

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.17/04.06.2021.Т.06.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
УНИВЕРСИТЕТИ**

ҲАМРОЕВ ШЕРЗОД ГУЛМУРОТОВИЧ

**БОЙИТИШ КОРХОНАЛАРИДАГИ АРАЛАШТИРГИЧЛАР
УЧУН СУЮҚЛИКНИ АРАЛАШТИРУВЧИ САМАРАЛИ
ҚУРИЛМАЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

04.00.16 – «Кончилик машиналари»

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

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

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

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

Хамроев Шерзод Гулмуротович

Бойитиш корхоналаридаги аралаштиргичлар учун суюқликни аралаштирувчи самарали курилмаларни ишлаб чиқиш.....3

Хамроев Шерзод Гулмуротович

Разработка эффективных устройств перемешивания жидкостей для мешалок обогатительных фабрик21

Khamroev Sherzod Gulmurotovich

Development of effective devices for mixing liquids for enrichment mixers39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.17/04.06.2021.Т.06.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
УНИВЕРСИТЕТИ**

ҲАМРОЕВ ШЕРЗОД ГУЛМУРОТОВИЧ

**БОЙИТИШ КОРХОНАЛАРИДАГИ АРАЛАШТИРГИЧЛАР
УЧУН СУЮҚЛИКНИ АРАЛАШТИРУВЧИ САМАРАЛИ
ҚУРИЛМАЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

04.00.16 – «Кончилик машиналари»

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

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2021.4.PhD/Т2475 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Навоий давлат кончилиқ ва технологиялар университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.ndki.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталига (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Тошов Бури Раджабович

физика-математика фанлари номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Джураев Рустам Умарханович

техника фанлари доктори, доцент

Аннакулов Тўлқин Жовбекович

техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент

Етакчи ташкилот:

Миллий тадқиқот технологик университети

«МИСиС»нинг Олмалиқ шаҳридаги филиали

Диссертация ҳимояси Навоий давлат кончилиқ ва технологиялар университети ҳузуридаги DSc.17/04.06.2021.Т.06.02 рақамли илмий кенгашнинг 2022 йил 25 ноябр соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Маҳмуд Таробий кўчаси, 72-уй. Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com).

Диссертация билан Навоий давлат кончилиқ ва технологиялар университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (96 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Маҳмуд Таробий кўчаси, 72-уй, Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66.

Диссертация автореферати 2022 йил 12 ноябр куни тарқатилди.

(2022 йил 12 ноябрдаги 51 рақамли реестр баённомаси).



И.Т.Мислибаев

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

Ш.Ш. Заïров

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

Н.А. Абдуазизов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати Жаҳонда ҳозирги вақтда тоғ-кон саноатининг энг муҳим йўналишлари минерал хом ашёни комплекс қайта ишлашнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш ва ресурсларни тежайдиган технологияларни ишлаб чиқишдир. Хом ашё базасини ривожлантириш ҳажмини кенгайтириш иқтисодий жиҳатдан фақат фойдали қазилмаларни қайта ишлаш жараёнларини такомиллаштириш соҳасидаги энг замонавий ишланмалар асосида амалга ошириш муҳим аҳамият касб этади.

Бугунги кунда дунёда ташқи манбадан аралаштириладиган муҳитга механик энергияни киритиш билан аралаштириш, механик аралаштиргичларнинг асосий конструктив параметрларини танлаш, сульфидли рудаларни кимёвий реагент билан бир вақтда горизонтал ва вертикал текисликда аралаштириш ва идиш тубида реагентларнинг чўкишига йўл қўймайдиган қурилмани яратиш, механик аралаштиргичнинг конструктив ва кинематик параметрларининг қувват сарфи ва аралаштириш самарадорлигига таъсирини аниқлаш, суюқ муҳитларни аралаштириш учун шарнирли муфта аралаштиргич конструкциясини ишлаб чиқиш, бир вақтнинг ўзида аралаштиргичнинг аралаштириш ва унинг ён деворларини тозалашни амалга оширадиган аралаштиргич қурилмасини ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, суюқ муҳитларни механик аралаштириш технологиясини такомиллаштириш ва аралаштириш интенсивлиги юқори бўлган аралаштириш мосламасини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамызда фойдали қазилмаларни қайта ишлашни жадаллаштириш, улардаги жараён қурилмаларини ишлатишда уларнинг ишончлилигини оширувчи ва иқтисодий самарали усулларини тадқиқот қилиш бўйича бир қатор илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Фармонида¹ «илмий-тадқиқот ва инновацион фаолиятни рағбатлантириш, инновацион ютуқларни амалиётга жорий этишнинг самарали механизмларини яратиш, ишлаб чиқаришга энергия ва ресурс тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш...» каби муҳим вазифалар белгиланган. Ушбу вазифалардан келиб чиққан ҳолда, бойитиш корхоналаридаги аралаштириш жараёни ва қурилмалари иш унумдорлигини ошириш, аралаштириш жараёнидаги механик аралаштиргичлар ресурс тежамкорлигини ошириш ва бойитиш ва қайта ишлаш жараёнларининг таннархини пасайтириш катта илмий ва амалий аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларда янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси» тўғрисида» ги, 2015 йил 4 мартдаги ПФ-4707-сон «2015-2019 йилларга мўлжалланган, ишлаб чиқаришни структуравий қайта тузиш, диверсификациялашни таъминлаш бўйича чора-тадбирлар дастури тўғрисида»

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларда янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони

ги Фармонлари ва 2019 йил 17 январдаги ПҚ-4124-сон «Кон-металлургия саноати корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Суюқ муҳитларни аралаштиришдаги механик қурилмалардан самарали фойдаланиш назарияси ва амалиётининг ривожланишига Г.Н.Абрамович, В.Г.Эйнштейн, Л.Н.Брагинский, Э.А. Васильцов, Т.А.Гиршович, В.В.Кафаров, И.М.Костин, Л.Г.Лойцянский, С.Нагата, Г.Э.Одишари, В.А.Орлов, В.В.Орлов, Л.Прандтл, Ф.Стренк, П.Г.Романков, А.А.Точигин, Ф.Холланд, Ф.Чапман ва бошқалар катта ҳисса қўшишган, улар томонидан суюқ муҳитларни аралаштиришдаги қурилмаларнинг ишончлилигини ва самарадорлигини ошириш, эксплуатация таннархини ресурс тежамкор технологияларни қўллаш асосида камайтириш билан боғлиқ катта натижаларга эришилган. Бироқ бугунги кунда суюқ муҳитларни аралаштиришдаги механик қурилмалар ишини такомиллаштириш асосида аралаштириш жараёни интенсивлигини ошириш, юқори қовушқоқлик ва зичликка эга суюқликларни механик аралаштириш жараёнини жадалаштириш усуллари ва уларнинг аралаштириш жараёнига таъсир этувчи таъсирлари тўлиқ ўрганилмаган.

Шу муносабат билан, кончилик саноати бойитиш корхоналари учун муҳим бўлган механик аралаштиргичлар иш жараёнини ўрганиш, эксплуатация ишончлилиги ва самарадорлигини ошириш зарурияти юзага келади ва бу йўналишда кейинги тадқиқотларни давом эттириш лозим.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети илмий-тадқиқот режасининг ВА-ОТ-А3-21 – «Статик марказдан қочма классификаторни яратиш ва ишлаб чиқиш» мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади суюқ муҳитларни механик аралаштириш технологиясини такомиллаштириш ва аралаштириш интенсивлиги юқори бўлган аралаштириш мосламасини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

бойитиш корхоналаридаги механик аралаштиргичларни такомиллаштиришнинг ва эксплуатацион самарадорлигини оширишнинг асосий йўналишлари ва ҳолати таҳлили;

механик аралаштиргичларнинг асосий конструктив параметрларини танлашни назарий асослаш;

сулфидли рудаларни кимёвий реагент билан бир вақтда горизонтал ва вертикал текисликда аралаштириш ва идиш тубида реагентларнинг чўкишига йўл қўймайдиган приципиал янги қурилма яратиш;

механик аралаштиргичнинг конструктив ва кинематик параметрларининг қувват сарфи ва аралаштириш самарадорлигига таъсирини аниқлаш учун экспериментал ва назарий тадқиқотлар ўтказиш;

суёқ муҳитларни аралаштириш учун шарнирли муфта аралаштиргич конструкциясидан фойдаланишни назарий ва экспериментал асослаш;

суёқ муҳитларни аралаштириш учун шарнирли муфтали аралаштиргичнинг асосий қисмлари ҳаракат ҳолатини математик моделини ишлаб чиқиш;

бир вақтнинг ўзида аралаштиргичнинг аралаштириш ва унинг ён деворларини тозалашни амалга оширадиган аралаштиргич қурилмасини ишлаб чиқиш ва тажриба синовларини ўтказиш;

ишлаб чиқилган техник ечимларни қўллаш самарадорлигини техник-иқтисодий баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида бойитиш корхоналаридаги механик аралаштиргичлар олинган.

Тадқиқотнинг предметини бойитиш корхоналарида электр мотордан айланиш моментини аралаштиргич лопастрарига бевосита шарнирли муфта орқали етказиб, аралаштириш интенсивлигини ошириш ва идиш ён деворларини тозалаш ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида бойитиш корхоналаридаги механик аралаштиргичлар ишини такомиллаштиришда назарий ва экспериментал усуллар, лаборатория ва саноат шароитида экспериментал тадқиқотлар, аралаштириш жараёнлари ва қурилмалари ишчи ҳолатини математик моделлаштириш тадқиқотларнинг умумлашган усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

бойитиш корхоналаридаги аралаштирилаётган суёқ муҳит зичлигининг механик аралаштиргич иш жараёнига боғлиқлигини ифодаловчи Рейнольдс сонининг ўзгариш соҳаси аниқланган ва ушбу боғлиқлик асосида суёқликнинг қовушқоқлигининг механик аралаштиргич ишчи қисмларининг иш ресурсига таъсирининг физик модели ишлаб чиқилган;

бойитиш корхоналаридаги юқори зичликка эга суёқ муҳитларни аралаштириш интенсивлигини оширувчи янги шарнирли муфтали механик аралаштиргич қурилмасини ишлаб чиқилган;

янги шарнирли муфтали механик аралаштириш қурилмасининг ишчи қисмлари кинематик параметрларининг аралаштириш интенсивлигига боғлиқ ҳолда ўзгариши аниқланган;

катта ҳажмли цилиндрсимон идишларда суёқ муҳитларга кимёвий реагентларни қўшиш орқали аралаштиришда идиш ён деворларига ёпишиб қолган қаттиқ моддаларнинг самарали механик тозалаш қурилмаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

бойитиш корхоналаридаги катта ҳажмли цилиндрсимон идишларда юқори қовушқоқлик ва зичликка эга суюқ муҳитларни аралаштириш интенсивлигини оширувчи ҳамда идиш тубида чўкмалар ҳосил бўлишини бартараф этувчи, янги шарнирли муфтали механик аралаштиргич ишлаб чиқилган;

юқори зичликка эга суюқ муҳитларга кимёвий реагентларни кўшиш натижасида идиш ён деворларига қаттиқ моддаларнинг ёпишиб қолиш ҳолатларини камайтириш имконини берувчи, шарнирли муфтали механик тозалаш қурилмасининг янги конструкцияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги кенг миқёсдаги лаборатория ва саноат шароитидаги тажрибалар, бойитиш корхоналаридаги механик аралаштиргичлар иш жараёни ва эксплуатацияси ишончлилигини оширувчи усулларини ишлаб чиқишда ишнинг асосий ғоясининг миқдорий кўрсаткичлари ва қониқарли даражада мувофиқлиги, шунингдек, бойитиш корхоналаридаги аралаштириш жараёнида қўлланилувчи механик аралаштиргичлар ишини такомиллаштирувчи шарнирли муфтали механик аралаштиргич ва катта ҳажмли идиш ён деворларини кераксиз моддалардан тозалаш учун шарнирли муфтали механик тозалаш қурилмасини экспериментал синовларининг ижобий натижалари билан исботланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти механик аралаштиргич иш жараёнига боғлиқлигини ўрнатиш, янги шарнирли муфтали механик аралаштиргич қурилмасини яратиш, юқори зичликка эга суюқ муҳитларни аралаштириш интенсивлигини ошириш, катта ҳажмли цилиндрсимон ёпишиб қолган қаттиқ моддаларни самарали механик тозалаш усулларини яратиш ва аралаштириш жараёнининг оптимал ечимларини ўрнатиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти бойитиш корхоналаридаги механик аралаштиргичлар янги конструкцияси ва катта ҳажмли идиш ён деворларини механик тозалаш қурилмаси яратилганлиги бойитиш корхоналаридаги аралаштириш жараёни ва қурилмаларининг иш жараёни самарадорлигини оширишга хизмат қилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Бойитиш корхоналаридаги аралаштириш жараёни интенсивлигини ошириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

шарнирли муфтали механик аралаштиргич «Навоий кон-металлургия комбинати» АЖ 7-сон гидрометаллургия заводида амалиётга жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2022 йил 2 августдаги 23.01-01-07/495-сон маълумотномаси). Натижада, аралаштириш интенсивлигини ошириш, зичлиги 1410-1450 кг/м³ бўлган суюқ муҳитдаги оксидли рудаларнинг аралаштириш жараёнида чўкмалар ҳосил бўлишини камайтириш имконини берган;

шарнирли муфтали механик тозалаш қурилмасининг янги конструкцияси «Навоий кон-металлургия комбинати» АЖ 7-сон гидрометаллургия заводида амалиётга жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2022 йил 2 августдаги 23.01-01-07/495-сон маълумотномаси). Натижада, юқори зичликка эга суюқ муҳитларга кимёвий реагентларни кўшиш туфайли идиш ён

деворларига қаттиқ моддаларнинг ёпишиб қолиш ҳолатларини камайтириш ва цилиндрсимон шаклдаги тажриба ускунасидан аралаштириш жараёни интенсивлигини ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг натижалари 4 та республика ва 4 та халқаро илмий-амалий анжуманларда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 16 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 4 та мақола, жумладан 3 та республика ва 1 та хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 98 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида олиб борилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети аниқланган, тадқиқотнинг Республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этилиши бўйича тавсиялар, эълон қилинган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Суюқ муҳитларни аралаштириш назарияси ва амалиётининг ҳозирги ҳолати**» деб номланган биринчи бобида суюқ муҳитларни аралаштириш назарияси, амалиётининг ҳозирги ҳолати ҳамда унда қўлланилаётган механик аралаштиргичлар эксплуатацион кўрсаткичлари келтирилган, суюқ муҳитларни аралаштириш самарадорлигига таъсир қилувчи омиллар таҳлил этилган, диссертация мавзуси бўйича илмий тадқиқотлар ҳолатининг таҳлили ўтказилган, суюқ муҳитларни аралаштириш самарадорлигини оширишнинг асосий йўналишлари кўриб чиқилган.

Кончилик корхоналаридаги бойитиш фабрикаларида қўлланилаётган механик аралаштиргичларнинг эксплуатацион ҳамда аналитик кўрсаткичлари шуни кўрсатдики, катта ҳажмли цилиндр идишларда суюқ муҳитларни аралаштиришда уларни керакли концентрацияга ёки бир жинсли суюқликка айлантиришда кўп вақт ва энергия сарфланади. Бунга сабаб эса, механик аралаштиргичларнинг конструктив жиҳатдан носоз хусусиятлари мавжудлиги, эҳтиёт қисмларининг тез ишдан чиқиши ва аралаштириш жараёнининг режадан ташқари ҳолатда тўхтатилиши билан изоҳланади. Бундан ташқари суюқ муҳитнинг қовушқоқлиги юқори кўрсаткичга эришганда аралаштириш жараёнининг суғлашуви, аралаштириш қурилмалари ҳаракатига қаршилик кучларининг ортиб кетиши, маълум бир вақт оралиғида зичлик миқдори суюқликнидан юқори бўлган заррачаларнинг цилиндрсимон идиш тубига чўкиши кузатилади. Бундан ташқари суюқлик таркибидаги ёпишқоқлик хусусиятига эга жинсларнинг идиш ён деворларига қаттиқ ҳолатда

жипслашиши натижасида жорий ҳамда капитал таъмирлаш ва тозалаш ишларига ажратилган вақт ва кучнинг ошиб кетишига замин яратади.

Юқорида санаб ўтилган омиллар аралаштириш жараёнининг мураккаблашувига, унда ишлатиладиган механик аралаштиргичларнинг таъмири таннархининг ошиб кетиши ва иш унумдорлигининг салбий ҳолатга ўтиб қолишига асос бўлади.

Механик аралаштиргичларнинг самарадорлиги бир неча омилларга, яъни механик аралаштиргичлар қўлланилаётган суяқ муҳит қовушқоқлиги, аралаштириш жараёнидаги тоғ жинсларининг қаттиқлиги, аралаштиргичнинг оптимал конструкцияси, унинг асосий ишчи қисмлари иш кўрсаткичлари ва суяқ муҳитнинг физик ҳамда кимёвий хусусиятларига боғлиқ бўлади.

Суяқ муҳитларда аралаштириш интенсивлиги вақт бирлигида аралаштирилган суяқликнинг ҳажми ёки аралаштириладиган суяқликнинг бирлик массасига берилган энергия миқдори билан аниқланади:

$$I=N/V_c, \text{ Вт/м}^3, \quad (1)$$

бу ерда N – энергия миқдори, Вт; V_c – суяқлик ҳажми, м^3 .

Кончилик корхоналаридаги бойитиш фабрикаларида қўлланилаётган механик аралаштиргичларнинг эксплуатацион кўрсаткичлари шуни кўрсатдики, механик аралаштиргичларнинг конструктив тузилишини янада оптималлаштириш, янги конструкцияга эга аралаштиргичларни жараёнда қўллаш ҳамда унинг ишчи қисмлари иш жараёнини такомиллаштириш асосида амалга оширилади.

Шундай қилиб, кончилик корхоналаридаги катта ҳажмли цилиндрсимон идишларда суяқ муҳитни аралаштириш интенсивлигини ошириш ва ундаги асосий қурилма ҳисобланган механик аралаштиргичлар эксплуатацион самарадорлигини ошириш бўйича бажарилган аналитик тадқиқотлар натижасида диссертация ишининг қуйидаги асосий йўналишлари шакллантирилди: кон корхоналарида катта ҳажмли цилиндрсимон идишларида суяқ муҳитларни аралаштириш жараёни ва ундаги механик аралаштиргичлар иш режимини ишдан чиқишига олиб келувчи омилларни тадқиқ қилиш, ишлаб чиқаришдаги ушбу муаммоларни бартараф этиш асосида аралаштириш жараёнидаги механик аралаштиргичлар самарадорлигини оширувчи техник ечимларни ишлаб чиқиш, суяқ муҳитларни аралаштирувчи янги конструкцияга эга аралаштиргични ва цилиндрсимон идишларида аралаштириш ҳамда ён деворларига жипслашиб қолган тоғ жинсларини тозаловчи янги қурилмаларни ишлаб чиқиш.

Диссертациянинг «**Суяқ муҳитларни аралаштиришда асосий иш жараёнларини моделлаштириш**» деб номланган иккинчи бобида суяқ муҳитда аралаштириш жараёни асосий параметрлари таҳлили ҳамда аралаштириш жараёнида суяқлик зичлигининг механик аралаштиргич қурилмасига таъсирининг тадқиқи ўтказилган, аралаштириш жараёнидаги механик аралаштиргичлар иш жараёни моделлаштирилган.

Механик аралаштиргич ёрдамида аралаштириш жараёнини тадқиқ қилиш учун физик моделлаштириш усулини қўллаймиз.

Аралаштириш жараёни ишлаб чиқаришда баландлиги $H_1=10$ м, диаметри $D_1=8$ м бўлган бакда амалга оширилади. Бакнинг ичида ўлчамлари $h_1=6$ м ва $d_1=5$ м бўлган икки ярусли механик аралаштиргич жойлашган. Бак бўтана билан 9,5 м баландликкача тўлдирилади ва механик аралаштиргич ёрдамида унга айланишлар сони 30 айл/мин бўлган айланма ҳаракат берилади. Ҳодисаларнинг ўхшашлиги физик ўхшашлик, вақт ўхшашлиги, чегаравий шартларнинг ўхшашлигини ҳам ўз ичига олиши керак. Булар икки ўхшаш ҳодисалар учун бир исмли миқдорларнинг нисбатлари бир хил қийматга эга бўлишини тақозо этади.

Навъе–Стокс ва унинг узилмаслик дифференциал тенгламаларига маълум алмаштиришлар бажарилиб ўхшашлик аниқловчилари, яъни симплекслар ва ўхшашлик критериялари аниқланган.

Ишлаб чиқариш (натура) ва моделдаги суюқлик (пульпа) ларнинг ҳаракати бир-бирига ўхшаш бўлиши учун ҳисобланган критерик сонлар бир-бирига тенг бўлиши талаб этилади. Бу талабни бажариш учун аввало ишлаб чиқаришда ишлатилаётган аралаштиргич ва у ўрнатилган идишнинг диаметрлари ҳамда суюқлик кинематик параметрларини топиб оламиз.

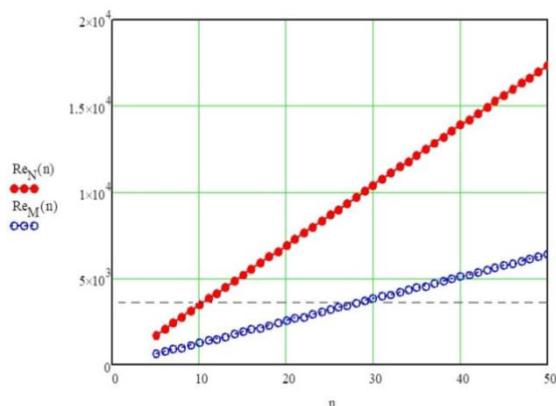
Ишлаб чиқаришдаги аралаштиргич ва унинг модели учун Рейнольдс критериясининг формуласи қуйидаги кўринишда бўлади:

$$Re_N = \frac{\rho_N \cdot n_N \cdot d_N^2}{\mu_N}, \quad (2)$$

$$Re_M = \frac{\rho_M \cdot n_M \cdot d_M^2}{\mu_M}, \quad (3)$$

бу ерда ρ_N ва ρ_M – натура ва моделдаги суюқлик зичлиги, кг/м^3 ; n_N ва n_M – натура ва моделдаги механик аралаштиргичнинг айланишлар сони, айл/мин.

Аралаштиргичнинг яратилаётган моделининг геометрик параметрлари $D_M = 0,8 \text{ м}$ ва $d_M = 0,4 \text{ м}$ қилиб танланди. Модель учун зичлиги $\rho_M = 1280 \text{ кг/м}^3$ бўлган суюқлик таёрланди ва унинг динамик қовушқоқлиги тажриба йўли билан $\mu_M = 1,765 \text{ кг/м}^3$ эканлиги аниқланди. Шу параметрлар асосида аралаштиргич айланишлар сонинг ҳар хил қийматлари учун Re сонининг ўзгариши (3) формула орқали Mathcad программаси ёрдамида ҳисобланди ва 1-расмда тасвирланган.



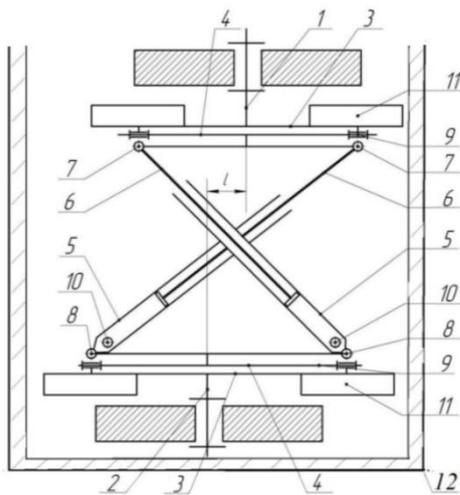
1-расм. Ишлаб чиқариш корхоналаридаги механик аралаштиргич ва унинг модели учун айланиш тезлиги солиштирма графиги

Бу расмдаги Re_N ва Re_M лар бир-бири билан таққосланиб $n_N = n_M = 10 \text{ айл/мин}$ айланишлар сонига тўғри келувчи $Re_N = 3.474 \cdot 10^3$ қийматига асосан $Re_M = 3.474 \cdot 10^3$ қийматига мос келувчи модель учун яратилган аралаштиргичнинг $n_M \cong 27 \text{ айл/мин}$ айланишлар сони аниқланди.

Диссертациянинг **«Бойитиш фабрикаларидаги суюқликларни аралаштириш учун самарали аралаштириш қурилмасини ишлаб чиқиш»** деб номланган учинчи бобда шарнирли муфтали янги механик аралаштириш қурилмасининг ишлаш принципи ва тавсифи келтирилган, шарнирли муфтали янги механик аралаштириш қурилмаси звенolari ҳаракат ҳолати ўрганилган, шарнирли муфта гидроцилиндр поршенининг кинематик параметрлари ўзгариш қонуниятлари таҳлил этилган, ишлаб чиқилган янги шарнирли муфтали механик аралаштиргич ишчи қисмларининг Mathcad дастурида таҳлили ўтказилган, аралаштириш интенсивлигини оширишда шарнирли муфтали механик аралаштиргич қурилмасининг тажриба - синов тадқиқотлари ўтказилган, шарнирли муфтали механик аралаштиргич қурилмасининг ишчи қисмлари ҳаракатини математик модели ва ЭХМ ҳисоблаш дастурий таъминоти яратилган.

Мақсад-яратилаётган механизм суюқликка мавжуд механик аралаштиргичларга ўхшаб горизонтал ва унга параллел текисликларда таъсир этсин, бундан ташқари вертикал текисликларда ҳам аралаштирсин. Биз тақлиф этаётган «Шарнирли муфта» механик аралаштиргич мақсадимизга эришишнинг усуллари билан бири ҳисобланади (2-расм).

Ташқи ва ички қисмлардан иборат телескопик шатун поршен-цилиндрга ўхшаб ишлаб етакчи ярим муфтадан айланма ҳаракатни эргашувчи ярим муфтага узатади. Етакчи ярим муфта етакланувчи ярим муфтага нисбатан ε узунликдаги радиал кўчиш (экссесса)га эга. Вилка ва ҳалқа бир-бири билан, ўқи вилканинг айланиш ўқиға перпендикуляр шарнир орқали боғланган. Телескопик шатуннинг ташқи ва ички қисмлари ҳалқа га мос келадиган, ўқлари бир-бирига параллел ва вилка ва шарнир ўқиға перпендикуляр қилиб ўрнатилган. Телескопик шатунлар юрадиган йўли (цилиндр)нинг ҳалқага боғланадиган мос шарнирларига яқин жойига тешик ўрнатилган. Бу шарнирли муфта аралаштириш керак бўлган суюқлик билан тўлдирилган цилиндр идишга ўрнатилади. Муфта ишлаш давомида етакловчи ярим муфтадаги айланма ҳаракат, ташқи ва ички қисмлари мавжуд, ўқлари бир-бири билан бурчак остида кесишадиган иккита телескопик шатун орқали етакланувчи ярим муфтага узатилади. Етакланувчи ярим муфта горизонтал ва унга параллел текисликлардаги суюқликларга айланма ҳаракат бериб, уларни шу текисликларда аралаштиради. Телескопик шатун эса цилиндр кўринишидаги мураккаб ҳаракатга иштирок этаётган ташқи қисм бўйлаб илгариланма-қайтма ҳаракат қилиб тешик орқали суюқликни сўриб ва пуфлаб вертикал текисликда уни аралаштиради. Натижада суюқлик ҳам горизонтал, ҳам вертикал текисликларда аралашади. Бу эса аралаштириладиган суюқликни чўкиндисиз бўлишига ва бир хил концентрацияли аралашма ҳосил бўлишига олиб келади.



а)

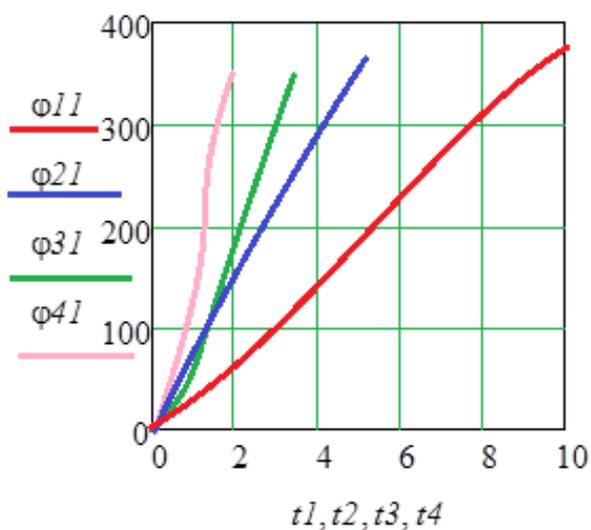


б)

1, 2 – етакчи ва эргашувчи ярим муфталар; 3 – вилка; 4 – ҳалқа; 5, 6 – телескопик шатуннинг ташқи ва ички (цилиндр ва поршень) қисмлари; 7, 8 – цилиндрик шарнирлар; 9 – шарнирлар ўқи; 10 – цилиндрга очилган тешик; 11 – аралаштиргичнинг паррақлари; 12 – аралашishi керак бўлган суyoқлик солинган цилиндрсимон идиш

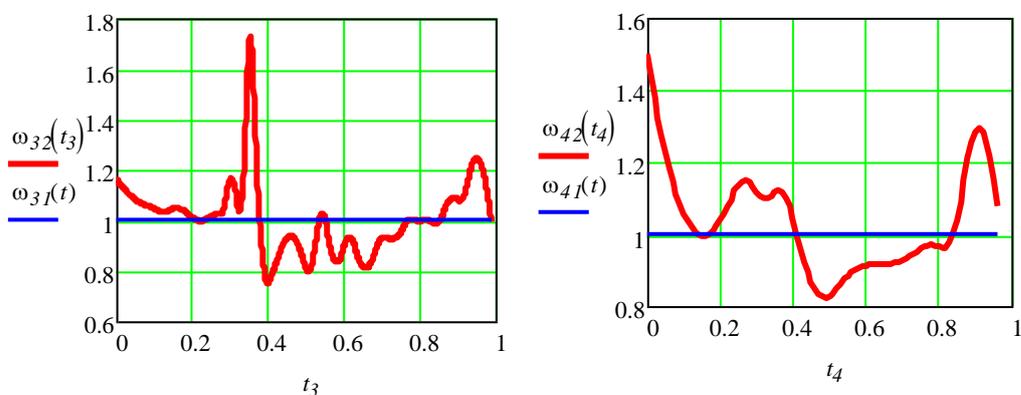
2-расм. Шарнирли муфтанинг структуравий схемаси (а) ва модели (б)

Ишлаб чиқилган шарнирли муфтали механик аралаштиргич ишчи қисмларининг Mathcad дастурида таҳлили ўтказилди. Бунга кўра кириш ярим муфтаси боғланган двигателнинг айланишлар сони 0 дан 50 айл./мин гача ўзгара оладиган қилиб тайёрланган. Тажрибада кириш бўғинининг айланишлар сонини AR926 маркали контактсиз Тахометр билан ўлчанди. Тажриба етакчи ярим муфта билан етакланувчи ярим муфта ўқлари орасидаги радиал кўчиш (эксцеса) ни тўрт қийматлари, яъни $\epsilon=5; 20; 35; 50$ мм лар учун олиб борилди. Кириш бўғини айланишлар сони $n=22$ айл/мин бўлганда эксцессанинг $\epsilon=20$ мм қиймати учун тажрибада аниқланган кириш ва чиқиш муфталарининг ҳаракат қонуниятлари ўрганилган (3-расм). Эксцесса ($\epsilon=20$ мм) ўзгармай қолганда кириш бўғини айланишлар сонининг тўртта қиймати учун кириш ва чиқиш ярим муфтанинг ҳамда иккинчи ва учинчи чиқиш звеноларининг ҳаракати устида олиб борилган тадқиқот натижалари келтирилган.



3-расм. Кириш звеноси айланишлар сонининг ҳар хил қийматларида кириш ярим муфта ҳаракат қонунларининг ўлчамли координаталардаги тасвири

Юқоридагилардан кўриниб турибдики, аралаштириш жараёни турбулент ҳолатда стационар бўлмаган режимда содир бўлади. Натижада, аралаштирилаётган суюқликнинг концентрацияси идишнинг бутун ҳажмида бир хил бўлиши учун зарур бўлган вақт камаяди ва камроқ энергия сарфланади. Агар жараён стационар режимда содир бўлса, суюқликнинг ҳаракати ламинар ҳолатда содир бўлади.



4-расм. Кириш звеносининг айланишлар сонининг турли қийматлари учун кириш ва чиқиш уланишларининг бурчак тезлигининг ўзгариши графиги

Тажрибалар шуни кўрсатадики, кириш ярим муфтларининг бурчак тезлиги маълум вақт давомида ўзгармаган ва бу ўрнатилган қоида кириш звеносининг айланишлар сонининг турли қийматлари учун ҳам сақланиб қолган, яъни $\omega_{i1} = const$ (4-расм).

Кончилик корхоналаридаги бойитиш фабрикаларида қўлланилаётган пропеллерли механик аралаштиргичлар суюқликларни аралаштириш интенсивлиги кўп вақт сарф этиши изланишлар давомида аниқланди. Хусусан суюқлик зичлиги $\rho = 1100$ ва 1200 кг/м^3 ни ташкил этган цилиндрсимон идишларда бу жараён камида 8 соатни ташкил этади. Бу эса жараёнга талаб этилган энергия сарфининг ошишига ҳамда белгиланган иш самарадорлигига салбий таъсир кўрсатади.

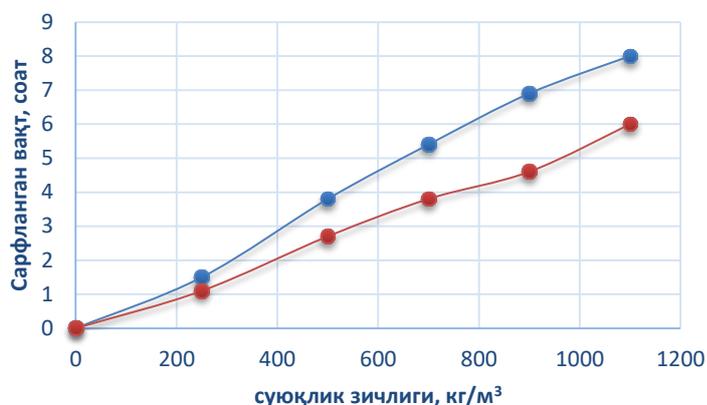
Ушбу санаб ўтилган омиллар улушини камайтириш мақсадида янги таклиф этилаётган шарнирли муфтالي механик аралаштиргич Навоий давлат кончилик ва технологиялар университетидаги кимёвий технология лабораториясида тажриба синовдан ўтказилди (1-жадвал).

Ўтказилган синов-тадқиқот натижалари асосида 5,6-расмларда ҳозирда қўлланилаётган механик аралаштиргичлар ва таклиф этилаётган шарнирли муфтالي аралаштиргичнинг суюқликларни аралаштириш вақтига мос ҳолда аралаштириш интенсивлиги солиштирма ҳолати келтирилган.

Юқоридагилардан кўриниб турибдики, суюқлик зичлиги ва қовушқоқлигига мутаносиб равишда механик аралаштиргичлар аралаштириш интенсивлиги вақтга боғлиқ ҳолда ўзгариб боради. Яъни суюқлик зичлиги ортса аралаштириш вақти ошади, камайса эса аксинча.

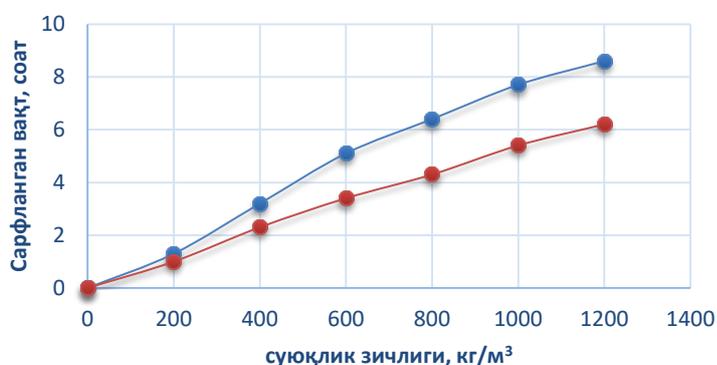
Суюқлик қовушқоқлиги ҳар хил миқдорда аралаштириш учун сарфланган вақт (Стокс усули орқали аниқланган катталиклар асосида)

№	Шарнинг ўлчами, r, m	Шарнинг зичлиги, ρ , кг/м ³	Модда зичлиги, ρ , кг/м ³	Суюқликнинг қовушқоқлиги, μ , Pa·s	Сарфланган вақт, t, соат
1.	0,03	1300	1100	8,3169	5,4
2.	0,03	1300	1100	8,4070	5,55
3.	0,03	1300	1100	8,3228	5,43
4.	0,03	1300	1200	9,7882	6,3
5.	0,03	1300	1200	8,9598	6,12
6.	0,03	1300	1200	8,9160	5,58



t_1 – механик аралаштиргич сарфлаган вақт; t_2 – таклиф этилаётган шарнирли муфтали аралаштиргич сарфлаган вақт

5-расм. Суюқлик зичлиги 1100 кг/м³ ни ташкил этганда аралаштириш интенвилиги солиштирма графиги



t_1 – механик аралаштиргич сарфлаган вақт; t_2 – таклиф этилаётган шарнирли муфтали аралаштиргич сарфлаган вақт

6-расм. Суюқлик зичлиги 1200 кг/м³ ни ташкил этганда аралаштириш интенвилиги солиштирма графиги

Шарнирли муфтали механик аралаштириш қурилмасининг шатун қисмининг узунлиги ўзгариши бевосита қурилманинг бурилиш бурчагига боғлиқ ҳисобланади. Шатуннинг ихтиёрий бурилиш бурчагидаги узунлиги икки нукта орасидаги масофани аниқлаш назариясига асосан аниқланади

$$L_{AB} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}, \quad (4)$$

бу ерда x, y, z – қурилманинг ҳаракат координата ўқлари

$$\begin{aligned} x_1 &= R \times \cos\lambda, & y_1 &= -R \times \sin\lambda, & z_1 &= 0, \\ x_2 &= -(R - \varepsilon) \times \cos\lambda, & y_2 &= R \times \sin\lambda, & z_2 &= H, \end{aligned}$$

бу ерда R – айланиш радиуси, мм; ε – етакчи ва етакланувчи ўқлар орасидаги масофа, экссесса, мм; $\cos\lambda$ – шатун ва етакчи ўқ орасидаги бурчак; $\sin\lambda$ – шатун ва етакланувчи ўқ орасидаги бурчак; H – шатуннинг умумий узунлиги.

Юқоридаги координаталарни умумлаштирган ҳолда уларнинг айирмалари квадратидан илдиз остига олинадиган бўлса L_{AB} , яъни шатуннинг ихтиёрий бурчакдаги узунлигини топиш ифодаси келиб чиқади

$$L_1(\varphi_1) = \sqrt{\left(-2 \times R \times \cos\left(\frac{\pi \times n \times t}{30}\right) + \varepsilon\right)^2 + \left(-2 \times R \times \sin\left(\frac{\pi \times n \times t}{30}\right)\right)^2 + H^2}, \quad (5)$$

бу ерда n – айланиш частотаси, $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$; t – вақт, с.

Юқорида кўрсатилган ифодаларга асосан шарнирли муфтали механик аралаштиргичнинг бурилиш бурчагига мутаносиб тарзда шатуннинг координата ўқлари билан ҳосил қилувчи бурчакнинг ўзгариш ифодаси келтириб чиқарилди

$$\cos \alpha_1 = \frac{H}{\sqrt{\left(2 \times R \times \cos\left(\frac{\pi \times n \times t}{30}\right) + \varepsilon\right)^2 + \left(2 \times R \times \sin\left(\frac{\pi \times n \times t}{30}\right)\right)^2 + H^2}} \quad (6)$$

бу ерда n – айланиш частотаси, $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$; t – вақт, с; R – айланиш радиуси, мм; H – шатун узунлиги, мм.

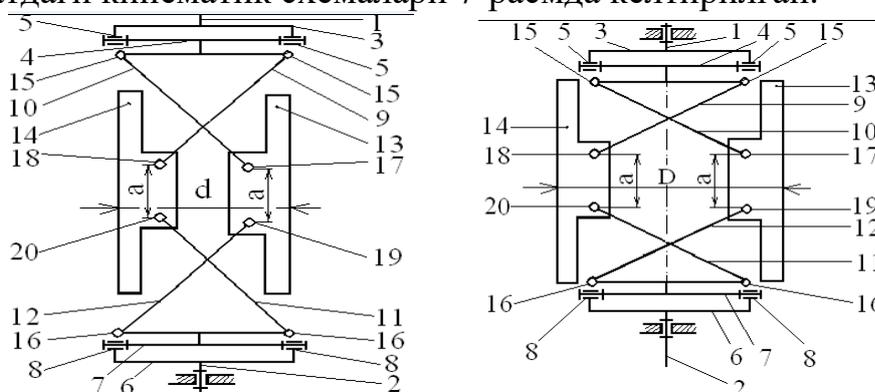
Юқорида келтирилган ифода асосида Delphi дастурлаш тилида шарнирли муфтали механик қурилмасининг ихтиёрий бурилиш бурчагида ишчи қисмлар, яъни шатунларнинг координата ўқлари билан ҳосил қилувчи бурчагини башоратлаш имконини берувчи дастурий таъминот яратилди.

Диссертациянинг **«Бойитиш фабрикаларидаги катта ҳажмли цилиндрсимон идишлар ён деворларини тозаловчи янги механик қурилмани ишлаб чиқиш»** деб номланган тўртинчи бобида бойитиш фабрикаларидаги катта ҳажмли цилиндрсимон идишлар ён деворларини тозалаш аҳамияти келтирилган, бу идишларнинг ён деворини тозалаш учун шарнирли муфта механик қурилмаси ишлаб чиқилган, унинг тажриба-синов натижалари келтирилган ва таклиф этилаётган ечимларни қўллашнинг иқтисодий самарадорлиги ҳисобланган.

Кончилик корхоналарида бўтана таркибидан керакли моддаларни ажратиб олишни кон машина ва механизмлари комплексисиз тасаввур қилиб бўлмайди. Хусусан бўтаналар йиғиладиган ва аралаштириш жараёни содир бўладиган катта ҳажмли цилиндрсимон идишларда суюқлик қовушқоқлиги ва зичлиги параметрлари юқорилиги, унда қўлланиладиган кимёвий элементларнинг суюқликдаги моддалар хусусиятини ўзгаришига олиб келиши ва ушбу моддаларнинг идиш тубида қаттиқ ҳолатда чўкиб қолиши ҳамда идиш ён деворларига вақт ўтиши билан ажралмайдиган қаттиқ фаза сифатида ёпишиб қолиши унда қўлланиладиган ускуналар ишончилигига ва аралаштириш жараёни характеристикасига салбий таъсир кўрсатади. Шунинг учун кон ускуналарининг ишончилигини минимал харажатлар ва техник эксплуатация билан таъминловчи техник ечимларни ишлаб чиқиш кончилик саноатининг долзарб вазифаларидан бири ҳисобланади.

Аралаштириш жараёнини самарали ишини ташкил этиш мақсадида суёқ муҳит жойлашган цилиндрсимон идишлар ён деворларини кераксиз моддалардан тозаловчи шарнирли муфтали механик қурилма ишлаб чиқилди.

Таклиф этилаётган шарнирли муфтали механик қурилманинг торайган ва кенгайган ҳолатдаги кинематик схемалари 7-расмда келтирилган.



- 1 – етакчи ярим муфта; 2 – етакланувчи ярим муфта; 3, 6 – вилкалар; 4, 7 – тутқичлар;
 5, 8 – бирлаштирувчи элементлар; 9-12 – мустаҳкамлагичлар;
 13, 14 – ишчи қисм ёки кесувчи элемент; 15-20 – шарнилар

7-расм. Шарнирли муфтанинг горизонтал текислик бўйлаб торайган ва кенгайган ҳолати

Ишлаб чиқилган шарнирли муфтали механик қурилмасининг иш кўрсаткичларининг самарадорлигини аниқлаш мақсадида тажриба синовлари ўтказилди. Тажриба синовлари давомида биз таклиф этаётган шарнирли муфта қурилмаси ҳамда Навоий кон-металлургия комбинати Шимолий кон бошқармасининг ГМЗ-3 заводи ВЮХ цехидаги цилиндрсимон идиш ён деворларига ёпишиб қолган қаттиқ моддалар (8-расм) тадқиқ қилинди.

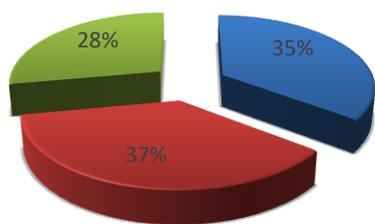


8-расм. ГМЗ-3 ВЮХ цехидаги цилиндрсимон идиш ён деворларига ёпишиб қолган қаттиқ моддалар намунаси

Тажриба синовлари бир неча босқичда ўтказилиб, биринчи босқичда қаттиқ модда таркиби кимёвий технология лабораториясида ўрганилди.

Умумий 68 та элемент ўрганилди. Шундан уларнинг улуш коэффиценти 9-расмда келтирилган.

Ушбу турдаги моддалар мавжуд бўтаналарда жараённи тезлаштириш ва ишқорий муҳит ҳосил қилиш учун оҳаксимон реагент кўшилди. Бунда бўтанада ишқорий муҳит ҳосил бўлиши билан бирга бўтана таркибидаги моддалар бири-бири билан реакцияга киришиши кузатилди. Жараён бошланганидан 1-1,5 соат ўтгандан сўнг ушбу моддалар аралаштиргичнинг суёқ муҳитда ҳосил қилаётган марказдан қочма кучи таъсирида ён деворларига қаттиқ ҳолатда ёпишиб қолиши кузатилди.



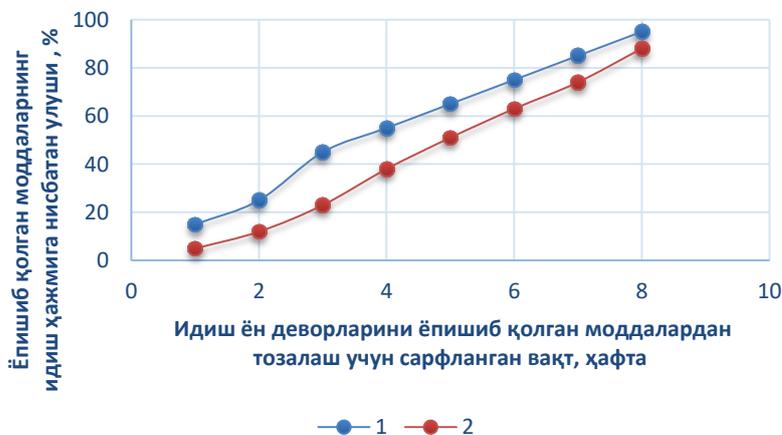
■ 1 ■ 2 ■ 3

1 – суюқ фазага қисман ювилган элементлар сони; 2 – кислотали муҳит ва микроорганизмлар таъсирини нисбатан чидамли бўлган элементларнинг сони; 3 – суюқ фазага максимал ювилишга дучор бўлган элементлар сони

9-расм. ВЮХ цехидаги цилиндрсимон идишлар ён деворига ёпишиб қолган қаттиқ моддаларнинг суюқ муҳитдаги улуши

Шу ўринда жараён қайтадан ташкил этилган ҳолда унга янги таклиф этилаётган шарнирли муфта қурилмасини тадбиқ этиб, ундаги жойлашган махсус кесувчи қисмлар иш жараёни ўрганилди. Бунда қурилма суюқлик аралаштириш йўналиши бўйлаб ҳаракатланган ҳолда муҳитдаги жараёнга ҳеч қандай салбий таъсири кузатилмади. Ундаги махсус кесувчи қисмларга суюқликнинг таъсир миқдорини камайтириш мақсадида вертикал ўқ бўйлаб керакли бурчакка бурилиш хусусияти такомиллаштирилган ҳолда, оҳаксимон реагент қўшилгандан сўнг ҳосил бўлувчи қаттиқ моддаларни идиш ён деворига ёпишиб қолиши олди олинди.

Шунга асосан ҳозирги вақтда цилиндрсимон идиш ён деворига қаттиқ моддаларнинг ёпишиб қолиши ва уни тозалаш учун кетаётган вақтга боғлиқлиги 10-расмда кўрсатилган.



1 – цилиндрсимон идиш ишчи ҳажмининг ёпишқоқ моддалар билан тўлиши;
2 – уларни тозалаш учун сарф бўлган вақт

10-расм. ВЮХ цехидаги цилиндрсимон идишлар ён деворларига кимёвий моддаларнинг қаттиқ ҳолатда ёпишиб қолиши ва уни тозалаш учун кетган вақт графиги

Таклиф этилаётган механик қурилма тажриба-синов вақтида қўлланилаётган суюқ муҳит жараёнининг издан чиқиши, аралаштириш вақти ва интенсификациясини камайиши кузатилмади. Тажриба-синов натижалари ушбу қурилма ишончилигини ва ишлаб чиқариш жараёнида самарали қўллаш мумкинлигини тасдиқлади.

Ишлаб чиқилган ишланмаларни жорий этиш натижасида бойитиш фабрикаларида йиллик иқтисодий самарадорлик 11 миллион сўмни ташкил этди.

ХУЛОСА

«Бойитиш корхоналаридаги аралаштиргичлар учун суюқликни аралаштирувчи самарали қурилмаларни ишлаб чиқиш» мавзусидаги техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотларга асосланган ҳолда, назарий ва амалий аҳамиятга эга бўлган қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Суюқликларни аралаштириш механик қурилмаларининг ишчи қисмлари кинематик параметрлари ўзгаришини аниқлаш имконини берувчи математик моделини ишлаб чиқиш, суюқ муҳитларни аралаштириш интенсивлигини оширувчи механик аралаштиргичлар янги конструкциясини ишлаб чиқиш, аралаштириш жараёнида суюқ муҳит жойлашган идиш ён деворларини ёпишқоқ жинслардан тозалаш учун шарнирли муфтали механик тозалаш қурилмасини ишлаб чиқиш ҳисобига бойитиш фабрикаларидаги аралаштириш жараёни ва қурилмалари эксплуатация самарадорлигини оширишга эришилади.

2. Бойитиш фабрикаларидаги суюқ муҳитларни аралаштириш интенсивлигини ошириш аралаштириш жараёнида қўлланилаётган механик аралаштиргичларни такомиллаштириш ва ишончлилигини ошириш асосида амалга оширилади. Бу эса, бойитиш корхоналаридаги суюқ муҳитларни аралаштириш ва унда қўлланилаётган механик қурилмалар иш режимларини тадқиқ қилиш, аралаштириш жараёни самарадорлигини оширувчи техник ечимларни ишлаб чиқиш ва аралаштириш интенсивлигини ошириш учун янги механик аралаштириш қурилмасини ишлаб чиқишни талаб этади.

3. Суюқ муҳит зичлиги $1100-1200 \text{ кг/м}^3$ бўлган идишларда аралаштириш жараёни иш режимига салбий таъсир кўрсатмаган ҳолда аралаштириш жараёни интенсивлигини оширувчи янги шарнирли муфтали механик аралаштиргич қурилмаси ишлаб чиқилди.

4. Ишлаб чиқилган янги шарнирли муфтали қурилмаси ишчи қисмлари кинематик параметрлари ўзгаришини таҳлил этилган ҳолда Mathcad дастурий таъминотида уларнинг аралаштириш жараёнидаги ҳаракат ҳолатлари ҳамда ишчи қисмларининг математик таҳлили ўтказилди.

5. Ишлаб чиқилган математик модель асосида Delphi дастурлаш тилида янги шарнирли муфтали қурилмасининг ишчи қисмлари ҳолати ўзгариши асосида ишчи ҳолатини аниқлаш имконини берувчи дастурий таъминот яратилди.

6. Ишлаб чиқилган янги шарнирли муфтали қурилмаси ишчи қисмлари кинематик параметрлари ўзгаришининг аралаштириш интенсивлигига боғлиқлик қонунияти ўрнатилди.

7. Тажриба-синов натижаларига асосан бойитиш корхоналаридаги катта ҳажмли цилиндрсимон идишларда аралаштирилаётган суюқ муҳит таркибига

қўшимча кимёвий реагентларни қўшиш орқали идиш ён деворларида кераксиз қаттиқ моддаларнинг ёпишиб қолишини бартараф этиш мақсадида янги конструкцияга эга бўлган шарнирли муфтали механик тозалаш қурилмаси ишлаб чиқилди.

8. Ишлаб чиқилган янги шарнирли муфтали механик тозалаш қурилмаси суюқ муҳитларни аралаштириш жараёнида идиш ён деворларига ёпишиб қолган қаттиқ моддаларни тозалаш учун талаб этиладиган тўхталишларни ҳамда меҳнат сарфини 90-95 % га камайтириш орқали иш самарадорлигини ошишига эришилди.

9. Бойитиш фабрикаларидаги механик аралаштиргичлар учун яратилган янги конструкцияли шарнирли муфтали механик аралаштириш қурилмаси ва аралаштириш жараёнида идиш ён деворларини қаттиқ моддалардан тозалаш имконини берувчи шарнирли муфта механик тозалаш қурилмаси «Навоий кон-металлургия комбинати» Давлат корхонаси «ГМЗ-7» сонли гидрOMETаллургия заводининг Цианлаш ва сорбциялаш цехидаги механик аралаштиргичлар ва махсус цилиндрсимон идишларида жорий этилди. Натижада аралаштириш жараёни интенсивлиги ҳамда қаттиқ моддаларнинг идиш деворига ёпишиши ёки чўкма ҳолатга ўтиши бўйича ижобий натижага эришилган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.17/04.06.2021.Т.06.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАВОЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ГОРНО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ХАМРОЕВ ШЕРЗОД ГУЛМУРОТОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ
ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ МЕШАЛОК ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК**

04.00.16 – Горные машины

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

Навои – 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2021.4.PhD/T2475.

Диссертация выполнена в Навоийском государственном горно-технологическом университете.

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

Научный руководитель: **Тошов Бури Раджабович**
кандидат физико-математических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Джураев Рустам Умарханович**
доктор технических наук, доцент

Аннакулов Тўлқин Жовбекович
доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент

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

Защита диссертации состоится 25 ноября 2022 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.17/04.06.2021.T.06.02 (адрес: 210100, г. Навои, ул. Махмуда Таробий, 72. Зал заседаний Навоийского государственного горно-технологического университета. Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горно-технологического университета (зарегистрирован за №96). Адрес: 210100, г. Навои, ул. Махмуда Таробий, 72. Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66.

Автореферат диссертации разослан 12 ноября 2022 года.

(реестр протокола рассылки №51 от 12 ноября 2022 года).




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


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


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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии(PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в настоящее время важнейшими направлениями горной промышленности является повышение технико-экономических показателей комплексной переработки минерального сырья и развитие ресурсосберегающих технологий. Расширение объемов освоения сырьевой базы экономически целесообразно только на основе самых современных разработок в области совершенствования процессов переработки полезных ископаемых.

На сегодняшний день в мире ведутся научные исследования по перемешиванию с введением в перемешиваемую среду механической энергии из внешнего источника, выбору основных конструктивных параметров механических мешалок, разработке устройства для перемешивания сульфидных руд с реагентом одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях, определению влияния конструктивных и кинематических параметров мешалки на потребляемую мощность и эффективность перемешивания, разработке конструкции мешалки с шарнирной муфтой для перемешивания жидких сред, разработке устройства механической очистки от твердых частиц, налипших на боковые стенки цилиндрических емкостей. В связи с этим уделяется особое внимание совершенствованию технологии механического перемешивания жидких сред и разработке перемешивающего устройства, обладающего высокой интенсивностью перемешивания.

В Республике выполняется ряд научно-практических работ по исследованию путей ускорения переработки полезных ископаемых, повышению их надежности и экономичности при использовании технологических устройств. В Указе Президента Республики Узбекистан² определены важные задачи по «интеграции с практикой научных изысканий, проводимых в высших образовательных учреждениях, созданию широких возможностей по всем направлениям для реализации инновационных проектов, внедрению современных механизмов поддержки исследований и инновационных инициатив». В связи с этим важное научное и практическое значение имеет повышение производительности работы механических мешалок, повышение экономии этих оборудований, а также снижение себестоимости процессов обогащения и переработки.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 г. «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», №УП-4707 от 4 марта 2015 г. «О программе мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства в 2015-2019 гг.» и Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-4124 от 17 января 2019 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-

² Указ Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 г. «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

металлургической отрасли», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

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

Степень изученности проблемы. Большой вклад в развитие теории и практики эффективного использования механических устройств при перемешивании жидких сред внесли Г.Н.Абрамович, В.Г. Эйнштейн, Л.Н. Брагинский, Е.А. Васильцов, Т.А. Гиршович, В.В. Кафаров, И.М. Костин, Л.Г. Лоитянский, С. Нагата, Г.Э. Одишари, В.А. Орлов, В.В. Орлов, Л. Прандтль, Ф. Стренк, П.Г. Романков, А.А. Точигин, Ф. Холланд, Ф. Чапман и др., благодаря которым достигнуты большие результаты в плане повышения надежности и эффективности устройств для перемешивания жидких сред, снижения стоимости эксплуатации на основе использования ресурсосберегающих технологий. Однако, на сегодняшний день совершенствование работы механических устройств для перемешивания жидких сред, методы повышения интенсивности процесса перемешивания, ускорения процесса механического перемешивания жидкостей с высокой вязкостью и плотностью и их влияние на перемешивание до конца не изучены.

В связи с этим, возникает необходимость в изучении рабочего процесса механических мешалок для повышения надежности и эффективности работы обогатительных предприятий, имеющего важное значение для горнодобывающей промышленности.

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 горно-технологического университета на тему: ВА-ОТ-А3-21 – «Создание и разработка статического центробежного классификатора».

Целью исследования является совершенствование технологии механического перемешивания жидких сред и разработка перемешивающего устройства, обладающего высокой интенсивностью перемешивания.

Задачи исследования:

анализ основных направлений и состояния совершенствования механических мешалок на обогатительных предприятиях и повышения эффективности их работы;

теоретическое обоснование выбора основных конструктивных параметров механических мешалок;

разработка принципиально нового устройства для перемешивания сульфидных руд с реагентом одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях, не допускающего осаждение реагентов на дно мешалки;

проведение экспериментальных и теоретических исследований для определения влияния конструктивных и кинематических параметров мешалки на потребляемую мощность и эффективность перемешивания;

теоретическое и экспериментальное обоснование использования конструкции мешалки с шарнирной муфтой для перемешивания жидких сред;

разработка математической модели состояния движения основных частей мешалок шарнирной муфтой для перемешивания жидких сред;

разработка и экспериментальные испытания перемешивающего устройства, одновременно осуществляющего перемешивание и очищающего боковые стенки бака мешалки;

оценка технико-экономической эффективности применения разработанных технических решений.

Объектом исследования является механическая мешалка обогатительных фабрик.

Предметом исследования является передача крутящего момента электропривода на лопасть мешалки посредством шарнирной муфты, обеспечивающую высокую интенсивность перемешивания и очистку стенок бака мешалки.

Методы исследований. В процессе исследований использовались теоретические и экспериментальные методы, экспериментальные исследования в лабораторных и производственных условиях, математическое моделирование рабочего состояния процессов перемешивания и устройств для улучшения работы механических мешалок на обогатительных фабриках.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определена область изменения числа Рейнольдса, представляющая собой зависимость плотности смешанной жидкой среды в обогатительных установках от рабочего процесса механической мешалки, и на основе этой зависимости разработана физическая модель воздействия вязкости жидкости на ресурс работы рабочих органов механического перемешивающего устройства;

разработано новое механическое перемешивающее устройство с шарнирной муфтой, повышающее интенсивность перемешивания жидких сред высокой плотности в обогатительных установках;

установлена зависимость повышения интенсивности перемешивания от кинематических параметров рабочих органов нового механического перемешивающего устройства с шарнирной муфтой;

разработано эффективное устройство механической очистки от твердых частиц, налипших на боковые стенки цилиндрических емкостей большого объема, в процессе нейтрализации.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана новая механическая мешалка с шарнирной муфтой, повышающая интенсивность и исключая образование отложений на дне сосуда перемешивания жидких сред с высокой вязкостью и плотностью в цилиндрических сосудах большого объема на обогатительных фабриках;

разработана новая конструкция шарнирно-муфтового устройства механической очистки, позволяющая снизить случаи налипания твердых

частиц на боковые стенки бака мешалки за счет добавления химических реагентов в высокоплотные жидкие среды.

Достоверность результатов исследования доказана обширными лабораторными и производственными экспериментами, показателями и удовлетворительным соответствием основной идеи работы по разработке методов, повышающих надежность рабочего процесса и работы механических мешалок на обогатительных фабриках, а также шарнирной муфты для улучшения работы механических мешалок, применяемых в процессе смешивания в обогатительных установках, установки с шарнирной муфтой для очистки боковых стенок крупногабаритной ёмкости от ненужных веществ, подтвержденными положительными результатами экспериментальных испытаний устройства механической очистки.

Научная и практическая значимость результатов исследований. Научная значимость результатов исследования заключается в установлении зависимостей процесса работы механической мешалки от эффективности рабочего процесса, создании нового шарнирного механического устройства для увеличения интенсивности перемешивания жидкой среды с высокой плотностью и определении налипания твёрдых частиц на боковые стенки ёмкости при перемешивании в цилиндрических ёмкостях большого объема.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке новой конструкции механических мешалок обогатительных фабрик и создании устройства для механической очистки боковых стенок большой ёмкости, обеспечивающие повышение эффективности процесса перемешивания и оборудования на обогатительных фабриках.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных научных результатов по повышению интенсивности процесса перемешивания на обогатительных фабриках:

механическая мешалка с шарнирной муфтой внедрена на гидрометаллургическом заводе №7 АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» №23.01-01-07/495 от 2 августа 2022 г.). В результате повышена интенсивность процесса перемешивания, снижено образование осадков в процессе перемешивания окисленных руд с плотностью жидкой среды 1410-1450 кг/м³;

конструкция шарнирно-муфтового устройства механической очистки внедрена на гидрометаллургическом заводе №7 АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» №23.01-01-07/495 от 2 августа 2022 г.). В результате снижены случаи налипания твердых частиц на боковые стенки бака мешалки за счет добавления химических реагентов в высокоплотные жидкие среды и повышена интенсивность процесса перемешивания от опытного оборудования цилиндрической формы.

Апробация результатов исследования. Апробация результатов данного исследования проведена на 4 республиканских и 4 международных научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 16 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных для издания основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, изданы 4 статей, в том числе 3 из которых в республиканских и 1 в зарубежном журналах.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 98 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации «**Современное состояние теории и практики перемешивания жидких сред**» представлено современное состояние теории и практики перемешивания жидких сред, даны эксплуатационные показатели используемых в ней механических мешалок, а также факторы, влияющие на эффективность перемешивания жидких сред, проведен анализ состояния научных исследований по теме диссертации и критически проанализированы основные направления повышения эффективности перемешивания жидких сред.

Эксплуатационные и аналитические показатели механических мешалок, используемых на обогатительных фабриках горнодобывающих предприятий, показали, что перемешивание жидких сред в больших цилиндрических ёмкостях до необходимой концентрации или превращение их в однородную жидкость требует больших затрат времени и энергии. Причина этого объясняется наличием конструктивно дефектных особенностей механических мешалок, быстрым выходом из строя запасных частей и незапланированной остановкой процесса перемешивания. Кроме того, при достижении вязкости жидкой среды большого значения наблюдаются замедление процесса перемешивания, возрастание сил сопротивления движению перемешивающих устройств, попадание частиц, плотность которых выше плотности жидкости, в определенный период времени на дно цилиндрической ёмкости. В результате налипания твёрдых частиц с вязкостными свойствами, содержащимися в жидкости, к боковым стенкам резервуара создаётся основание для увеличения времени и сил, затрачиваемых на текущий и капитальный ремонтно-очистные работы.

Перечисленные факторы лежат в основе усложнения процесса перемешивания, удорожания ремонта используемых в нем механических мешалок и отрицательной производительности.

Эффективность механических мешалок зависит от нескольких факторов, в частности от вязкости жидкой среды, в которой используются механические мешалки, твердости пород в процессе перемешивания, оптимальной конструкции мешалки, производительности его основных рабочих органов, физических и химических свойств жидкой среды.

В жидких средах интенсивность перемешивания определяется количеством энергии, отдаваемой объему перемешиваемой жидкости в единицу времени или единице массы перемешиваемой жидкости:

$$I = N/V, \text{ Вт/м}^3, \quad (1)$$

где N – количество энергии, Вт; V – объём жидкости, м^3 .

Эксплуатационные показатели механических мешалок, применяемых на обогатительных фабриках горнодобывающих предприятий, показали, что необходимы дальнейшая оптимизация конструктивного устройства механических мешалок, использование в технологическом процессе мешалок новой конструкции и совершенствование процесса работы его рабочих органов.

Таким образом, в результате проведенного анализа выполненных исследований по увеличению интенсивности перемешивания жидкой среды в больших цилиндрических сосудах на горнодобывающих предприятиях и повышению эффективности работы механических мешалок определены следующие основные направления: исследование процесса перемешивания жидких сред в крупногабаритных ёмкостях на горнодобывающих предприятиях и факторов, приводящих к выходу из строя механических мешалок в нем, разработка технических решений, повышающих эффективность работы механических мешалок в процессе перемешивания на основе устранения этих проблем на производстве, разработка мешалки новой конструкции для перемешивания жидких сред и перемешивания в цилиндрических ёмкостях, а также новых устройств для очистки налипших на боковые стенки пород.

Во второй главе диссертации **«Моделирование основных процессов перемешивания жидких сред»** проведены исследования основных параметров процесса перемешивания в жидких средах и влияния плотности жидких сред на устройства механической мешалки в процессе перемешивания, а также смоделирована работа механических мешалок в процессе перемешивания.

В исследованиях использован метод физического моделирования для изучения процесса перемешивания с помощью механической мешалки.

На производстве процесс перемешивания осуществляется в ёмкости высотой $H=10$ м и диаметром $D=8$ м. Внутри сосуда находится двухступенчатая механическая мешалка размерами $h=6$ м и $d=5$ м. Ёмкость заполняют шлаком до высоты 9,5 м и придают вращательное движение механической мешалкой со скоростью 30 об/мин. Сходство событий должно включать физическое сходство, сходство во времени и сходство граничных условий. Они требуют, чтобы отношения величин с одинаковым названием имели одинаковое значение для двух сходных явлений.

Определители подобия, т.е. симплексы и критерии подобия, определялись путем выполнения определенных подстановок дифференциальных уравнений Навье–Стокса и его дифференциальных уравнений неразрывности.

Для того, чтобы производство (натура) и модельные жидкости (пульпа) были похожи друг на друга, необходимо, чтобы рассчитанные числа критериев были равны друг другу. Для выполнения этого требования найдены диаметры используемого в производстве мешалки и ёмкости, в которой он установлен, а также кинематические параметры жидкости.

Формула критерии Рейнольдса для промышленной мешалки и его модели имеет вид:

$$\text{Re}_N = \frac{\rho_N \cdot n_N \cdot d_N^2}{\mu_N}, \quad (2)$$

$$\text{Re}_M = \frac{\rho_M \cdot n_M \cdot d_M^2}{\mu_M}, \quad (3)$$

где ρ_N и ρ_M – плотности жидкостей в натуре и модели, кг/м^3 ; n_N и n_M – количество оборотов механических мешалок в натуре и модели, об/мин .

Подобраны геометрические параметры модели мешалки $D_M = 0,8 \text{ м}$ и $d_M = 0,4 \text{ м}$. Для модели была приготовлена жидкость с плотностью $\rho_M = 1280 \text{ кг/м}^3$ и экспериментально определена её динамическая вязкость, равная $\mu_M = 1,765 \text{ кг/м}^3$. На основании этих параметров изменение числа Re для различных значений числа оборотов мешалки рассчитано по формуле (3) с использованием программы Mathcad, результаты которых изображено на рис. 1.

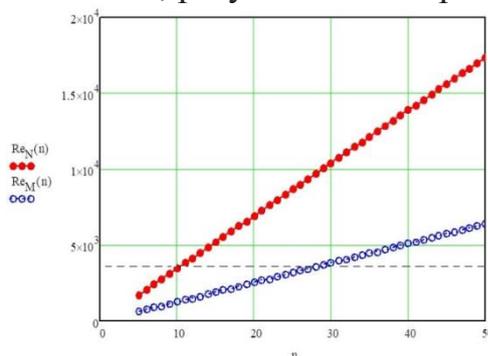


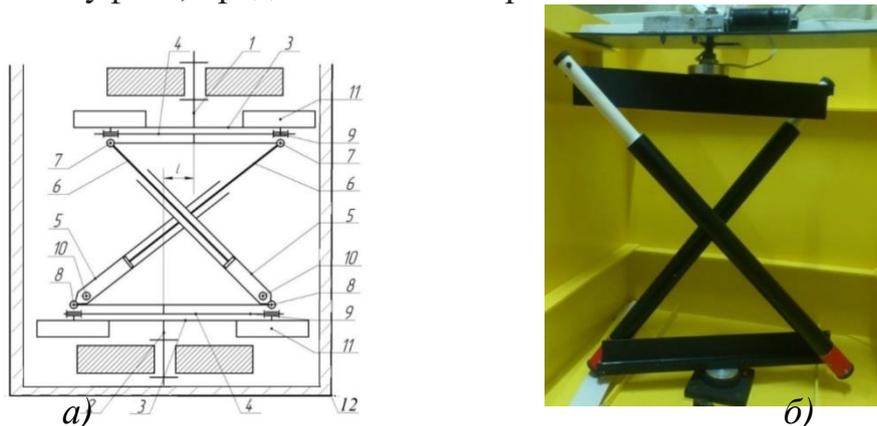
Рис. 1. Сравнительный график скорости вращения перемешивания механической мешалки на производстве и её модели

Количество оборотов $n_N = n_M = 10 \text{ об/мин}$, созданной для натуре, соответствующей значению $\text{Re}_N = 3.474 \cdot 10^3$ на основе значения $\text{Re}_M = 3.474 \cdot 10^3$, соответствующего количеству оборотов $n_M \cong 27 \text{ об/мин}$, определялось путем сравнения Re_N и Re_M показанных на рис 1.

В третьей главе «Разработка эффективного перемешивающего устройства для перемешивания жидкостей на обогатительных фабриках» представлены принцип работы и описание нового механического перемешивающего устройства с шарнирной муфтой, исследовано состояние движения звеньев нового механического перемешивающего устройства с шарнирной муфтой, проанализированы закономерности изменения кинематических параметров поршня гидроцилиндра шарнирной муфты и рабочих органов разработанного нового шарнирного соединения механической

мешалки в программе Mathcad. Для повышения интенсивности перемешивания проведены экспериментальные исследования шарнирного механического перемешивающего устройства и создана математическая модель движения рабочих органов шарнирного механического перемешивающего устройства с целью разработки программы расчета на ЭВМ.

Целью проведенных исследований являлось создание механизма, который воздействовал бы на жидкость в горизонтальной и параллельной плоскостях, а также в вертикальной плоскости как механические мешалки. Одним из способов достижения данной цели является разработка механизма, именуемого как «шарнирная муфта», представленная на рис. 2.



- 1, 2 – ведущая и ведомая полумуфты; 3 – вилка; 4 – серьги; 5, 6 – наружная и внутренняя (цилиндр и поршень) части телескопического шатуна; 7, 8 – цилиндрические шарниры; 9 – ось шарниров; 10 – отверстие, просверленное в цилиндре; 11 – лопасти мешалки; 12 – цилиндрический сосуд, заполненный жидкостью для перемешивания

Рис. 2. Блок-схема (а) и модель (б) шарнирной муфты

При работе муфты вращение ведущей полумуфты передается ведомой полумуфте посредством перекрещивающихся телескопических шатунов с наружными и внутренними частями. Благодаря радиальному расположению валов телескопические шатуны с наружными и внутренними частями работают как поршень-цилиндр и за один оборот вала максимально приближается и удаляется друг от друга. При этом установленные в ёмкости с жидкой средой лопасти шарнирной муфты создают вращательное движение жидкости, а телескопические шатуны, работая как поршень-цилиндр, дополнительно всасывают и нагнетают жидкость через отверстие. В результате жидкость перемешивается как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Это приводит к тому, что жидкость перемешивается без осадка и образуется смесь той же концентрации.

В программе Mathcad проанализированы рабочие органы шарнирной механической мешалки. Количество оборотов двигателя, подключенного к входной муфте, было переменным и варьировался от 0 до 50 об/мин. В эксперименте количество оборотов входного звена измерялось бесконтактным тахометром марки AR926. Эксперимент проводился при четырех значениях эксцессу, т.е. радиальное смещение между осями ведущей и ведомой полумуфты равнялось $\epsilon=5; 20; 35$ и 50 мм. Исследованы закономерности

движения муфты входа и выхода, определенные экспериментально для значения эксцентриситета $\varepsilon=20$ мм при числе оборотов входного звена $n=22$ об/мин. На рис. 3 представлены результаты исследования движения входных и выходных полумуфт, а также второго и третьего выходных звеньев для четырех значений числа оборотов входного звена при постоянном значении ($\varepsilon=20$ мм) эксцесса.

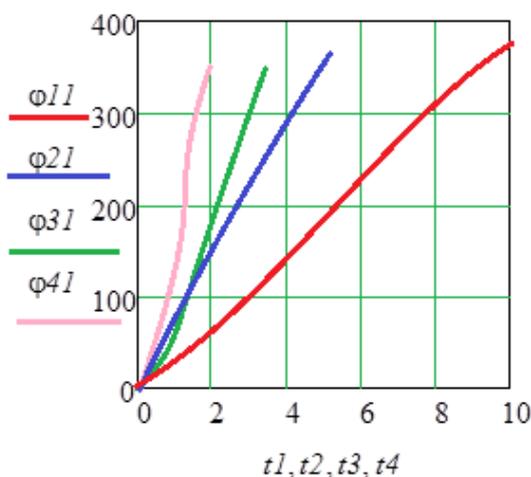


Рис. 3. Размерное изменение во времени движения входной полумуфты при различных значениях количества оборотов входного звена

Из вышесказанного очевидно, что процесс перемешивания происходит в нестационарном режиме в турбулентном состоянии. В результате время, необходимое для того, чтобы концентрация смешиваемой жидкости была однородной по объему сосуда, сокращается и расходуется меньше энергии. Если бы процесс проходил в стационарном режиме, движение жидкости происходило бы в ламинарном состоянии.

Эксперименты показали, что угловая скорость входной полумуфты остается неизменной в течение определенного периода времени, и эта установленная закономерность сохраняется также при различных значениях количества оборотов входного звена, т.е. $\omega_{i1} = const$ (рис. 4).

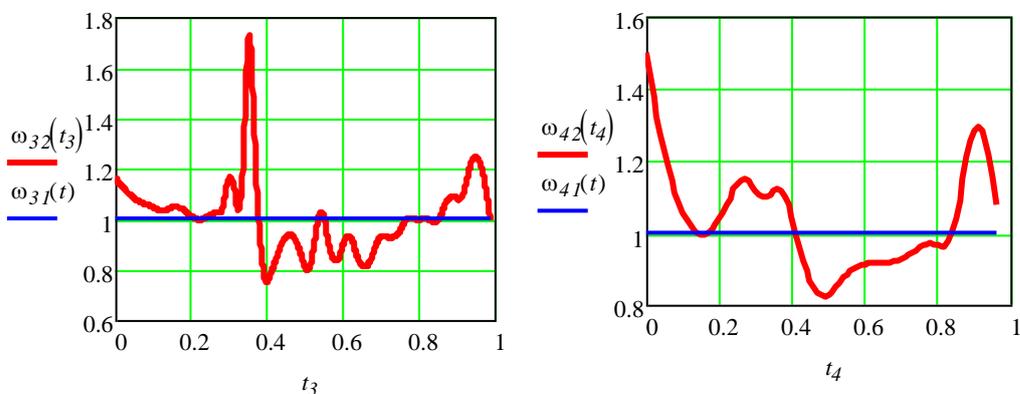


Рис. 4. График изменения угловых скоростей входных и выходных полумуфт при различных значениях количества оборотов входного звена

Установлено, что пропеллерные механические мешалки, применяемые на обогатительных фабриках горнодобывающих предприятий, интенсивно перемешивают жидкости. В частности, в цилиндрических ёмкостях с плотностью жидкости $\rho=1100$ и 1200 кг/м^3 этот процесс занимает не менее 8 ч, что сопровождается увеличением расхода энергии, необходимой для процесса, и отрицательно сказывается на заданной производительности труда.

С целью снижения доли перечисленных факторов в химической лаборатории Навоийского государственного горно-технологического университета проведена экспериментальная проверка рекомендуемой шарнирной механической мешалки (табл. 1).

Таблица 1

Время, затрачиваемое на перемешивание при различной вязкости жидкости (на основе величин, определенных методом Стокса)

№	Размер мяча, г, м	Плотность мяча, ρ , кг/м ³	Плотность вещества, ρ , кг/м	Вязкость жидкости, μ , Па·с	Время, t, час
1.	0,03	1300	1100	8,3169	5,4
2.	0,03	1300	1100	8,4070	5,55
3.	0,03	1300	1100	8,3228	5,43
4.	0,03	1300	1200	9,7882	6,3
5.	0,03	1300	1200	8,9598	6,12
6.	0,03	1300	1200	8,9160	5,58

По результатам испытаний и исследований на рис. 5 и 6 показано сравнение интенсивности перемешивания применяемых в настоящее время механических мешалок и рекомендуемой шарнирной мешалки по времени перемешивания жидкости.

Как видно, интенсивность перемешивания механических мешалок меняется во времени в зависимости от плотности и вязкости перемешиваемой жидкости, т.е., если плотность жидкости увеличивается, то время перемешивания увеличивается, а если уменьшается, то наоборот.

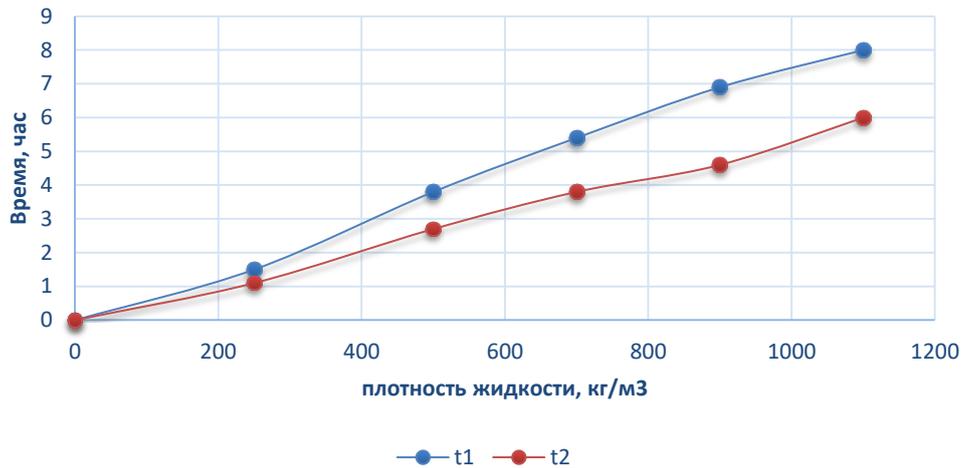
Изменение длины шатунной части механического устройства шарнирной муфты напрямую связано с углом поворота устройства. Длина шатуна при произвольном угле поворота определяется на основе теории определения расстояния между двумя точками:

$$L_{AB} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}, \quad (4)$$

где x, y, z – перемещение координатных осей устройства

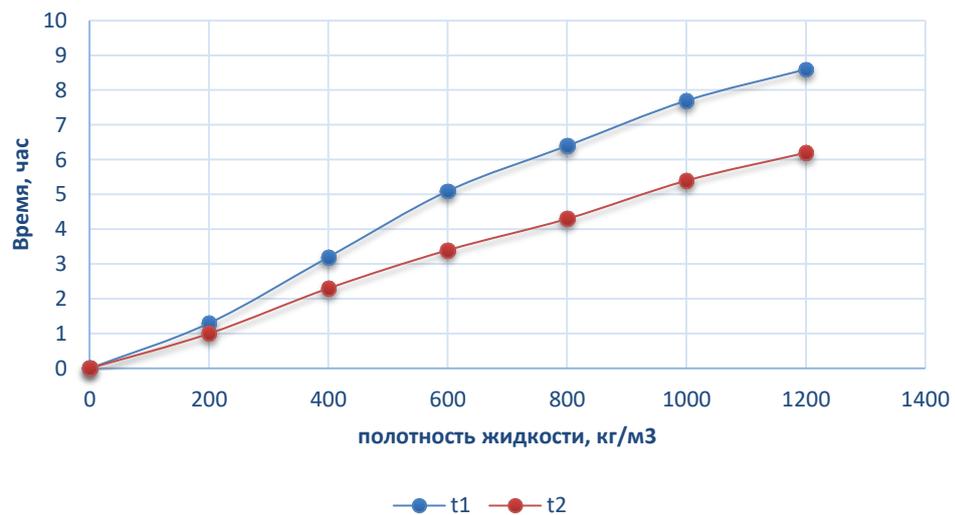
$$\begin{aligned} x_1 &= R \times \cos\lambda, & y_1 &= -R \times \sin\lambda, & z_1 &= 0; \\ x_2 &= -(R - \varepsilon) \times \cos\lambda, & y_2 &= R \times \sin\lambda, & z_2 &= H, \end{aligned}$$

R – радиус поворота, мм; ε – расстояние между ведущей и ведомой осями эксцесса, мм; $\cos \lambda$ – угол между шатуном и ведущей осью; $\sin \lambda$ – угол между шатуном и ведомой осью; H – общая длина шатуна.



t_1 – время работы механической мешалки; t_2 – время работы рекомендуемой мешалки с шарнирной муфтой

Рис. 5. Сравнительный график интенсивности перемешивания при плотности жидкости $\rho=1100 \text{ кг/м}^3$



t_1 – время работы механической мешалки; t_2 – время работы рекомендуемой мешалки с шарнирной муфтой

Рис. 6. Сравнительный график интенсивности перемешивания при плотности жидкости $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$

Суммируя указанные выше координаты и извлекая квадратный корень из их разностей, получено выражение для нахождения длины шатуна при произвольном угле L_{AB} :

$$L_1(\varphi_1) = \sqrt{\left(-2 \times R \times \cos\left(\frac{\pi \times n \times t}{30}\right) + \varepsilon\right)^2 + \left(-2 \times R \times \sin\left(\frac{\pi \times n \times t}{30}\right)\right)^2 + H^2}, \quad (5)$$

где n – частота вращения, $\frac{\text{об}}{\text{мин}}$; t – время, с.

На основании данных формул установлено изменение угла, образованного между осями координат шатуна, пропорционального углу поворота шарнирной механической мешалки:

$$\cos \alpha_1 = \frac{H}{\sqrt{\left(2 \times R \times \cos\left(\frac{\pi \times n \times t}{30}\right) + \varepsilon\right)^2 + \left(2 \times R \times \sin\left(\frac{\pi \times n \times t}{30}\right)\right)^2 + H^2}}, \quad (6)$$

где n – частота вращения, $\frac{\text{об}}{\text{мин}}$; t – время, с; R – радиус поворота, мм; H – длина шатуна, мм.

На основе полученного выражения разработана компьютерная программа на языке программирования Delphi, позволяющая прогнозировать угол, образованный между осями координат рабочих органов, т.е. шатунов, при произвольном угле поворота механического устройства шарнирной муфты.

В четвертой главе диссертации **«Разработка нового механического устройства для очистки боковых стенок цилиндрических сосудов большого объема на обогатительных фабриках»** приведено значение очистки боковых стенок цилиндрических сосудов большого объема на обогатительных фабриках, разработано механическое устройство для очистки боковых стенок этих сосудов, представлены опытно-экспериментальные работы по применению разработанного устройства и рассчитана экономическая эффективность использования предложенных технических решений.

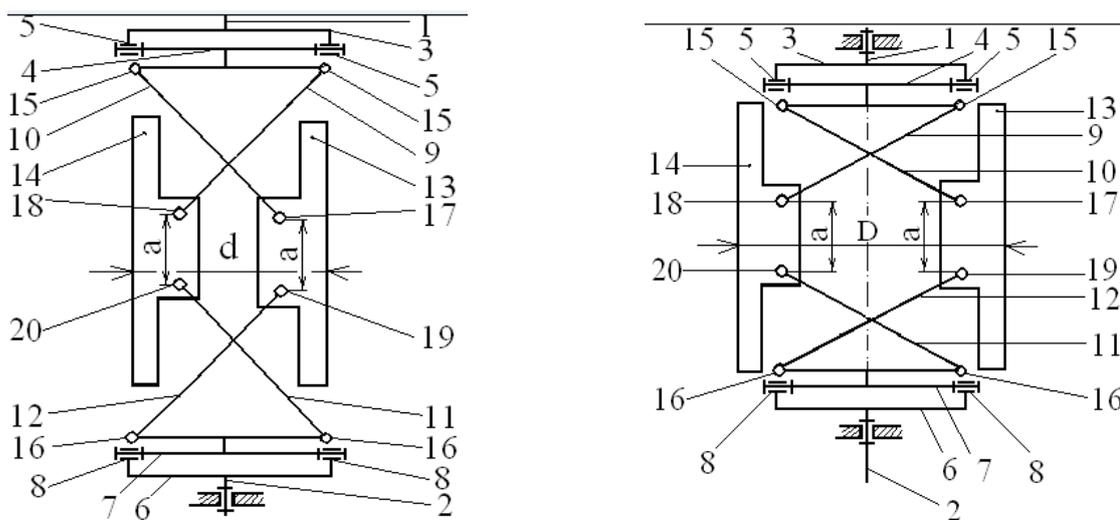
Извлечение необходимых веществ из состава пульпы на горнодобывающих предприятиях невозможно представить без комплекса горных машин и механизмов. В частности, в больших цилиндрических сосудах, где собираются частицы и происходит процесс перемешивания, параметры вязкости и плотности жидкости высокие, используемые в ней химические элементы приводят к изменению свойств веществ, находящихся в жидкости, а эти вещества опускаются в твердом состоянии на дно сосуда и прилипают к боковым стенкам сосуда в виде неотделимой твердой фазы с течением времени, которое отрицательно сказывается на надежности используемого в нем оборудования и характеристиках процесс перемешивания. Поэтому разработка технических решений, обеспечивающих надежность горного оборудования при минимальных затратах и технической эксплуатации, является одной из актуальных задач горнодобывающей промышленности.

Для организации эффективной работы процесса перемешивания было разработано механическое устройство с шарнирной муфтой, очищающее боковые стенки цилиндрических сосудов, содержащих жидкую среду, от ненужных веществ.

Кинематические схемы предлагаемого шарнирного механического устройства в суженном и расширенном состоянии представлены на рис 7.

Проведены экспериментальные испытания с целью определения эффективности рабочих параметров разработанного шарнирного механического устройства. В ходе экспериментальных испытаний изучены рекомендуемое шарнирное устройство и твердые вещества, налипшие на боковые стенки цилиндрической ёмкости в установке ВЮХ ГМЗ-3 Северного

рудоуправления АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» (рис. 8).



1 – ведущая полумуфта; 2 – ведомая полумуфта; 3, 6 – вилки; 4, 7 – серьги;
5, 8 – соединительные элементы; 9-12 – рычаги; 13, 14 – рабочие элементы; 15-20 – шарниры

Рис. 7. Положение шарнирной муфты сужено и расширено в горизонтальной плоскости

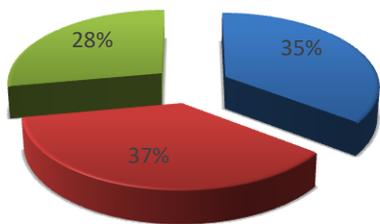


Рис. 8. Образец твёрдого вещества, налипшего на боковые стенки цилиндрического сосуда в цехе ВЮХ ГМЗ-3

Экспериментальные испытания проводились в несколько этапов, причем на первом этапе в лаборатории химической технологии изучался состав твердого вещества.

Всего было изучено 68 элементов. Коэффициент их доли показан на рис. 9.

В эти типы пульпы добавляли известковый реагент для ускорения процесса и создания щелочной среды. При этом было замечено, что вещества, содержащиеся в пульпе, реагируют друг с другом с образованием щелочной среды в пульпе. Через 1-1,5 часа после начала процесса было замечено, что эти вещества прилипают к боковым стенкам смесителя в твердом состоянии под действием центробежной силы, создаваемой в жидкой среде.



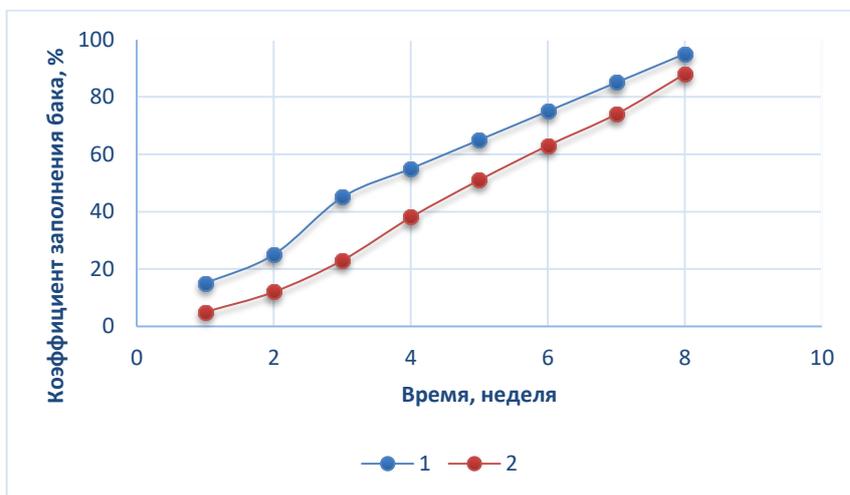
■ 1 ■ 2 ■ 3

1 – количество элементов, подвергающихся максимальному выщелачиванию в жидкую фазу;
 2 – количество элементов, сравнительно устойчивых к действию кислой среды и микроорганизм;
 3 – количество элементов, подвергающихся частичному выщелачиванию в жидкую фазу

Рис. 9. Коэффициент твёрдых частиц в жидкой среде, которые прилипают к боковым стенкам цилиндрических сосудов в цехе ВЮХ

В этот момент процесс был реорганизован, исследовано вновь предложенное шарнирное устройство и изучен рабочий процесс расположенных в нем специальных режущих частей. При этом не наблюдалось отрицательного воздействия на процесс окружающей среды, так как устройство двигалось в направлении перемешивания жидкости. Для уменьшения количества воздействия жидкости на специальные режущие части в ней улучшена особенность поворота на нужный угол по вертикальной оси, а после добавления известкового реагента предотвращено его прилипание к боковой стенке бака.

Исходя из этого, на рис. 10 показано, что от этого зависят количество твердых частиц, налипших на боковую стенку цилиндрической ёмкости и время её очистки.



1 – заполнение рабочего объёма цилиндрической ёмкости вязкими веществами;
 2 – время, потраченное на их чистку

Рис. 10. График времени прилипания химикатов к стенкам цилиндрических сосудов в твёрдом состоянии и их очистки в цехе ВЮХ

При экспериментальной проверке предлагаемого механического устройства не наблюдалось снижения следа, времени перемешивания и интенсивности используемого процесса жидкой среды. Результаты испытаний

подтвердили надежность данного устройства и возможность эффективного использования в производственном процессе.

В результате внедрения разработанных разработок годовой экономической эффект составил 11 млн. сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему «Разработка эффективных устройств перемешивания жидкостей для мешалок обогатительных фабрик» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Разработана математическая модель, позволяющая определять изменения кинематических параметров рабочих органов механических устройств перемешивания жидкостей, новая конструкция механических мешалок, повышающая интенсивность перемешивания жидких сред, устройство механической очистки с шарнирной муфтой для очистки боковых стенок ёмкости, содержащей жидкую среду, от липких пород в процессе перемешивания, за счёт чего можно повысить эффективность процесса перемешивания и устройств на обогатительных фабриках.

2. Повышение интенсивности перемешивания жидких сред в обогатительных установках достигается на основе совершенствования и повышения надежности механических мешалок, используемых в процессе перемешивания. Это требует исследования режимов работы механических устройств, используемых при перемешивании жидких сред на обогатительных установках, разработки технических решений, повышающих эффективность процесса перемешивания, и разработки нового механического перемешивающего устройства для увеличения интенсивности перемешивания.

3. Разработано новое механическое перемешивающее устройство с шарнирной муфтой, повышающее интенсивность процесса перемешивания без отрицательного влияния на рабочий режим процесса перемешивания в ёмкостях с плотностью жидкой среды 1100-1280 кг/м³.

4. При анализе изменения кинематических параметров рабочих органов вновь разработанного устройства с шарнирной муфтой в программе Mathcad проведен математический анализ состояний их движения в процессе перемешивания и рабочих органов.

5. На основе разработанной математической модели создано программное обеспечение, позволяющее определять рабочее состояние шарнирного устройства на основе изменения состояния рабочих органов, разработанное на языке программирования Delphi.

6. Установлена закономерность изменения кинематических параметров рабочих органов разработанного шарнирного устройства от интенсивности перемешивания.

7. По результатам опытно-экспериментальных работ разработано шарнирное устройство механической очистки новой конструкции, позволяющее исключить налипание ненужных твердых частиц на боковые

стенки ёмкости за счет добавления в перемешиваемую жидкую среду, дополнительных химических реагентов.

8. Разработанное механическое устройство очистки с шарнирной муфтой в процессе перемешивания жидких сред позволило добиться повышения эффективности работы за счет сокращения количества остановок и трудозатрат, необходимых для очистки твердых частиц, прилипших к боковым стенкам ёмкости на 90-95%.

9. Шарнирное механическое перемешивающее устройство новой конструкции для механических мешалок на обогатительных фабриках и шарнирное устройство механической очистки, позволяющее очищать боковые стенки корпуса от механических примесей в процессе перемешивания внедрены в цехе цианирования и сорбции Гидрометаллургического завода ГМЗ -7 ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» В результате достигнут положительный результат по интенсивности процесса перемешивания, а также прилипанию твёрдых частиц к стенке ёмкости или оседанию.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.17/04.06.2021.T.06.02 AT THE NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING
AND TECHNOLOGY**

NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY

KHAMROEV SHERZOD GULMURTOVICH

**DEVELOPMENT OF EFFECTIVE DEVICES FOR MIXING LIQUIDS
FOR ENRICHMENT MIXERS**

04.00.16 – Mining machines

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

Navoi – 2022

The topic of the dissertation of a Doctor of Philosophy (PhD) is registered at the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B 2021.4.PhD / T 2475.

The dissertation was completed at the Navoi State Mining and Technology University.

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

Scientific supervisor:

Toshov Buri Radjabovich

Candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor

Official opponents:

Djuraev Rustam Umarkhanovich

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Annakulov Tulkin Jovbekovich

Doctor of Philosophy (PhD), Associate Professor

Leading organization:

Almalyk branch of the National University of Science and Technology «MISiS»

The defence of the dissertation will be held on 25 November 2022 at 10⁰⁰ at meeting of the Scientific council of scientific degrees DSc.17/04.06.2021.T.06.02 at the Navoi State Mining and Technology University (address: 210100, Navoi, Makhmud Tarobiy street, 72. Conference Hall of the Navoi State Mining and Technology University. Phone: (79) 223-23-32; fax: (79) 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 and Technology University under No 96. Address: 210100, Navoi, Makhmud Tarobiy street, 72. Phone: (79) 223-56-90; fax: (79) 223-00-55.

The abstract of the dissertation is distributed on 12 November 2022.

(Protocol at the register №51 on 12 November 2022).



I.T. Mislibayev
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 of scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

N.A. Abduazizov
Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific
Council for the award of academic degrees,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

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

The aim of the research is to consists of improving the technology of mechanical mixing of liquid media and developing a mixing device with high mixing intensity.

The research object is the mechanical mixers in enrichment plants were obtained.

The scientific novelty of the research:

the region of change in the Reynolds number is determined, which is the dependence of the density of the mixed liquid medium in the concentrating plants on the working process of the mechanical agitator, and based on this dependence, a physical model of the effect of the viscosity of the liquid on the working life of the working bodies of the mechanical mixing device is developed;

a new mechanical mixing device with a hinged coupling has been developed, which increases the intensity of mixing of high-density liquid media in processing plants;

the dependence of the increase in the mixing intensity on the kinematic parameters of the working bodies of a new mechanical mixing device with a hinged coupling is established;

by adding chemical reagents to liquid media in large-volume cylindrical containers, an effective mechanical cleaning device for solids adhering to the container side walls during mixing has been developed.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results on increasing the intensity of the mixing process at concentrating plants:

a mechanical stirrer with a hinged coupling was introduced at the hydrometallurgical plant No. 7 of JSC «Navoi Mining and Metallurgical Combine» (reference of JSC «Navoi Mining and Metallurgical Combine» No.23.01-01-07/495 from August 2, 2022). As a result, the intensity of mixing process, reduced precipitation formation during mixing of oxidized ores with a liquid medium density of 1410-1450 kg/m³;

the design of the hinge-coupling device for mechanical cleaning was introduced at the hydrometallurgical plant No. 7 of JSC «Navoi Mining and Metallurgical Combine» (reference of JSC «Navoi Mining and Metallurgical Combine» No.23.01-01-07/495 from August 2, 2022). As a result, the cases of solid particles sticking to the side walls of the agitator tank are reduced due to the addition of chemical reagents into high-density liquid media and increased the intensity of the mixing process from the experimental cylindrical equipment.

The structure and content of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references and appendices. The content of the dissertation is 98 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР ЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST of PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Toshov B.R., Khamroev Sh.G. Experimental determination of the law of movement of introduction and exit links for liquid mixing // *Universum: технические науки.* – Москва, 2021. – №4. – С. 46-52 (02.00.00; №1).

2. Тошов Б.Р., Хамроев Ш.Г. Кириш звеноси айланишлар сонининг хар хил қийматларида шарнирли муфта ишчи звеноларининг кинематикаси // *Journal of Innovations in Social Sciences.* – Uzbekistan, 2021. – Volume 01. – Issue: 01. – С. 183-188 (SJIF: 5,052).

3. Hamroyev Sh.G. Kinematics of the working bodies of the mechanism of the hinge coupling at different values of the number of input link speeds // *Academic Research in Educational Sciences (ARES).* – Uzbekistan, 2022. – Volume 3. – Issue 7. – pp. 152-167 (SJIF: 5,7).

4. Hamroyev Sh.G. Kinematics of the working bodies of the mechanism of the hinge coupling at different values of the number of input link speeds // *Central Asian Research Journal For Interdisciplinary Studies (CARJIS).* – Uzbekistan, 2022. – Volume 2. – Issue: 6. – С. 407-486 (SJIF: 5,965).

II бўлим (II часть; part II)

5. Тошов Б.Р., Хамзаев А.А., Хамроев Ш.Г. Кинематика шарнирной муфты, применяемой в механической мешалке // *Молодой ученый: международный научный журнал.* – Москва, 2017. – №1. – С. 89-95.

6. Фойдали моделга патент FAP 01273. Шарнирли муфта / Тошов Б.Р., Умиров Ф.Э., Кушимов Ф., Кушимов У.Ф., Хамроев Ш.Г., Расулов Ш.К. 29.12.2017 й.

7. Хамроев Ш.Г. Перемешивание жидкостей с изменяющимся диаметром механической мешалки // *Точная наука.* – Кемерово, 2019. – С. 33-38.

8. Toshov B.R., Hamroyev Sh.G. Suyuqliklarni aralashtirishda sharnirli mufta zvenolarining harakat qonunini aniqlash // *Молодой ученый.* – Москва, 2020. – №38. – С. 219-225.

9. Тошов Б.Р., Хамроев Ш.Г. Применение шарнирной муфты для очистки дна реактора // «Иновацион иктисодиёт: муаммо, тахлил ва ривожланиш истиқболлари» мавзусидаги Халқаро илмий-амалий анжуман илмий мақолалар тўплами. – Қарши, 2021. – С. 359-365.

10. Тошов Б.Р., Хамроев Ш.Г. Увеличение интенсивности смешивания жидкостей в горно-металлургической отрасли с применением шарнирной муфты // «Машинасозликда инновациялар, энергия тежамкор технологиялар ва ресурслардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш» мавзусидаги Халқаро микёсдаги илмий-амалий конференция. – Наманган, 2021. – С. 109-112.

11. Тошов Б.Р., Хамроев Ш.Г. Применение шарнирной муфты для очистки дна реактора // «Zamonaviy ta'lim tizimini rivojlantirish va unga qaratilgan kreativ

g'oyalar, takliflar va yechimlar» mavzusidagi 16 sonli respublika ilmiy-amaliy on-line konferensiya. – Farg'ona, 2021. – С. 92-98.

12. Тошов Б.Р., Ҳамроев Ш.Г. Увеличение интенсивности перемешивания жидкостей в горно-металлургической отрасли с применением шарнирной муфты // «Ilm fan taraqqiyotida zamonaviy metodlarning qo'llanilishi» mavzusidagi ilmiy onlayn konferensiya. – Termiz, 2021. – №17. – С. 201- 205.

13. Тошов Б.Р., Ҳамроев Ш.Г. Увеличение интенсивности перемешивания жидкостей в горно-металлургической отрасли с применением шарнирной муфты // Хоразм Маъмун академияси Ахборотномаси. – Хоразм, 2021. – №10. – С. 169-171.

14. Ҳамроев Ш.Г. Применение шарнирной муфты для очистки дна реактора // Innovations in technology and science education scientific journal. – Uzbekistan, 2022. – Volume 1. – Issue 1. – С. 207-216.

15. Toshov B.R., Hamroyev Sh.G., Ismatov A.A. Kirish bo'g'ining turli burilish burchaklarida fazoviy sharnirli muftaning teleskopik bog'lovchi qismining joylashuv burchagidagi o'zgarishlarni aniqlash dasturi // DGU 16517 sonli elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dastur. 30.05.2022 y.

16. Toshov B.R., Hamroyev Sh.G., Ismatov A.A., Usmonov M.Z. Kirish zvenosining turli burchaklarida fazoviy sharnirli muftaning teleskopik shatunining uzunligini o'zgarishini aniqlash dasturi // DGU 16516 sonli elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dastur. 30.05.2022 y.



Автореферат «Ўзбекистон кончилиқ хабарномаси» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Босишга рухсат этилди: 11.11.2022 йил.
Бичими 60x84 ¹/₁₆, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи: 2,75. Адади 100. Буюртма № 32.
Тел (93) 955-25-25.
Гувоҳнома № 021683
«HUMO PRINT 202» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.
Босмаҳона манзили: Навоий ш. Гулистон – 3 массиви.