увеличивалось за счет разложения  $\text{CaCO}_3$ . С повышением расхода кислоты, более 100 % содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в концентрате уменьшалось. С увеличением концентрации кислоты происходит переход фосфора в раствор, поэтому процесс необходимо вести с концентрацией не более 50 %. Таким образом, при дообогащении флотоконцентрата раствором азотной кислоты оптимальный расход и концентрация азотной кислоты соответственно составляют 100 и 50 %. При этом, выход концентрата составил 77,6 %. Содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в концентрате составил 28,6 %, при

извлечении 91,4 %. Гидроокись кальция выпадает в осадок, т.к. растворимость ее в воде составляет 0,126г/100г.

Для проверки данного суждения нами были поставлены опыты по определению степени декарбонизации концентрата от расхода и концентрации азотной кислоты. Для химического дообогащения использовали флотоконцентрат следующего состава (вес. %): 24,5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 40,71 CaO; 11,2 CO<sub>2</sub>; 1,24 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,75 MgO; 2,0 F; 1,94 нерастворимого остатка и азотную кислоту. Расход HNO<sub>3</sub> брали из расчета на содержание свободного CaCO<sub>3</sub>, которое составляло 25% от массы концентрата. С повышением расхода HNO<sub>3</sub> от 70% до 100%, содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в концентрате увеличивалось за счет разложения CaCO<sub>3</sub>.

С повышением расхода кислоты, более 100 % содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в концентрате уменьшалось. С увеличением концентрации кислоты происходит переход фосфора в раствор, поэтому процесс необходимо вести с концентрацией не более 50%. Таким образом, при дообогащении флотоконцентрата раствором азотной кислоты оптимальный расход и концентрация азотной кислоты соответственно составляют 100 и 50 %.

При этом, выход концентрата составил 77,6%. Содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в концентрате составил 28,6%, при извлечении 91,4%. Предлагаемая на рис. 8 технологическая схема обогащения фосфоритовых руд прошла укрупненно-лабораторные и полупромышленные испытания на ЦНИЛ ГП НГМК и рекомендована к внедрению на производстве.

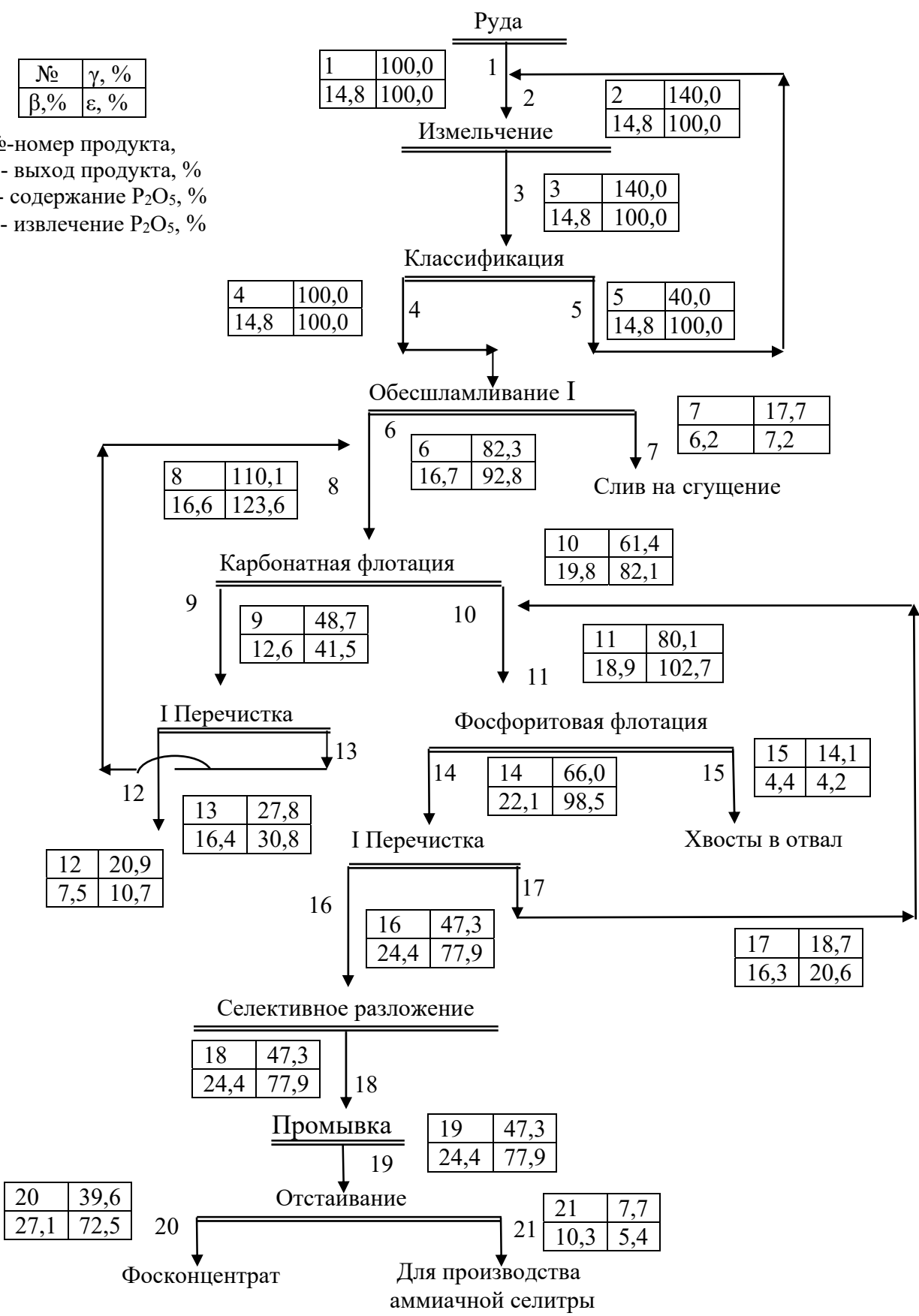
В четвертой главе **«Разработка технологии очистки ЭФК и суперфосфата от балластных примесей»** рассмотрены возможности попутного выделения балластных примесей (кремний, фтор, уран, редкоземельные элементы) из сернокислотных растворов (ЭФК) при получении фосфорных (аммофос, диаммофос) удобрений.

Полученные мытые концентраты с содержанием P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 22,0-25,0 % растворяли в серной кислоте, где, оптимальной была норма - 100-102 %. Коэффициент разложения фосфосырья достигал 93,7-95,0 %, скорость фильтрации пульпы составил 842-978 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/м<sup>3</sup>.ч.

В результате технологических исследований определены оптимальные технологические показатели процесса получения ЭФК в дигидратном режиме. Усреднённый раствор ЭФК имел следующий состав, мас. %: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-20,20; SO<sub>3</sub>-3,35; F-1,08; плотность при 18°C-1,235 г/см<sup>3</sup>.

Таким образом, исследовано поведение балластных примесей в процессе переработки фосфоритов. Аналогичные результаты получены при переработке концентратов, полученных после комбинированного флотационного обогащения, с последующим химическим дообогащением.

На основе проведенных исследований разработана технология извлечения балластных примесей из ЭФК с целью получения экологически чистого аммофоса и диаммофоса (рис. 9).



**Рис. 8. Качественно-количественная технологическая схема обогащения фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов**

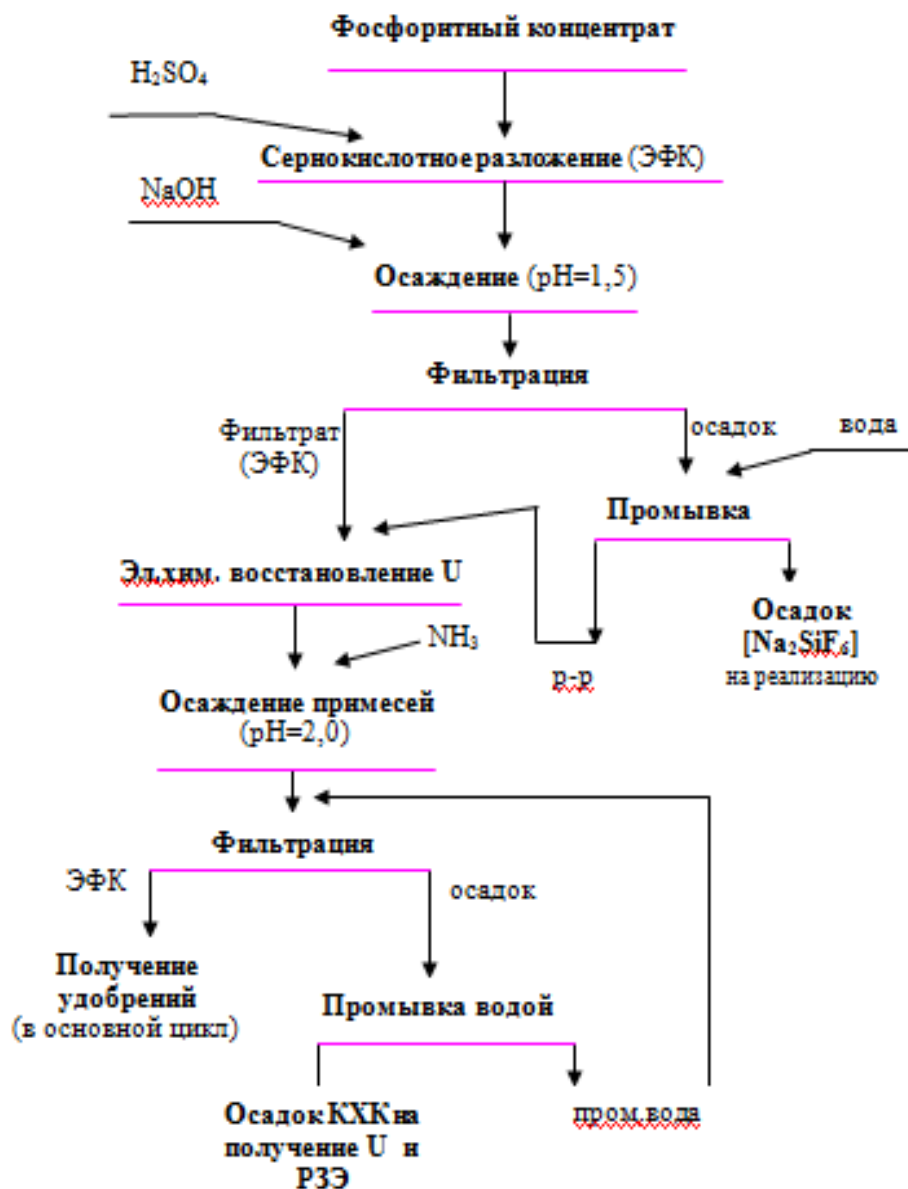


Рис. 9 - Принципиальная схема утилизации балластных примесей из ЭФК

Расчёт технико-экономических показателей использования осадителей фтора из ЭФК показывает, что из вышеуказанных соединений наиболее подходящим является NaOH, или KOH из-за низкого расхода реагента (16-25 г/на 1л ЭФК), наименьшего количества образующегося осадка (3г/100 мл), наибольшей скоростью фильтрации (1,3 л/ч в условиях лабораторной установки). Фторидный товарный концентрат с содержанием фтора не менее 30 %, сушится и затаривается. Способ очистки ЭФК от фтора основан на ступенчатом осаждении фтора в виде  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  введением в ЭФК NaOH в количестве 25 кг на  $\text{м}^3$  ЭФК.

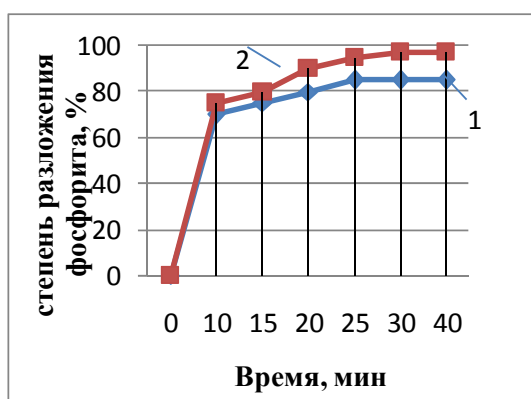
Для очистки от урана, его переводят в 4-х валентное состояние, путем непрерывного электрохимического восстановления и затем осаждают газообразным аммиаком при  $\text{pH}=2,0-2,2$  с одновременным получением коллективного химического концентрата (КХК). Для снижения потери

фосфора в процессе очистки КХК промывают водой и её повторно используют в технологическом цикле.

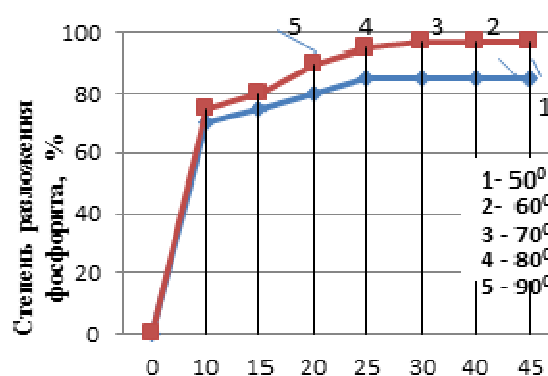
Для восстановления урана в 4-х валентное состояние использовался проточный электролизер с объемнопористым рабочим электродом.

Восстановление урана (IV) происходит не сразу в электролизере, а уже после электролиза, по-видимому, за счёт каталитического действия двухвалентного железа в процессе восстановления U (IV). Уран можно осаждать при pH раствора 2,5-2,6 без электрохимического восстановления, но при этом потеря фосфора с осадком составляет более 30 %. При pH 2,5 происходит осаждение фосфора, содержащегося в ЭФК, которое переходит в КХК в количестве 30 отн. %, а при pH=2,2 – всего лишь 14 отн. %.

*Исследование режимов разложения фосфоритов.* Важным условием разложения фосфоритов для максимального перевода фосфора, урана и РЗЭ в раствор являются режимы растворения проб серной кислотой при различной её концентрации. Для установления оптимального времени разложения фосфоритной руды контролируется температурный режим в реакторе (рис.10 и 11).



**Рис. 10. - Кинетика разложения фосфорита при Т:Ж= 1:1,8 и различной исходной концентрации серной кислоты, %: 1-80; 2-98**



**Рис. 11. - Кинетика разложения фосфорита при различных температурах реактора**

Исследование проводили в трех режимах:

- извлечение урана сорбцией из осветленных сернокислых растворов после фильтрации;
- извлечение урана и РЗЭ осаждением при pH=2,0 после восстановления 4-х валентного урана железом;
- сорбционное извлечение урана из сернокислых пульп.

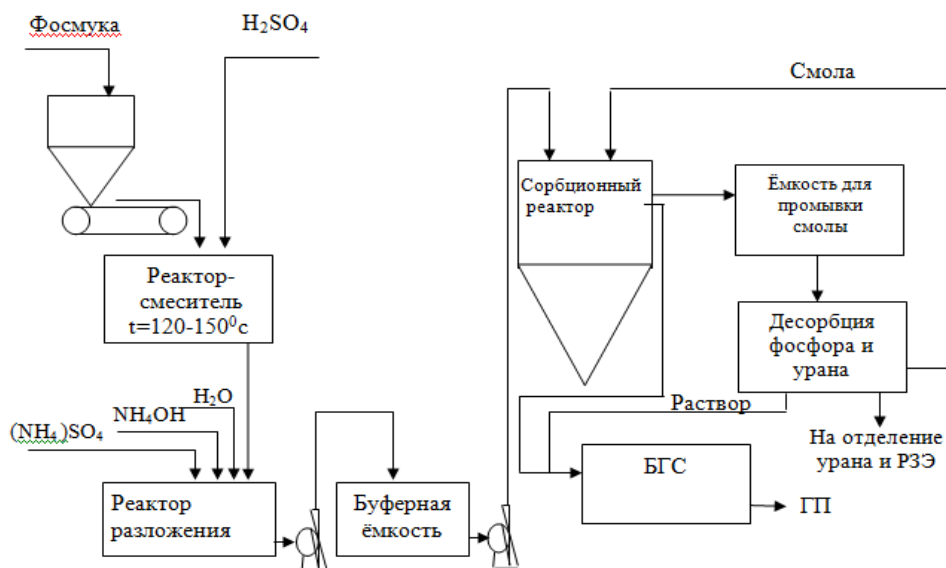
Технологическая схема получения очищенного суперфосфата приведена на рис.12. Были исследованы сорбционные возможности 4-х типов ионитов: ВО-020; ВТ-706; А-560/4790 (Китай) и АМП (Украина), для извлечения урана из суперфосфатных пульп. Наиболее подходящим для извлечения урана из

пульп оказался ионит типа АМП, позволяющий осуществить попутное извлечение урана из пульп относительно на 90 %.

Основным достоинством технологии является то, что процесс попутного извлечения урана не ухудшает качества получаемого суперфосфата по предложенной технологии.

Таким образом, при сернокислотном выщелачивании в режиме получения суперфосфата, в раствор переходит относительно до 40 % РЗЭ. Из раствора в режиме осаждения урана соосаждалось до 50 % РЗЭ, и при этом сквозное извлечение РЗЭ составило до 25-30 отн.% от исходного.

Для проведения укрупненно-лабораторного испытания предложенной технологии получения суперфосфата соответствующего О'zDSt 2825:2014, с одновременным извлечением радиоактивных элементов, использовалась фосфоритовая мука Ташкура, с содержанием  $P_2O_5$  -17,9 % и  $CO_2$  -16,5 %. Укрупненно-лабораторная испытания проводилась в ЦНИЛе ГП НГМК.



**Рис. 12.**  
Принципиальная технологическая схема получения очищенного суперфосфата по поточному способу

Материальный баланс (рис. 13) установлен из расчета получаемого гранулированного экологически очищенного суперфосфата весом 1 т. За основу взяты параметры действующей технологической схемы получения гранулированного суперфосфата в СП-АО «Электрохимзавод». На основе результатов технологических испытаний установлены оптимальные нормы технологического режима процесса получения нового вида радиоэкологически очищенного суперфосфата.

Все стадии технологического процесса (кроме сорбции урана и РЗЭ) осуществлены на основе действующего технологического регламента цеха по производству суперфосфата на СП-АО «Электрохимзавод». Дополнением к существующей технологии является внесение в процесс узла сорбции урана, радия из пульп, после растворения фосфоритов серной кислотой. На основе технологических испытаний получен АКТ производства радиоэкологически очищенного суперфосфата (справка ГП НГМК 19.01-03-01/668 от 07.05.2019г.). Данная разработка будет внедрена в действующем СП-АО



«Электрохимзавод», после установления агрохимической эффективности новых видов удобрений при выращивании различных сельхозкультур в условиях Республики и маркетинговых исследований потребности рынка (внутреннего и внешнего) предлагаемого вида удобрения.

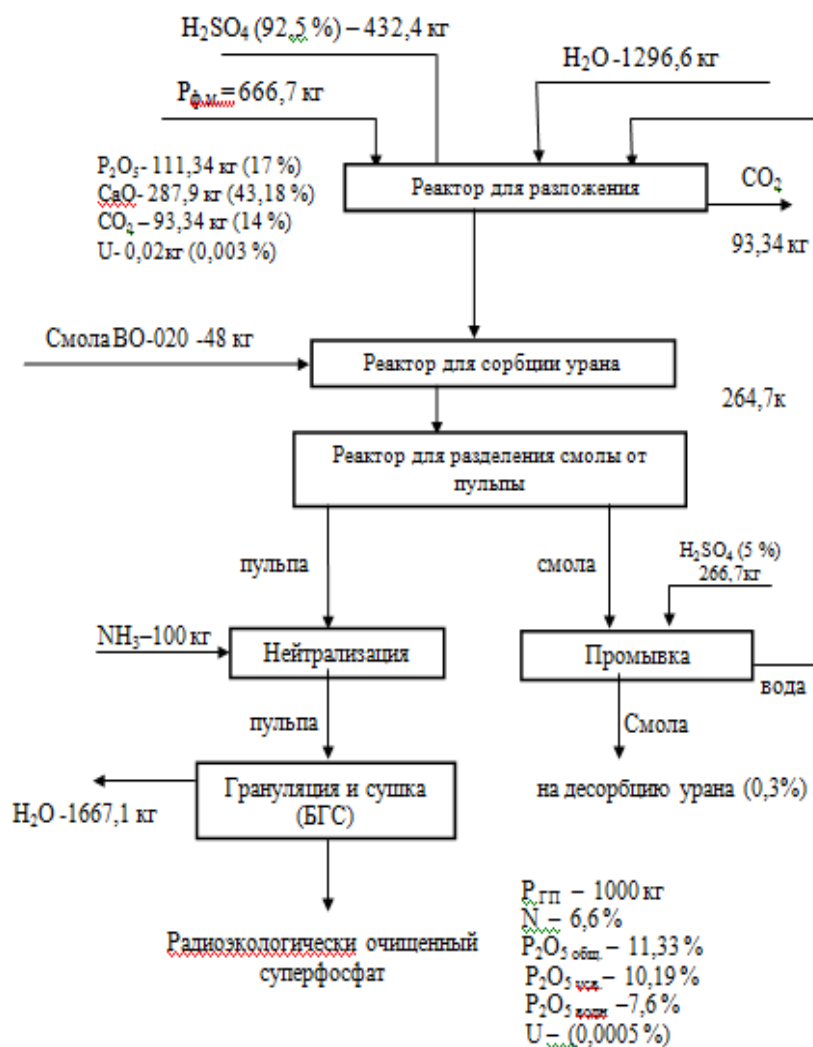


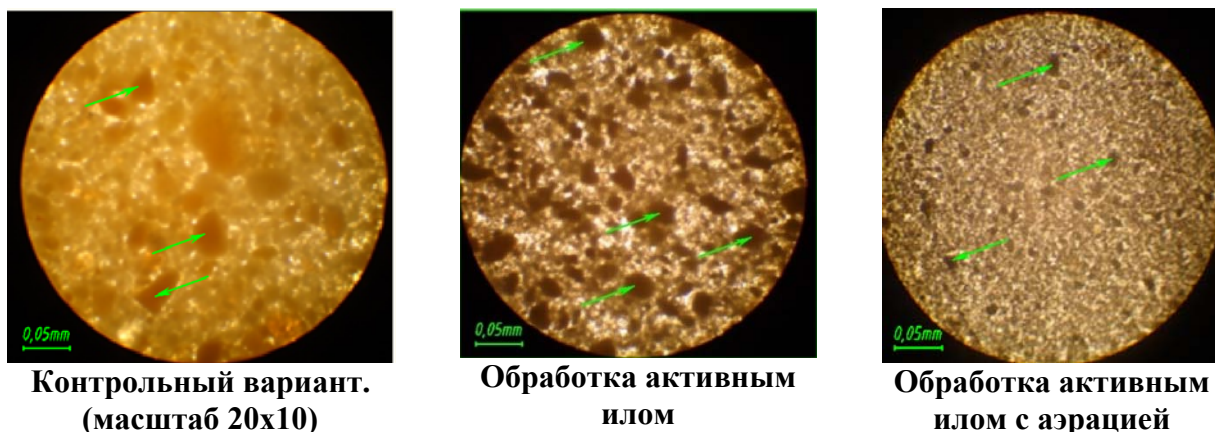
Рис. 13. Материальный баланс для получения радиоэкологически очищенного суперфосфата массой 1 т

В пятой главе «Исследование по получению нового вида органоминеральных удобрений» разработана технология получения нового вида органоминерального удобрения с обработкой микрофлорой активного ила биохимической очистке коммунально-бытовых отходов из низкосортных фосфоритовых руд. С биологической точки зрения, активный ил представляет скопление бактерий, образовавших колонии - зооглеи. Доказано, что нитрифицирующие микроорганизмы способны деструктировать минерал кальцит  $CaCO_3$  в фосфоритах, с целью извлечения углерода для своего роста и развития. Дополнительно к этому в этих осадках присутствует большое количество гуминовых кислот, нитратов, различных органических видов гелевых выделений микроорганизмов, играющих для роста и развития растений роль стимуляторов и способствующих улучшению качества органоминерального удобрения.

Анализируя полосы поглощения ИК-спектров активного ила с фосфоритами можно увидеть практически полное совпадение основных характеристических линий, что говорит о наличии одинаковых функциональных групп - гуминовых кислот (ГК), участвующих в связывании металлов и полиэлектролитная природа ГК и функциональные группы; органическая составляющая которых в связывании металлов играют белковые молекулы и гуминоподобные вещества и минеральные компоненты ила - силикаты и алюмосиликаты. Добавление фосфоритовых руд увеличивает вероятность связывания неорганических соединений более прочной связью, что приводит к появлению хелатных, металлорганических соединений. Именно способность органического вещества образовывать хелаты, связана с их способностью переводить неорганические соединения в усвояемую растениями форму.

Анализ морфологической структуры фосфоритовых зерен под микроскопом показал избирательное измельчение фосфоритовой руды и в качестве источника фосфора они использовали фосфоритовые зерна (франколит), которые при длительном воздействии микроорганизмов уменьшались в размерах и приобретали сферическую форму (рис. 14). Из рис. 14 видно, что в контрольном варианте видны фосфоритовые зерна в достаточно крупных размерах, до 40-60 мкм (показаны стрелками).

Рентгено-флуоресцентный спектральный анализ образцов, обработанных активным илом, показал наличие в твердой фазе 25 элементов, в том числе элементов, относящихся к редким и рассеянным металлам. При анализе соединений фосфора результаты показали, что во всех образцах фосфор перешел в водорастворимую форму.



**Рис. 14. Характеристика морфологической структуры фосфоритовых зерен под воздействием микрофлоры активного ила**

Взаимодействие веществ, выделенных во внешнюю среду микроорганизмами активного ила, при взаимодействии с фосфоритовой рудой увеличивает степень образования подвижных форм фосфора и кальция, при котором значительно снижается потеря низкомолекулярных органических веществ. При добавлении к активному илу фосфоритного сырья в нем повышается концентрация фосфора, усиливаются

микробиологические процессы, ускоряется гумификация полученной смеси, т.е. под влиянием фосфоритного сырья происходит удержание аммонийного азота, который может испаряться из аэротенков. В то же время фосфор из фосфорита переходит из неусвояемой формы в усвояемую в результате растворения минералов, содержащих нерастворимый фосфор - франколита, фторапатита и гидроксилapatита под влиянием ферментных систем микрофлоры активного ила. Учитывая простую схему создания биохимических очистных станций и наличия их во всех городах Республики Узбекистан, предлагается использовать фосфориты Центральных Кызылкумов для получения органоминерального азотнофосфорного полимикрэлементного удобрения для обеспечения своих региональных нужд (Рис. 15).

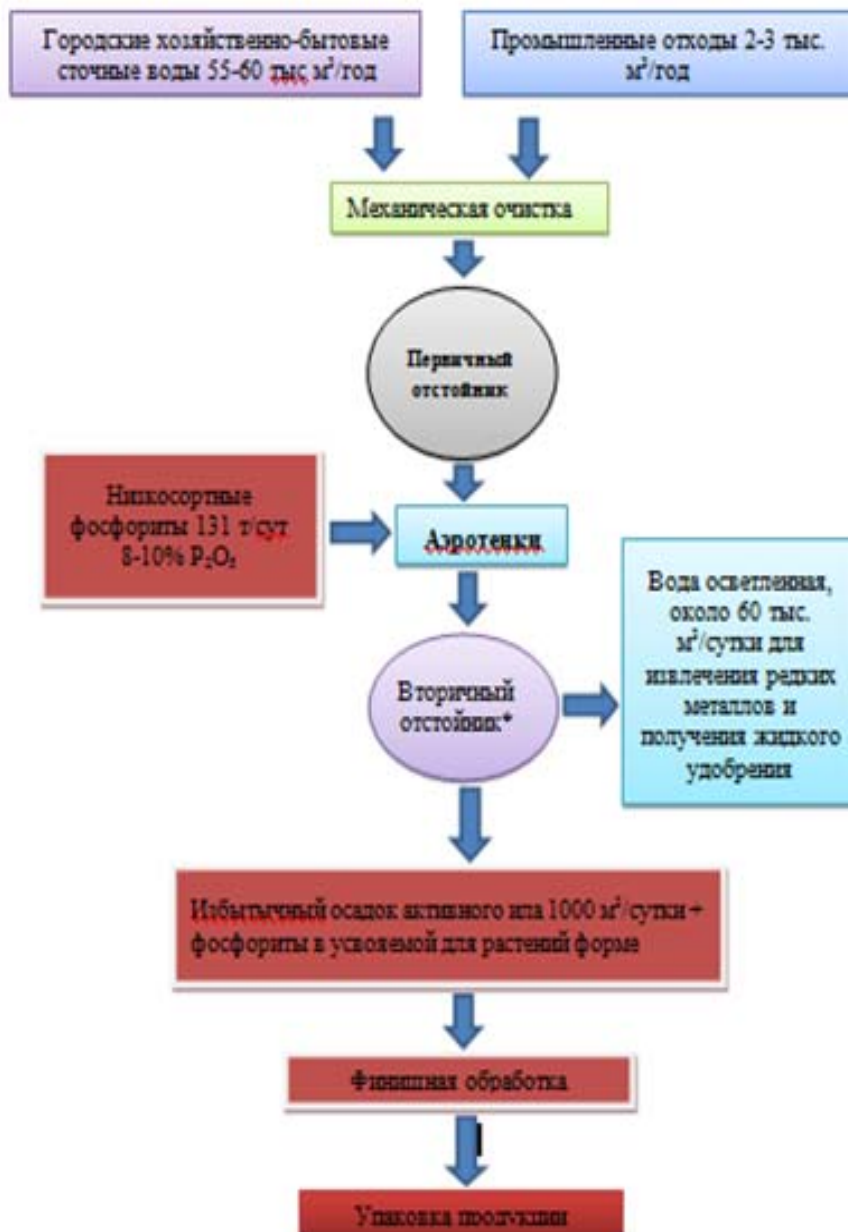


Рис. 15. Принципиальная технологическая схема получения органоминерального удобрения (\* - возможно добавление коагулянтов)

Во всех крупных городах Республики Узбекистан имеются станции по биохимической очистке коммунально-бытовых отходов. При использовании этими станциями низкосортных фосфоритов для получения органоминерального удобрения, появилась бы реальная возможность по обеспечению фосфорными удобрениями своих регионов, без расходования финансовых средств на покупку со стороны минеральных фосфор-содержащих удобрений.

Были проведены исследования по суточной нагрузке станций очистки коммунально-бытовых отходов по Навоийской области (табл.), где исходя из суточной нагрузки аэротенков при соотношении Т:Ж=1:4 можно получить до 92 тыс.т фосфорсодержащих органоминеральных удобрений в год.

В г. Зарафшане на станции БХО в иловые накопители ежемесячно сбрасываются до 45 т избыточного активного ила. В год набирается около 530 т органических отходов, которые можно использовать совместно с низкосортными фосфоритовыми рудами. В г. Зарафшан в ЦРУ было организовано полупромышленное испытание с получением органоминерального удобрения. Для этого, с помощью руководства ЦРУ был организован вывоз из КФК 4 тонн фосфоритовой руды, который был сброшен в 3 первичных отстойника на станции БХО г. Зарафшана. После суточного пребывания руды в отстойнике, откачан в иловые накопители, где произведена обработка избыточным активным илом.

Таким образом, только Навоийская область при эффективном использовании низкосортных фосфоритовых руд и отходов КФК НГМК может удовлетворить не только свои региональные потребности в качественных органоминеральных удобрениях, но и реализовать готовый продукт сторонним организациям.

Таблица

Суточная нагрузка аэротенков городов Навои и Зарафшан по фосфоритам

Наименование	Сут. объем отходов, м <sup>3</sup>	Норма ФР для аэротенков, т/сут	Кол-во получ. удобр., тыс. т в год	Сброс избыт. АИ, т/сут	Норма ФР для избыт. АИ, кг	Кол-во получ. удобр. в год, тыс. т
Станция БХО АО«Навоиазот»	52 500	131,25	47 906	6	1500	5 475
Станция БХО в г. Зарафшан	49 400	123,50	45 077	5	1250	4 562
Очистка стоков на КФК	150	37,50	13 687	0,02	250	91,3
		292,25	82 983		3 000	10 128

На основе действующих стандартов О'zDSt 2825:2014 на суперфосфат, полученное нами органоминеральное удобрение имеет более улучшенные параметры качества по сравнению с суперфосфатом.

Основным преимуществом предложенной технологии производства нового типа органоминерального удобрения является применение

минимального вмешательства в действующие технологические процессы цеха биохимической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.

Учитывая особенности конструкции технологической схемы очистного сооружения, фосфоритовые шламы можно загружать в первичные отстойники, затем откачивать в иловые накопители с последующим орошением их избыточным активным илом.

Данную разработку рекомендуется внедрять во всех городах Республики Узбекистан, имеющих соответствующие, цехи биохимической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод. В г. Зарафшан в кратчайшие сроки возможна организация производства органоминерального удобрения на базе УВиОС ЦРУ НГМК. Для этого требуется установление агрохимической эффективности полученного удобрения при выращивании различных сельхозкультур в условиях Республики.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основе проведенных исследований по диссертации доктора технических наук (DSc) на тему «Разработка эффективной технологии комплексной переработки низкосортных фосфоритовых руд с извлечением ценных компонентов» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Всесторонне исследован вещественный и минералогический составы руды. Установлено, что основными пороодообразующими минералами являются фторкарбонатит (франколит) и кальцит.

Кызылкумским фосфоритам свойственна высокая степень карбонатности, содержание  $\text{CO}_2$  в некоторых образцах достигает 27 % и более. Фосфориты содержат небольшое количество Ni, Mn, Co, Cu, которые в качестве микроэлементов могут входить в состав удобрений при кислотной переработке этих фосфоритов.

2. Комплексными физико-химическими методами исследований впервые выявлена способность отходов масложиркомбината (соапсток) – как флотореагента для флотации карбонатов – заменителя олеиновой кислоты. Заменителями синтетических высших спиртов при флотации фосфатных минералов рекомендован новый флотореагент «Фомол».

3. Определены факторы, влияющие на извлечение кальцита и фосфата при карбонатной и фосфатной флотации с предварительным удалением шламов из руд. Установлена возможность разделения кальцита от фосфата регулированием кислотности (pH) среды.

4. Исследованиями определены условия дообогащения флотоконцентрата растворами азотной кислоты, с получением кондиционного фосконцентрата и раствора нитрата кальция.

5. Нейтрализация аммиаком раствора нитрата кальция выявлено возможность получения аммиачной селитры и гашеной извести, которые широко используются в народном хозяйстве.

6. По комбинированной технологической схеме обогащения низкосортных фосфоритовых руд впервые получен кондиционный концентрат, содержащий до 26,8 %  $P_2O_5$ . При этом сквозное извлечение  $P_2O_5$  составляет 66,24 % с выходом концентрата 39,0 %.

7. Разработано принципиально новых, более экономичных технологий переработки местного фосфатного сырья на высокоэффективные экологически чистые фосфорсодержащие удобрения (аммофос и диаммофос) и экологически чистого суперфосфата с одновременным получением концентратов урана, РЗЭ и других ценных элементов, применительно к действующим технологическим процессам получения фосфорных удобрений, без ухудшения технологических режимов производства.

9. Впервые разработана технологическая схема получения нового вида органоминерального удобрения с использованием активного ила содержащего азота, фосфора, калия и других полезных микроэлементов обеспечивающий вовлечение в переработку низкосортных фосфоритовых руд с их утилизацией.

10. По результатам проведенной укрупненно-лабораторной и полупромышленной испытаний рекомендована технологическая схема обогащения низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов с ожидаемым экономическим эффектом 3 059 млн. сум в год на 100 000 т руды в ценах 2018 г.

**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**

---

**NAVOI STATE MINING INSTITUTE**

**DONIYAROV NODIRJON ABDIHAKIMOVICH**

**DEVELOPMENT OF EFFECTIVE TECHNOLOGY OF  
COMPLEX PROCESSING OF LOW-GRADE PHOSPHORITE  
ORES WITH EXTRACTING OF VALUABLE COMPONENTS**

**04.00.14 – Mineral processing**

**DISSERTATION ABSTRACT  
FOR THE DOCTOR OF SCIENCES (DSc) OF TECHNICAL SCIENCES**

**Navoi – 2019**

**The theme of dissertation doctor of sciences (DSc) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B2018.2.DSc/T222.**

The dissertation has been carried out at the Navoi State Mining Institute.

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) and on the website of «ZiyoNet» information-educational portal (www.ziynet.uz).

**Scientific Consultant:** **Sanakulov Kuvandik**  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Honored Worker of Industry of the Republic of Uzbekistan

**Official opponents:** **Yusupkhodjaev Anvar Abdullaevich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Erkaev Aktam Ulashevich**  
Doctor of Technical Sciences, professor

**Iskandarova Mastura Iskandarovna**  
Doctor of Technical Sciences, professor

**Leading organization:** **State Enterprise «Institute of Mineral Resources»**

The defence of the dissertation will be held on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 at \_\_\_\_ at the meeting of 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. 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).

**B.R. Raimjanov**  
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 (abstract of DSc thesis)

**The aim of research work** is to develop an effective technology for the integrated processing of low-grade phosphate ores with the extraction of valuable components by flotation, chemical and bacterial methods.

**The object of the research work** are low-grade phosphorite ores from Jeroy-Sardara deposit.

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

Based on the study of crystal chemical, thermodynamic and surface properties of phosphate and calcite, patterns of the flotation behavior of minerals are revealed and the optimal mode of the flotation process is developed;

First studied chemical and physico-chemical properties of waste oil and fat plant, and their flotation capacity in relation to carbonate minerals;

A method for the production of phosphate concentrate with a content of 27.1%  $P_2O_5$  complying with the technical requirements of TSh 81.2–22: 2006 «Tashkur phosphate concentrate (washed burnt)» was developed with a  $P_2O_5$  content in the initial off-balance ore of 12.8% using the method of carbonate-phosphate flotation of refluxed ore and subsequent chemical enrichment;

A method has been developed for reducing  $U^{+6}$  to  $U^{+4}$  in EPA using iron-containing production waste (magnetic fraction of hydrometallurgical plants) with the aim of subsequent simultaneous deposition of uranium and REE before neutralizing EPA, to obtain phosphorus fertilizers purified from ballast impurities;

A method has been developed for producing radioecologically purified superphosphate based on preliminary extraction of uranium (radium) using anion exchangers of the AMP and VO-020 type, and REE using ion exchangers of the AFI-22 type;

when studying the laws of the influence of physical and chemical parameters (pH of the medium, the content of nitrogen, phosphorus, potassium and other elements, the duration of the process, etc.) during the interaction of phosphorites with microflora of activated sludge, the optimal terms for the decomposition of francolite for the production of a new type of organomineral fertilizer were established

Based on the study of the mechanism of dissolution of minerals in the composition of phosphorites under the bacterial action of the microflora of activated sludge for the first time obtained new information on the qualitative and quantitative changes in the composition of the original, intermediate and final inorganic and organic compounds and acid mixtures.

**Implementation of the research results.** Based on the obtained scientific results on the development of an effective technology for the complex processing of low-grade phosphate ores with the extraction of valuable components:

The developed technology for the enrichment of low-grade phosphorite ores of Central Kyzyl Kum by the carbonate-phosphorite flotation method based on new reagents – soap stock (waste from oil and fat plants) and fomol (certificate of Navoi Mining and Metallurgical Plant No. 02-06-07/5670 dated May 03, 2019) was implemented. As a result, it became possible to obtain a conditioned

concentrate with a  $P_2O_5$  content of 26.8%. The throughout recovery rate of  $P_2O_5$  with a concentrate output of 39.0% was 66.24%;

Combined carbonate-phosphorite flotation followed by chemical enrichment of the flotation concentrate was introduced at the Navoi Mining and Metallurgical Combine (certificate of the Navoi Mining and Metallurgical Combine 02-06-07/5670 dated May 3, 2019). As a result, a phosphorite concentrate with a  $P_2O_5$  content of 27.1% from off-balance ore was obtained in accordance with technical requirements;

The technology for producing a new radio-ecologically purified superphosphate was implemented (certificate of the Navoi Mining and Metallurgical Combine No. 02-06-07/5670 dated May 03, 2019). As a result, a semi-industrial test was conducted and a technology was developed for processing low-grade phosphorite ores at a biochemical treatment plant (UV&OS) in Zarafshan.

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the thesis consists of an introduction, five chapters, conclusion, list of references, applications. The volume of the dissertation is 200 pages.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Санакулов К.С., Донияров Н.А., Тагаев И.А. Разработка и усовершенствование технологии переработки низкосортных фосфоритовых руд центральных кызылкумов // Монография. – Навои. 2019. – 144 с.

2. Донияров Н.А., Асроров А.А., Саттаров Г.С., Петухов О.Ф. Исследование возможности получения кондиционных фосконцентратов из забалансовых фосфоритовых руд // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2016. – №4. – С. 128-132 (05.00.00; №7).

3. Донияров Н.А., Тагаев И.А., Муратов И.Н., Муродов Ш.А. Проблемы и перспективы получения нового вида органоминеральных удобрений на базе низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – №1. – С. 52-56 (05.00.00; №7).

4. Донияров Н.А. Исследование возможности комбинированной технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов с применением новых реагентов // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – №3. – С. 79-84 (05.00.00; №7).

5. Донияров Н.А., Тагаев И.А. Анализ вещественного состава фосфоритов Центральных Кызылкумов после обработки активного ила // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – №3. – С.91-95 (05.00.00; №7).

6. Doniyarov N.A., Tagayev I.A. Using active sludges of cleaning facilities for obtaining the organomineral nitrophosphoric polymicroelement fertilizer enhanced by phosphorus // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2018. – P.5725-5732 (05.00.00; №8).

7. Doniyarov N.A., Tagayev I.A. Obtaining a new kind of organic fertilizer on the basis of low-grade phosphorite of Central Kyzylkum // RMZ. Materials and Geoenvironment. Materiali in geokolje. – Slovenia. Univerza v Ljubljana, 2018. – P. 1-9 (04.00.00; №4).

8. Донияров Н.А. Извлечение вредных примесей из фосфоритовых продуктов для получения высококачественных фосфоритовых удобрений // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2019. – №1. – С. 61-63 (05.00.00; №7).

9. Донияров Н.А., Тагаев И.А., Асроров А.А., Муродов И.Н. Разработка технологии получения фосфорных удобрений высокого качества, очищенных от балластных примесей // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2019. – №2. – С. 68-70 (05.00.00; №7).

10. Донияров Н.А., Тагаев И.А., Асроров А.А., Муродов И.Н. Изучение влияния новых флотационных реагентов на минералы фосфоритовых руд Кызылкумов при комбинированном обогащении // Universum: технические науки. – Москва, 2019. – №5. – С. 56-59 (02.00.00; №1).

11. Донияров Н.А., Тагаев И.А., Асроров А.А., Муродов И.Н. Ик-спектроскопический облик низкосортных фосфоритных руд Центральных Кызылкумов после обработки микрофлорой активного ила станции биохимической очистки // *Universum: технические науки*. – Москва, 2019. – №5. – С. 72-75 (02.00.00; №1).

12. Doniyarov N.A., Tagayev I.A., Asrorov A.A., Murodov I.N., Aripov A.R., Narzullayev J.N. A research on the extraction of ree from a flotation concentrate, // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2019. – P. 9113-9116 (05.00.00; №8).

## **II бўлим (II часть; part II)**

13. Донияров Н.А., Абдурахмонов Э., Саттаров Г.С. Агротехнические возможности полученных удобрений при обогащении бедных фосфоритовых руд // *Горный вестник Узбекистана*. – Навои, 2012. – №4. – С. 61-67.

14. Донияров Н.А., Абдурахмонов Э., Саттаров Г.С. Исследование возможности попутного извлечения ценных компонентов из фосфоритовых руд // *Горный вестник Узбекистана*, 2013. – №1. – С. 60-66.

15. Донияров Н.А., Абдурахмонов Э. Исследование флотационно-химического обогащения низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов // *Материалы научно-практической конференции на тему: «Инновационные технологии горно-металлургической отрасли»*. – Навои, 21 октября 2011 г. – С. 133-134.

16. Лузановский А.Г., Донияров Н.А., Каландарова З.Х. Редкоземельные элементы в полеогеновых фосфоритах Кызылкума // *Материалы Международной научно-технической конференции на тему: «Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической отрасли»*. – Ташкент, 2014. С. 272-273.

17. Донияров Н.А., Абдурахмонов Э., Саттаров Г.С. Попутное извлечение урана, редкоземельных и других элементов при переработки фосфоритового сырья // *Материалы научно-технической конференции на тему: «Перспективы науки и производства химической технологии в Узбекистане»*. – Навои, 23-24 мая 2014 г. – С. 204.

18. Шарафутдинов У.З., Донияров Н.А., Ражаббоев И.М. Исследования качества ионитов, применяемых для извлечения урана // *Сборник материалов IV-Всероссийской конференции с международным участием на тему: «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды»*. – Чебоксары, 21-22 ноября 2014 г. – С. 176.

19. Донияров Н.А., Саттаров Г.С., Абдурахмонов Э., Абдурахмонов С.А. К вопросу получения кондиционного удобрения из забалансовых фосфоритов Кызылкума // *Материалы Республиканской научно-технической конференции на тему: «Горно-металлургический комплекс: проблемы и их решения»*. – Алмалык, 8 апреля 2015 г. – С. 69.

20. Донияров Н.А., Саттаров Г.С., Каландарова З.Х., Кодиров З.А., Халимова Н.Т. К вопросу обогащения забалансовых фосфоритовых руд Кызылкума // Материалы Республиканской научно-технической конференции на тему: «Горно-металлургический комплекс: проблемы и их решения». – Алмалык, 8 апреля 2015 г. – С.110-112.

21. Донияров Н.А., Кодиров З.А., Пармонов С.Т. Извлечение редкоземельных элементов при переработке фосфоритового сырья Централных Кызылкумов // Сборник материалов V-Всероссийской конференции с международным участием на тему: «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды». – Чебоксары, 26-27 ноября 2015 г. – С. 100-101.

22. Саттаров Г.С., Донияров Н.А., Таджиев С.М., Абдурахмонов Э. Редкоземельные элементы в Кызылкумских фосфоритах // Материалы Первой Международной конференции на тему: «Ресурсосберегающие технологии переработки фосфоритов Централных Кызылкумов в фосфорсодержащие удобрения и фосфорные соли». – Ташкент, 2016 г. – С. 28.

23. Донияров Н.А., Таджиев С.М., Саттаров Г.С., Асроров А.А., Абдурахмонов Э. Попутное извлечение ценных компонентов при переработке фосфоритов // Материалы Первой Международной конференции на тему: «Ресурсосберегающие технологии переработки фосфоритов Централных Кызылкумов в фосфорсодержащие удобрения и фосфорные соли». – Ташкент, 2016 г. – С. 29.

24. Саттаров Г.С., Донияров Н.А. Разработка технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд Централных Кызылкумов // Материалы Первой Международной конференции на тему: «Ресурсосберегающие технологии переработки фосфоритов Централных Кызылкумов в фосфорсодержащие удобрения и фосфорные соли». – Ташкент, 2016 г. – С. 31.

25. Донияров Н.А., Саттаров Г.С., Шарафутдинов У.З. Исследование по извлечению РЗЭ // Материалы Первой Международной конференции на тему: «Ресурсосберегающие технологии переработки фосфоритов Централных Кызылкумов в фосфорсодержащие удобрения и фосфорные соли». – Ташкент, 2016 г. – С. 39.

26. Донияров Н.А., Таджиев С.М., Саттаров Г.С., Асроров А.А., Абдурахмонов Э. К вопросу попутного извлечения ценных компонентов при переработке фосфоритов // Материалы Республиканской научно-технической конференции на тему: «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития». – Навои, 15-16ноября 2016 г. – С. 120.

27. Донияров Н.А., Саттаров Г.С., Таджиев С.М., Абдурахмонов Э. Особенности распределения редкоземельных элементов в Кызылкумских фосфоритах // Материалы Республиканской научно-технической конференции на тему: «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития». – Навои, 15-16ноября 2016 г. – С. 123.

28. Doniyarov N.A., Sattarov G.S., Kurbanov M.A. A research on the extraction of REE from a flotation concentrate // Proceedings of the international conference on integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects. – Navoi, 26-27 October, 2017. – P. 70-73.

29. Джамалов А.К., Очилова С.К., Очилова Г.К., Донияров Н.А. Тагаев И.А. Перспективный источник получения органоминеральных удобрений // Materials of international scientific conference «Global science and innovations 2017». Bursa, Turkey, December 04, 2017. – С. 198-203.

30. Саттаров Г.С., Донияров Н.А., Шарафутдинов У.З. Редкоземельные элементы в фосфоритах Кызылкума // Материалы Всероссийской научно-практической конференции на тему: «Роль геохимии в развитии МСБ ТПИ. прогноз, поиски, оценка и инновационные технологии освоения редкометалльных объектов». Москва, ИМГРЭ, 21-23 ноября 2016 г. – С. 136-137.

31. Донияров Н.А., Тагаев И.А., Муродов И.Н., Каримова С.А., Асроров А.А. Характеристика минерального состава низкосортных фосфоритных руд и активного ила // Материалы Международной научно-технической конференции на тему: «Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 22-23 ноября 2018 г. – С. 91-92.

32. Донияров Н.А., Тагаев И.А., Асроров А.А., Муродов И.Н. Определение оптимальных вариантов реакционной способности карбонатов в фосфоритах Кызылкумов // Материалы Международной научно-технической конференции на тему: «Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 22-23 ноября 2018 г. – С. 134-135.

33. Донияров Н.А., Тагаев И.А., Муродов И.Н., Мухамматова У.Х., Каримова С.А. Поиск способов определения вредных примесей в фосфоритах Центральных Кызылкумов // Материалы Республиканской научно-технической конференции на тему: «Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства». – Навои, 22 ноября 2018 г. – С.159-160.

34. Doniyarov N.A., Tagaev I.A., Muratova M.N., Andriyko L.S. The study of microflora of active sludge in biochemical cleaning process by FTIR spectroscopy // Book of abstracts «Ukrainian conference with international participation chemistry, physics and technology of surface and workshop metal-based biocompatible nanoparticles: synthesis and applications». – Kyiv, Ukraine, 17 May 2019. – P.187.

35. Doniyarov N.A., Tagaev I.A., Muratova M.N., Andriyko L.S. The interaction of microflora of activated sludge with low-grade phosphorites of the central Kyzylkum // Book of abstracts «Ukrainian conference with international participation chemistry, physics and technology of surface and workshop metal-based biocompatible nanoparticles: synthesis and applications». – Kyiv, Ukraine, 17 May 2019. – P. 188.

Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналидан таҳрирдан ўтказилди.

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табоғи: 4. Адади 100. Буюртма № 37.

Гувоҳнома реестр № 10-3719  
“Тошкент кимё технология институти” босмаҳонасида чоп этилган.  
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.