

**МИЛЛИЙ ТЕХНОЛОГИК ТАДҚИҚОТЛАР УНИВЕРСИТЕТИ
«МИСиС»НИНГ ОЛМАЛИҚ ШАҲРИДАГИ ФИЛИАЛИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ DSc.22/30.12.2019.Т.98.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ

АБДУАЗИЗОВ НАБИЖОН АЗАМАТОВИЧ

**ГИДРАВЛИК ТИЗИМЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ АСОСИДА КАРЬЕР
ГИДРАВЛИК ЭКСКАВАТОРЛАРИНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ
УСУЛЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

04.00.16 – Кончилик машиналари

**Техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Олмалик – 2020

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

Абдуазизов Набижон Азаматович

Гидравлик тизимларини оптималлаштириш асосида карьер гидравлик
экскаваторларининг самарадорлигини ошириш усуллари ишлаб
чиқиш..... 3

Абдуазизов Набижон Азаматович

Разработка методов повышения эффективности карьерных
гидрофицированных экскаваторов на основе оптимизации их
гидравлических систем 29

Abduazizov Nabijon Azamatovich

Development of methods for improving the efficiency of quarry hydraulic
excavators based on optimization of their hydraulic systems..... 55

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 59

**МИЛЛИЙ ТЕХНОЛОГИК ТАДҚИҚОТЛАР УНИВЕРСИТЕТИ
«МИСиС»НИНГ ОЛМАЛИҚ ШАҲРИДАГИ ФИЛИАЛИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ DSc.22/30.12.2019.Т.98.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ

АБДУАЗИЗОВ НАБИЖОН АЗАМатович

**ГИДРАВЛИК ТИЗИМЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ АСОСИДА КАРЬЕР
ГИДРАВЛИК ЭКСКАВАТОРЛАРИНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ
УСУЛЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

04.00.16 – Кончилик машиналари

**Техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Олмалиқ – 2020

Фан доктори (Doctor of Science) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида №B2020.2.DSc/T221. рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Навоий давлат кончилик институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.misis.uz) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи: **Тошов Жавохир Буриевич**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Рахутин Максим Григорьевич**
техника фанлари доктори, профессор

Столповских Иван Никитович
техника фанлари доктори, профессор

Хужаев Исматулла Кушаевич
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Етакчи ташкилот: **«Олмалиқ КМК» АЖ**

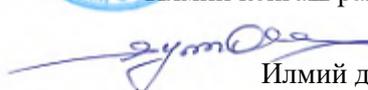
Диссертация ҳимояси Миллий технологик тадқиқотлар университети «МИСиС»нинг Олмалиқ шаҳридаги филиали ҳузуридаги DSc.22/30.12.2019.T.98.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил 16 октябр соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 110101, Олмалиқ шаҳри, Амир Темур кўчаси, 56-уй. Тел.: (70) 614-22-57; e-mail: afnitumisis@mail.ru.

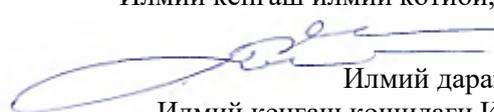
Диссертация билан Миллий технологик тадқиқотлар университети «МИСиС»нинг Олмалиқ шаҳридаги филиалининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (20001-Д-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 110101, Олмалиқ шаҳри, Амир Темур кўчаси, 56-уй. Тел.: (70) 614-22-57.

Диссертация автореферати 2020 йил 29 сентябр куни тарқатилди.
(2020 йил 29 сентябрдаги 1 рақамли реестр баённомаси)



**Ф.Я.Умаров**
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш раиси, т.ф.д., доцент

**Ғ.С.Нутфуллаев**
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.н., доцент

**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. Дунёда кон ишларини очик усулда олиб боришни жадал ривожлантириш гидравликлашган кон машиналарининг мавжуд моделларини гидравлик тизимларининг самарали ва узлуксиз ишлаши билан боғлиқ муаммоларни кўпайишига олиб келади. Корхоналарда қазиб олиш ва юклаш ишларининг кўпайишига олиб келади. Корхоналарда қазиб олиш ва юклаш ускуналари гидравлик тизимининг носозлик даражаси бугунги кунда юқори кўрсаткичларга етмоқда. Кон машиналарида гидравлика тизимининг технологик ишончилигини ошириш усулларида бири бу носозлик сабабини ва профилактик таъмирлашни аниқлашдир.

Бугунги кунда дунёда гидравлик ускуналар ишчи механизмларининг эскиришига таъсир қиладиган ифлослантирувчи моддаларни аниқлаш ва таҳлил қилиш муҳим рол ўйнайди. Қизилқум ҳудудида гидравликлашган технологик ускуналарни юқори фойдали иш коэффиценти билан максимал ишлашига ишчи суюқлик эксплуатацияси самарали тизимини қўллаш ҳисобига эришиш мумкин, бу эса ускуналарнинг гидравлик тизимини минимал харажатлар билан максимал ишлашига имкон беради.

Республикада тоғ-кон саноатига, хусусан фойдали қазилмаларни очик усулда қазиб олишга кон машиналари самарадорлигини оширишда алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада, жумладан гидравлик тизимларни оптималлаштириш асосида карьер гидравлик экскаваторларининг самарадорлигини ошириш, гидравлик тизимларни ишчанлигини ошириш, йиллик маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажмини кўпайтириш ва табиий ресурсларни ишлаб чиқиш технологияларини қўллашга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг қарорида «иктисодиётни янада ривожлантириш ва либераллаштириш, ишлаб чиқаришни модернизациялаш учун инвестицияларни жалб қилиш бўйича қўшимча шарт-шароитларни яратиш, тоғ-кон ва металлургия саноатидаги йирик корхоналарнинг рақобатбардошлигини ошириш...»¹ муҳим вазифалар белгилаб берилган. Шунинг эътиборга олган ҳолда гидравлик экскаваторлар ёрдамида очик конда қазиб олиш ҳажмини ошириш, очик конларни қазиб олиш учун ресурсларни тежайдиган технологияларни ишлаб чиқиш, қазиб олиш ва юклаш ишлари харажатларининг нархларини пасайтириш ва ишлаб чиқаришнинг йиллик ҳажмини оширишга эришиш бўйича вазифаларни бажариш жуда муҳим амалий аҳамият касб этади.

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

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 январдаги «Кон-металлургия тармоғи корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4124-сонли қарори.

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

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

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи². Гидравлик экскаваторлар унумдорлигини оширишга қаратилган илмий тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасаларида олиб борилмоқда, жумладан Wolfson School of Manufacturing and Mechanical Engineering, School of Civil and Building Engineering ва Loughborough University (Буюк британия), «Bosch Rexroth AG» (Германия), «Parker Hannifin Hydraulic Filtration (США)», University of Antwerp RUCА (Бельгия), ЗАО «Могормаш», А.А.Скочинский номидаги КИИ ва «АРГИС-Холдинг», AGA Group, Inc. Компанияларида, Миллий технологик тадқиқотлар университети «МИСиС» (Россия Федерацияси) и Навоий давлат кончилик институтларида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Гидравлик экскаваторларининг самарадорлигини ошириш усулларини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқотлар натижасида бир қатор илмий, тадқиқотлар олиб борилган, жумладан, куйидаги илмий натижалар олинган: гидравлик суюқликларни ифлосланишини олдини олиш усуллари ишлаб чиқилган (Wolfson School of Manufacturing and Mechanical Engineering, School of Civil and Building Engineering Loughborough University), гидравлик суюқликларнинг ифлосланишини назорат қилиш натижасида кон гидравлик экскаватори гидравлик тизимининг унумдорлиги ошириш ҳамда гидротехник ускуналарни таъмирлаш ва гидравлик суюқликларни фойдаланиш усуллари ишлаб чиқилган (Parker Hannifin Hydraulic Filtration), гидравлик тизимларини оптималлаштириш асосида карьер гидравлик экскаваторларининг самарадорлигини ошириш технологияси ишлаб чиқилган (Bosch Rexroth AG), гидравлик экскаваторларда ишлайдиган ускуналар юқларини аниқлаш усуллари ишлаб чиқилган ва экскаваторларнинг технологик имкониятлари яратилган (АРГИС-Холдинг, ЗАО «Могормаш»), юқори қувватли гидравлик экскаваторлардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш усуллари ишлаб чиқилган (University of Antwerp RUCА ва Россия фанлар академиясининг Узоқ шарқ бўлими, Юқори технологиялар университети) ва гидравликлашган экскаваторларнинг гидравлик тизимларида ишчи суюқлик қовишқоқлиги ва температурасини ушлаб туриш усуллари ишлаб чиқилган (Навоий давлат кончилик институти).

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

Дунёда қуйидаги устувор йўналишлар бўйича бир қатор тадқиқотлар олиб борилмоқда, шу жумладан қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: экскаваторларнинг самарадорлигига таъсир этувчи омилларни аниқлаш; экскаваторларнинг гидравлик тизимига хизмат кўрсатишнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш; кон ускуналари гидравлик тизими элементларининг ишончлилигини ошириш; капитал харажатларнинг камайиши ва кон гидравлик экскаваторлари ишларининг иқтисодий самарадорлигини ошириш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Башта Т.М., Барышев В.И., Берман В.М., Бреннер В.А., Бродский Г.С., Кантович Л.И., Коваль П.В., Ковалевский В.Ф., Коваленко В.П., Красников Ю.Д., Пастоев И.Л., Подерни Р.Ю., Рахутин Г.С., Рокшевский В.А., Скрицкий В.Я., Солод Г.И., Столповских И.Н., Тошов Ж.Б., Финкельштейн З.Л., Хужаев И.К., Akira Tsutsui, Dr. Etsujiro Imanishi, Felix Nga, Jacqueline Glass, Jennifer A. Hardinga, Lei Ge, Long Quan, Milos Vukovic, Roland Leifeld, Takao Nanjo ва бошқалар каби олимлар кон машиналарига техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш тизимини ишончлилигини таъминлаш ва такомиллаштириш бўйича фан ва амалиётни ривожлантиришга салмоқли ҳисса қўшдилар. Улар гидравлик кон машиналарининг ишлашини такомиллаштиришда ва ишлаш самарадорлигини оширишда муҳим ютуқларга эришган.

Бирок, ҳозирги кунгача гидравлика тизимларининг ишлашини оптималлаштириш асосида карьер экскаваторларининг самарадорлигини ошириш усулларини ишлаб чиқиш тўлиқ амалга оширилмаган. Кон ускуналари, хусусан, карьер экскаваторлари гидравлик тизимларининг ишончлилиги ва самарадорлигига катта эътибор берилиши керак. Шу муносабат билан, кон ускуналари гидравлика тизимларининг самарадорлигини оширадиган усуллар ва техник воситаларни ишлаб чиқиш кон-металлургия саноати учун муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эга бўлган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Навоий давлат кончилиқ институти илмий-тадқиқот ишлари режаси доирасида «Карьер гидравлик экскаваторларининг конструктив параметрлар тадқиқоти ва гидравлик тизим ҳимоя қурилмаларини такомиллаштириш» (2017-2018 й.) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади гидравлик тизимларнинг ишчи суюқлигининг ифлосланишини камайтириш орқали турли климатик шароитларда юқори ишончлиликни таъминловчи карьер гидравлик экскаваторларининг самарадорлигини ошириш усулларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг вазифалари:

агрегатлар ишончлилиги ва мустаҳкамлигига ишчи суюқлик ифлосланишининг таъсири ҳамда карьер гидравликлашган экскаваторларининг гидравлик тизимларига таъсирини ўрганиш;

гидравлик тизимлар эксплуатациясининг маълум бир шароитида мақбул ифлосланиш кўрсаткичларини ва гидравлик суюқлик тозалигининг оптимал даражасини аниқлаш;

кон ускуналари гидравлик суюқлик намунасини тайёрлаш учун спектрал таҳлилни ўлчаш услубини ишлаб чиқиш;

карьер гидравликлашган экскаваторларининг гидравлик тизимининг гидробакига етказиб бериладиган ҳавони филтрлаш тизимини такомиллаштириш;

гидроцилиндрнинг штоки учун гидравлик экскаваторларнинг ифлосланишига қарши ҳимоя ҳалқасини ишлаб чиқиш;

карьер гидравликлашган экскаваторлари аксиал поршенли насосини такомиллаштириш.

Тадқиқотнинг объекти Навой кон-металлургия комбинатининг Даугкзтау карьеридида қўлланиладиган гидравликлашган экскаваторлар ва қазиш-юклаш ишлари жараёни ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети – гидравликлашган экскаваторларнинг гидравлик тизимлари ва уларнинг ишчи суюқликлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда стендли ва экспериментал ишлаб чиқариш тадқиқотлари, математик моделлаштириш, моделларнинг аналитик тадқиқотлари, амалий тажриба таҳлили ва умумлаштиришлари билан бирга тадқиқотларнинг комплекс усуллари қўлланилган. Экспериментал тадқиқотлар натижалари математик статистика ва стандарт математик ва график дастурлар ёрдамида қайта ишлаш тадқиқот усулларидадан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

ишчи суюқлик ифлосланишининг агрегат ишончлилиги ва мустаҳкамлигига, шунингдек гидравлик карьер экскаваторларининг гидравликлашган тизимларига таъсири аниқланган;

гидравликлашган кон машиналарининг гидравлик суюқлигини тозалиги ифлосланиш ва рухсат этилган кўрсаткичларининг оптимал параметрлари ишлаб чиқилган;

гидравликлашган кон машиналарида гидравлик суюқликнинг ифлосланиши инфрақизил спектроскопик таҳлилининг ишончлилиги назарий жиҳатдан асосланган;

конструктив параметрларига қараб филтрлаш самарадорлигини аниқлашга имкон берадиган ҳаво филтридаги чангли ҳаво оқими ҳаракатининг математик модели ишлаб чиқилган;

зичлагични қўлланганда гидравлик цилиндр суюқлигининг хусусиятлари аниқланган ва унинг математик модели ишлаб чиқилган;

ҳаво филтридаги чанг заррачаларини ўз ичига олган ҳаво оқимининг ҳаракати илмий асосланган ва карьер экскаваторининг гидравлик тизими гидробаки ҳаво филтрининг ишлаб чиқилган конструкцияси самарадорлиги амалий исботланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

гидравлик экскаваторнинг гидравлик цилиндрли штоки учун химоя мосламаси ишлаб чиқилган, бу ифлосланишни гидроцилиндрга тушишини химоя воситаси ишлаб чиқилган;

гидростатик башмакнинг синишини олдини олувчи аксиал поршенли насос плунжерининг принципиал янги конструкцияси ишлаб чиқилган;

гидравлик суюқликнинг тозалигини сақлашга имкон берадиган карьер экскаваторининг гидравлик тизими гидробаки ҳаво фильтрининг самарали конструкцияси ишлаб чиқилган;

Экскаватор тўхталишларини олдини олувчи гидравликлашган карьер экскаваторининг аксиал поршенли насосини ишлашини яхшилаш бўйича техник ечимлар ишлаб чиқилган;

карьер ускуналарининг гидравлик мойлари намунасининг спектрал таҳлилини ўлчашни бажариш усули ишлаб чиқилган, бу таҳлил қилиш учун кимёвий реагентлар сарф қилмасдан ва таҳлил қилинадиган материалларнинг минимал миқдори аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги махсус ишлаб чиқилган ва стандарт синов усулларидан, шунингдек назарий ҳолатларни текшириш учун мустақил экспериментал тадқиқотлар натижаларидан кенг фойдаланиш билан исботланган. Юқори аниқликдаги ўлчаш ва қайд қилиш ускуналари ёрдамида амалга оширилган назарий ҳисоб-китоблар натижаларининг лаборатория, стендли ва эксплуатацион синовлари билан мувофиқлиги кўрсатилган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти гидравликлашган карьер экскаваторларининг самарадорлигини уларнинг гидравлик тизимини оптималлаштириш асосида оширишнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш ва ҳаво фильтридаги чангни ўз ичига олган ҳаво оқими ҳаракатининг математик моделини асослаш, бу экскаваторнинг конструктив параметрларига қараб фильтрлаш самарадорлигини аниқлаш билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти гидравлик мойлари намунасининг спектрал таҳлил қилиш услубини, карьер экскаваторининг гидравлик тизими гидробаки ҳаво фильтрининг самарали конструкциясини ва гидравликлашган карьер экскаваторининг аксиал поршенли насосини ишлашини яхшилаш бўйича техник ечимларни ишлаб чиқиш ва насоснинг таъмирлаш ишларини камайтириш билан тавсифланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Гидравликлашган экскаваторларнинг самарадорлигини уларнинг гидравлик тизимини оптималлаштириш орқали ошириш бўйича олинган илмий натижалар:

кон экскаваторларининг гидравлик тизими гидробаки учун ҳаво фильтрининг янги конструкцияси «Навоий кон-металлургия комбинати» Давлат корхонаси Шимолий бошқармасининг Даугызтау конида жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» Давлат корхонасининг 2020 йил 01 июндаги 02-06-07/6105-сонли маълумотномаси). Натижада экскаватор гидравлик тизимининг эксплуатацион самарадорлигини 35-40%га

ошириш ва иш самарадорлиги кучайтириш, гидравлик тизимлар узелларининг ишчи юзасини ёйилиб кетишининг олдини олиш имконини берган;

ишлатиб бўлинган мойларнинг синов намунасини тайёрлаш усули «Навоий кон-металлургия комбинати» Давлат конхонаси Шимолий бошқармасининг Даугызтау конида жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» Давлат конхонасининг 2020 йил 01 июндаги 02-06-07/6105-сонли маълумотномаси). Натижада ишлатилган мойнинг экспрессностини ошириш ва таҳлил қилиш учун кимёвий реактивларнинг харажатини ҳамда таҳлил қилинган материаллар миқдори камайтириш имконини берган;

гидравлик экскаваторларнинг аксиал поршенли насос плунжерининг янги конструкцияси «Навоий кон-металлургия комбинати» Давлат конхонаси Шимолий бошқармасининг Даугызтау конида жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» Давлат конхонасининг 2020 йил 01 июндаги 02-06-07/6105-сонли маълумотномаси). Натижада насос поршенларининг шикастланишини камайтириш, гидротехник насосларни таъмирлаш ишларини қисқартириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларнинг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 25 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 2 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш илмий нашрларида 11 та мақола, жумладан, 7 таси республика ва 4 таси хорижий илмий журналларда нашр этилган. ЭХМ учун компьютер дастурий маҳсулотига 1 та гувоҳнома олинган.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва асосий вазифалари тавсифланган, республика фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

«Гидравликлашган кон машиналарига хизмат кўрсатиш усулларини ривожлантиришда замонавий тенденциялар» деб номланган биринчи бобда гидравликлашган кон машиналарига хизмат кўрсатиш усулларининг таҳлили ўтказилган. Навоий кон-металлургия комбинати Шимолий кон бошқармасининг «Даугызтау» конида қазиб олиш ишлари давомида ишлаб

чиқариш жараёнларининг харажатлари ва гидравлик экскаваторларнинг ишлаб чиқариш кўрсаткичлари улуши келтирилган.

Ишончлиликнинг асосий кўрсаткичлари ва гидравлик экскаваторларнинг асосий қисмларининг ишдан чиқиши ўртача фоизи ўрганилди, ҳамда экскаваторларнинг электромеханик авария ҳолатининг статистик таҳлили ўтказилди ва улар томонидан бажариладиган ишнинг асосий кўрсаткичлари ўрганилган.

Кон машиналари гидравлика тизимларининг ишлашига салбий таъсир кўрсатадиган асосий омил бу ишчи суюқликлар ишлашининг пасайиши ҳисобланади. Гидравлик ишчи суюқликнинг иш қобилиятини пасайиши қуйидагиларга боғлиқ: жуда кўп чанг билан ишлаши; жуда паст ва атроф муҳитнинг ғайритабiiй паст ёки юқори ҳароратда ишлаши; самарасиз техник хизмат кўрсатиш ва бошқалар.

Таркибида кварц, кремний, темир оксиди ва бошқа заррачалари бўлган чанг билан тўйинган ҳавони ифлосланиши жуфтликда ишқаланишларни ейилишини тезлаштиради, ишчи суюқликни ифлослантиради, дроссел ва каналларни ёради, қопламаларнинг ялтирашини йўкотади, сиртларнинг коррозияга нисбатан сезгирлигини оширади.

Амалга оширилган тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатадики, гидравлик кон машиналарининг гидравлик тизимидаги носозликлари ва ишчи суюқликнинг ифлосланиши, унинг ҳаво ва иситиш билан тўйинганлиги сабабли содир бўлади. Гидравлика тизимидаги узилишлар таҳлили алоҳида узелларнинг иш қобилиятини йўқотиш сабабларини аниқлашга имкон беради. Масалан аксиал поршенли насослар ва гидравлик моторларнинг ишдан чиқиши, шарсимон юза ва шатунларнинг эгрилиги, поршенли тешикларнинг ейилганлиги.

Гидроцилиндрларда кенг тарқалган ейилишлар қуйидагиларни ўз ичига олади: ички ва ён цилиндрли корпусни, қопқоқ қирралари, йўналтирилган зичлагич юзаси, плунжер ва поршенларнинг ташқи юзаси ва уларнинг бирикмалари. Машинанинг мустаҳкамлиги қисмлар сиртининг ишқаланиши ва ейилишига бевосита боғлиқлиги аниқланган.

Машинанинг мустаҳкамлиги буюмлар сиртларининг ишқаланиши ва емирилиши билан бевосита боғлиқ эканлиги аниқланган. Гидравлик тизимларни тадбиқ қилиш тажрибаси шуни кўрсатадики, барча носозликлар 30% атрофида регулятор, тақсимлагич ва жойини алмаштирувчи элементларнинг ишдан чиқиши билан боғлиқ.

«Гидравлик ёғлар сифатининг гидравликлашган кон машиналарининг унумли ишлашига таъсир этишини тадқиқ қилиш» деб номланган иккинчи бобда кон машиналари узатмалари ва агрегатлар самарадорлиги ва ишончлигига ифлосланишнинг таъсирини тадқиқ қилишга бағишланган.

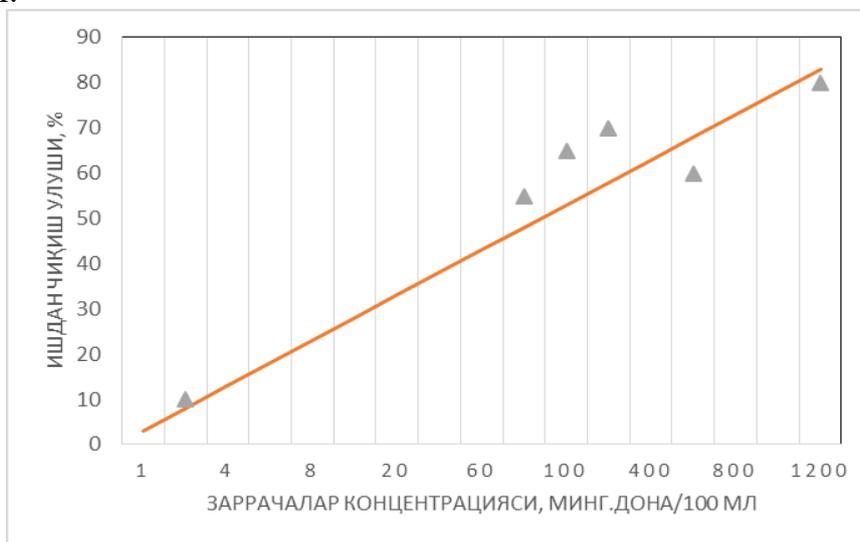
Ишончлиликнинг асосий хусусиятлари, саноат тозаллиги даражасига қараб, чидамлилик ва тўхтовсиз ишлаши бўлиб, биринчиси фақат мураккаб

механизм бўлган агрегатларга, иккинчиси тизимлар ва машиналарга тегишли ҳисобланади.

Карьер ускуналарининг гидравлик узатмаларини назорат остида ишлатиш шуни кўрсатдики, ишлатиладиган суюқликларнинг ифлосланиши билан боғлиқ бўлган носозликлар улуши, жами носозликларнинг 69% ни ташкил этади, шу жумладан:

- 1) абразив, каттиқ зарра ёки бўлаклар, эрозия (емирилиш) натижасида ишдан чиқиш ва қисилиб қолиши туфайли юзага келган носозликлар – 59%;
- 2) тикилиб қолиш натижасидаги носозликлар – 14%;
- 3) сувланиш натижасида ейилишлар - 8,2%.

Карьер ускуналари сув тизимларида суюқликнинг ўртача ифлосланиши 14-15 синф каби қабул қилинади, шахта жиҳозлари учун эса - 16-17 синфлар қабул қилинади. Турли машиналарнинг гидравлик тизимларидаги ишловчи суюқликнинг ифлосланиши сабабли ишдан тўхтаб қолиш улуши 1-расмда кўрсатилган.



1-расм. Турли машиналарнинг гидравлик тизимларидаги ишловчи суюқликнинг ифлосланиши сабабли ишдан чиқиш кўрсаткичи

Ишдан чиқишлар таркибининг ўзгариши билан, нозик ишқаланиш жуфтликларини ўз ичига олган гидромашиналар, агрегатлар ва бошқа узатма боғламларидаги носозликлар улуши сезиларли даражада камаяди. Бу ишончилиكنинг барча параметрларига, масалан техник тайёрлик коэффициентига ижобий таъсир этади, чунки айнан шундай носозликлар таъмирлашга кўп вақт сарфлашга ва шунга мос равишда, ускуналарнинг ишламай тўхтаб қолишига олиб келади.

Амалда, ифлосланишга сезгирликни аниқлаш вазифаси қуйидаги боғлиқлик туркумини кидириб топишга олиб келади:

$$P_a = k_{cs} * f(C_j), \text{ мкм}, \quad (1)$$

бу ерда P_a – ускунанинг критик характеристикаси; k_{cs} - ифлосланишга сезгирлик коэффициенти; $f(C_j)$ – j – ўлчамли гуруҳнинг ифлосланиш концентрациясининг алгебраик функцияси.

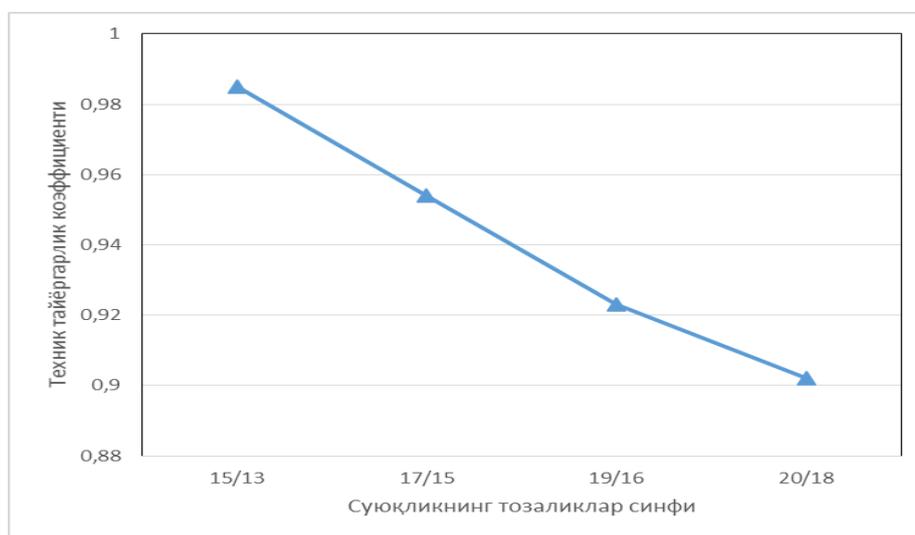
Бошқача қилиб айтганда, танқидий чиқиш характеристикаси минимал рухсат этилган қийматга (P_{aCR}) етиб борадиган вақтга, бошқача қилиб айтганда, манбанинг тўхтовсиз ишлаши ёки агрегатнинг манбаси ўртасидаги вақт қизиқтиради:

$$T_{af} = T(P_{aCR}), \text{ ч·мкм.} \quad (2)$$

Баъзан, критик хусусият тизим ёки машина элементи сифатида жиҳознинг функционал хусусиятлари билан боғлиқ бўлмаслиги мумкин ва P_a сифатида, ифлосланиш таъсирида маҳсулот хусусиятлари таркибидаги ўзгаришларни акс эттирувчи ҳар қандай ўлчов параметрларидан фойдаланиш мумкин, масалан, деталларни ишдан чиқишининг абсолют (мутлоқ) қиймати. Бу сўзсиз, агрегатни ишлаб чиқарувчи нуктаи назаридан исбот қилинган. Аммо, лойиҳалаштирувчи ёки машина узатмасидан фойдаланувчи учун ушбу ёндашув қулай эканлигига ишониб бўлмайди, чунки бу механик бирикмаларнинг ишончилиги хусусиятларига таъсирини ва шунинг учун филтрлаш учун маблағ сарфлашнинг мақсадга мувофиқлигини бевосита баҳолашга имкон бермайди.

2-расмда дизель-гидравлик узатмали карьер экскаватори мисолида ишлатиш харажатлари низомининг тўлиқ бирлиги ва карьерларда машиналардан фойдаланишнинг умумий кўрсаткичлари келтирилган.

Истеъмолчи учун минимал иш харажатлари мезони бўйича суюқлик тозалигини керакли даражада аниқлаш кон машинасига нисбатан ўзгармасдир. Мисол сифатида, карьер экскаваторини танлаш тегишли эксплуатацион маълумотларнинг мавжудлиги билан аниқланади.



2-расм. Гидравлик экскаваторнинг техник тайёрлик коэффициенти ISO 4406 суюқлигининг тозалыги синфига боғлиқлиги (5872 иш соати бўйича назорат остида бошқарилгандаги маълумотлар)

Иқтисодий жиҳатдан энг яхши тозалык синфи 15/13 ҳисобланади, аммо экскаватор ишлаб чиқарувчилари томонидан 17/15 ва 18/16 синфлари тавсия қилинганлиги аниқланган. Ишчи суюқликнинг мақбул тозалыгини таъминлаш

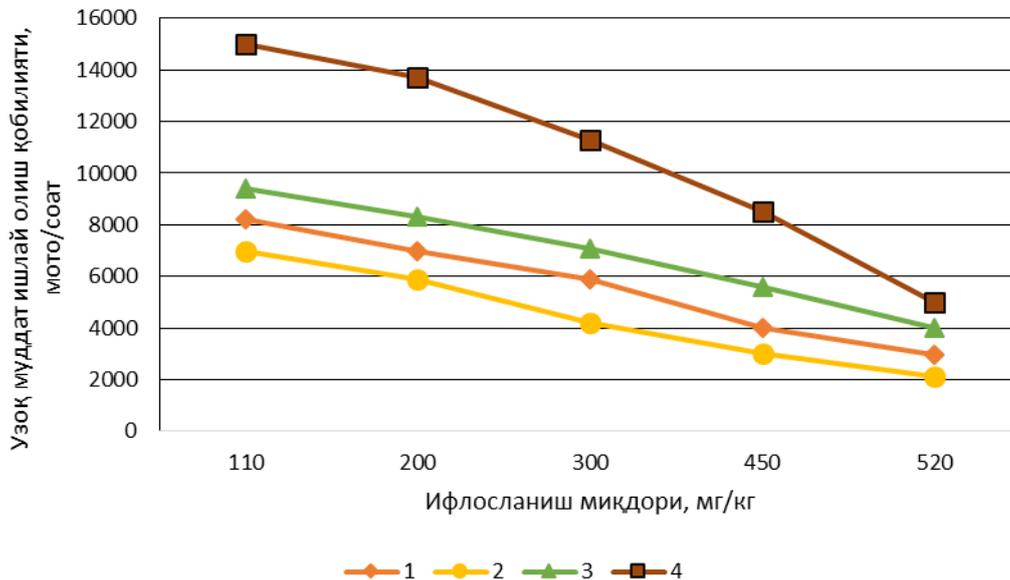
ушбу турдаги (15-20 м³ чўмичли экскаватор). Вақт ўтиши билан тозаликнинг мақбул даражаси яхшиланиши муҳимдир, бу фильтрлаш технологиялари соҳасида юқори натижаларга эришиш ва фильтрлаш учун самарали материаллар нархининг нисбатан пасайиши билан изоҳланади.

Ишлайдиган суюқликнинг ифлосланишини гидравликлашган карьер экскаваторларининг гидравлик тизимлари элементларининг ишончилиги ва мустаҳкамлигига таъсирини аниқлаш учун очиқ конлар экскаваторларининг гидравлик тизимлари элементларининг ҳолати ўрганилди ва ушбу тизимларда ишлайдиган суюқлик таҳлили ўтказилди.

Гидравлик мойларнинг сифатини гидравлик кон машиналарининг ишлашига таъсирини ўрганиш ишчи суюқликнинг ифлосланишини бирликларнинг ишончилиги ва чидамлилигига, шунингдек гидравликлашган карьер экскаваторларининг гидравлик тизимларининг ифлосланиш, абразивлик ва тозалигининг мақбул кўрсаткичларига таъсирини аниқлашга имкон берди.

Ишлайдиган суюқликнинг гидравлика тизимлари элементларининг ишончилиги ва чидамлилигига таъсирини ўрганиш натижалари ифлосланган ишчи суюқликлар билан ишлайдиган карьер ускуналарининг гидравлика тизимлари бирликлари ва элементлари ишончли эмаслигини ва кўпинча бузилишлар туфайли ишдан чиқишини тасдиқлади.

Натижалар асосида гидравлика тизимлари элементларининг чидамлилиги ифлосланиш даражасига боғлиқлиги аниқланди (3-расм).



1—аксиал поршенли насос, 2—гидравлик тақсимлагич, 3—гидравлик цилиндр, 4—гидравлик мотор.

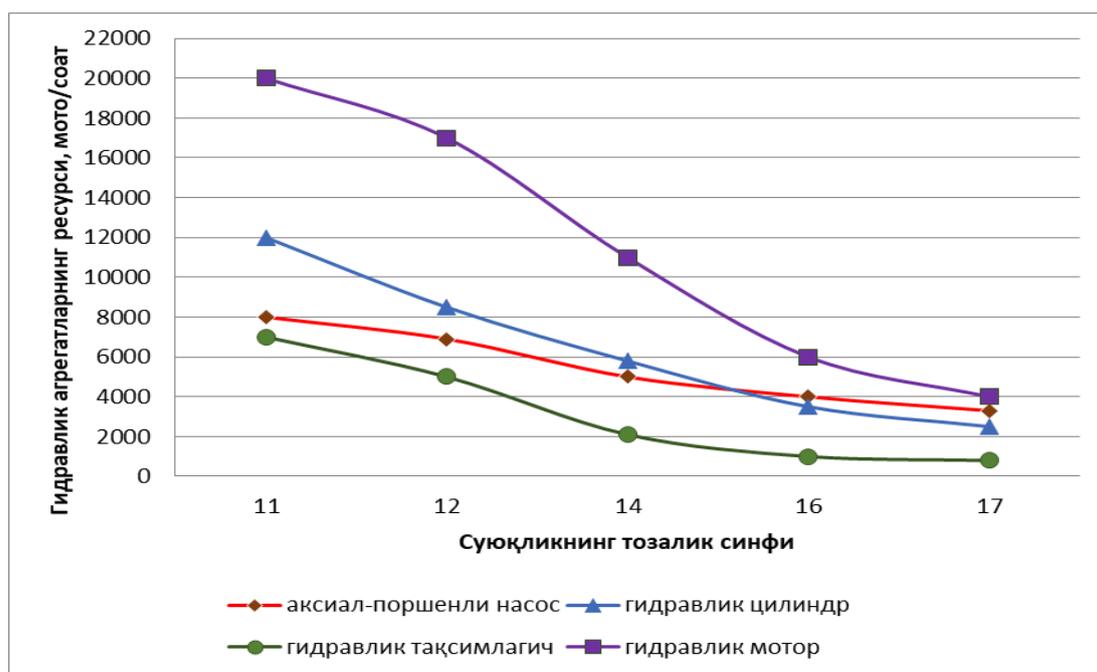
3-расм. Гидравлик агрегатларнинг узок муддат ишлай олиш қобилиятини ишчи суюқликдаги ифлосланиш миқдорига боғлиқлик графиги.

Кон машиналарининг гидравлик тизимларида гидравлик агрегатларнинг ишлаш муддати кўпгина омилларга боғлиқ, энг салбий таъсир кўрсатувчи омиллардан бири ишчи суюқликларнинг ифлосланиши ва абразивлигидир.

Экскаватор гидравлик агрегатларининг узоқ муддат ишлай олиш қобилияти ишчи суюқликнинг тозалиги синфига боғлиқлик графиги келтирилган.

Ўтказилган тадқиқотлар ифлосланиш ва абразивликнинг рухсат этилган кўрсаткичларини, шунингдек, гидравликлашган карьер машиналарининг гидравлик суюқлиги тозалигининг мақбул даражасини аниқлаш имконини берди (4-расм).

Гидравлик мойлар сифатининг гидравликлашган кон машиналарининг иш қобилияти фаолиятига таъсир этишини тадқиқ қилиш ишчи суюқликнинг агрегатлар ишончилиги ва кўп йиллар хизмат қилиши яъни, чидамлилигига таъсирини аниқлашга, шунингдек, карьернинг гидравликлашган экскаваторлари гидравлика тизимларининг ифлосланиш, абразивлик ва гидравлик суюқликнинг энг мақбул тозалик кўрсаткичларига таъсирини аниқлашга имкон берди.



4-расм. Ишлайдиган суюқликнинг тозалиги синфига қараб экскаватор гидравлик агрегатларини узоқ муддат ишлай олиш қобилияти.

«Гидравликлашган кон машиналарининг ишчи суюқликларини ифлосланишини олдини олишнинг самарали усул ва воситаларини ишлаб чиқиш» деб номланган учинчи бобда Қизилқум ҳудудида қўлланиладиган гидравлик ускуналарнинг ишчи суюқлигининг физик-кимёвий таркиби тадқиқ қилинган, гидравлик мойнинг қаттиқ моддалар билан ифлосланишининг асосий сабаблари кўриб чиқилди, ишчи суюқликларнинг

ифлосланишини олдини олувчи самарали воситалар ишлаб чиқилган ва гидравлик насос конструкциялари тадқиқ қилинган.

Асл ва ишчи ҳолатлардаги Tellus-68, Tellus-46, Chilon-68, Chilon-46 гидравлик суюқликлари тадқиқ қилинди шунингдек, гидравлик суюқликларнинг физикавий хусусиятлари ўрганилди, натижалари 1-жадвалда келтирилган.

Ўрганилган намуналарнинг ИҚ-спектрлари JR Tracer – 100 Shimadzu инфракизил спектрометрида $4000 - 400 \text{ см}^{-1}$ диапазонда расмга туширилди.

Ишлатилиб бўлган жигар ранг гидравлик суюқликлар ишлатилгандан сўнг ифлосланиш туфайли тўқ жигар ранг ва тўқ рангли тус олади. Гидравлик суюқликларни ифлослаантирувчи моддалардан тозалаш учун турли хил органик эритувчиларнинг таъсири ўрганилди ва шу билан бирга гидравлик суюқликларнинг кинематик қайишқоқлиги, зичлиги ва гидравлик суюқликларнинг баъзи бир физикавий хусусиятлари аниқланди.

Гидравлик суюқликларнинг зичлиги 0,827 дан 0,880 г/мл гача ораликда ўзгариб турди ва ишлатилган суюқликлар қайишқоқлиги дастлабки ҳолатга қараганда пасайди.

1-жадвал

Ишлатилиб бўлган гидравлик суюқликларнинг физикавий хусусиятлари

№	Гидравлик суюқликлар мааркалари	Эритувчилар					Зичлиги, ρ , кг/м ³	Вақт, t, с	Ўпишқоқлиги, Па·с
		сув	Бутанол	Циклогексан	Ортаксиллол	Бензин			
1.	Chilon-46	НР	МР	МР	НР	Р	0,869	15,5	13,46
2.	Chilon-68	НР	МР	МР	НР	НР	0,874	16,2	14,16
3.	Chilon-68 (ўтказилган)	НР	МР	МР	НР	Р	0,827	12,5	10,34
4.	Tellus-46	НР	МР	МР	НР	Р	0,863	13,1	11,31
5.	Tellus-68	НР	МР	МР	НР	МР	0,865	18,0	15,57
6.	Tellus-46	НР	МР	МР	НР	Р	0,752	5,6	4,21
7.	Дастлабки гидравлик суюқлик	НР	МР	МР	НР	Р	0,880	20,5	18,04

Эслатма: НР – эримайди; МР – кам эрийди; Р – эрийди.

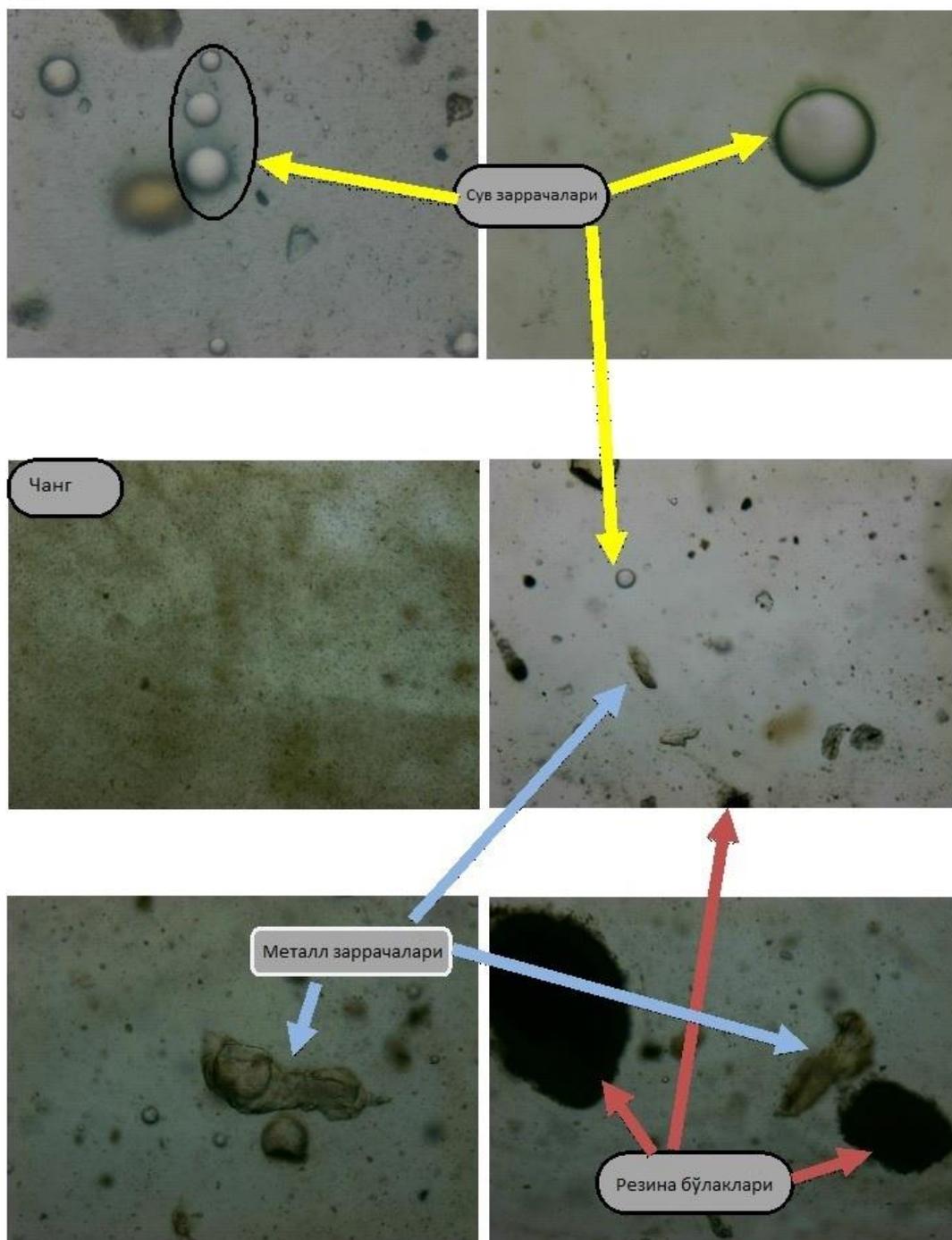
Металнинг қаттиқ заррачалари, зичликлар ва чанглар билан ифлосланиши гидравлик мойнинг кон машиналарининг гидравлик тизимларидаги носозликларнинг энг кўп учрайдиган сабабларидан бири ҳисобланади. 3560 мото соат ишлаган Tellus-68 гидравлик мойининг ифлосланишининг микроскопик таҳлили 5-расмда кўрсатилган.

EDX-7000 (SHMADZU, Япония) қурилмасида кон-металлургия корхоналари машиналарининг гидравлик суюқликларини ярим миқдорли рентгенофлуоресцент таҳлилини ўтказиш учун такомиллаштирилган ҳолатда спектр таҳлили усули ишлаб чиқилди. Матрица таркиби сифатида ҳудуднинг

маълум бир тупроқ намунаси олинди ва лаборатория шароитида таҳлил ўтказилди.

Олиб борилган тадқиқотлар ва ишлаб чиқилган услублар асосида кон-металлургия корхоналари машиналари гидравлик суюқликларининг спектрал таҳлилини ўлчаш асосида концентрацияни аниқлаш учун спектрал таҳлилнинг рентгенофлуоресцент усулини қўллаш имконияти аниқланди.

Тадқиқ қилинаётган намунани тайёрлашнинг янги усули ишлаб чиқилди ва рентгенофлуоресцент усули ёрдамида ўтказилган кимёвий элементлар ва уларнинг матрица массасидаги концентрация таҳлиллари натижалари олинган.



5-расм. 3560 мотосоат ишлатилган Tellus-68, гидравлик мойини ифлосланишининг микроскопик таҳлили.

Шунингдек, тадқиқ қилинаётган намунани тайёрлаш учун янги усул ҳам ишлаб чиқилган бўлиб, 100 г миқдорда тупроқ намунасини олиш, CNOL-24/200 маркали лаборатория қуриши шкафида 80⁰С ҳароратда 1 соат давомида, 0,074 мкм синфигача майдалаш, унга 100 г ишлатилиб бўлган мойни қўшиш, текис бир меъёردа тақсимланган маҳсулот ҳосил бўлгунга қадар аралаштириш ва спектрал таҳлилга юборишни ўз ичига олади.

Олиб борилган тадқиқотлар ва ишлаб чиқилган услублар асосида кон-металлургия корхоналари машиналари гидравлик суюқликларининг спектрал таҳлилини ўлчаш асосида SiO₂, Fe, Al, Ti, Mn, Sr, V, Ca, K, Cr, Zn, Cu, Zr ва бошқаларни концентрациясини аниқлаш учун спектрал таҳлилнинг рентгенофлуоресцент усулини қўллаш имконияти аниқланган.

Гидравлик суюқлик таснифи тузилган, гидравлик суюқлик таркибидаги асосий аниқланадиган қийматлар аниқланган, гидравлик суюқликнинг синов маълумотларини олиш усуллари ишлаб чиқилган, аниқ бирликни аниқлаш учун спектрал таҳлил усуллариининг имкониятлари батафсил баён қилинган ва ҳар бир объект учун мос бўлган гидравлик суюқликни таҳлил қилиш усуллариининг таснифи тузилган.

Ишчи суюқликнинг ифлосланишини гидравлик тизимнинг умумий ишига салбий таъсирини ўрганиш натижасида гидравлик тизим элементларининг самарали ишлаши кўп ҳолларда гидравлик ишчи суюқликнинг ҳолатига боғлиқ эканлиги аниқланди.

Ҳавода гидравлик суюқликларни очик идишларда ташиш пайтида, ёки суюқлик баклари тўлдирганда ифлосланади. Шунингдек, суюқлик баклари сапуни орқали, гидравлик тизимлар зич уланмаган жойлари орқали чанг ҳаво тушганда ифлосланиши мумкин.

Экскаваторнинг суюқлик баклари ишчи суюқликнинг ифлосланишини пасайтириш учун фойдаланиш шароитларига мос бўлган ҳаво фильтри қурилмасини такомиллаштириш зарурияти туғилади.

Фильтрлаш самарадорлигини ошириш учун сув идишини ҳаво фильтрининг янги самарали конструкцияси ишлаб чиқилган, бу нозик заррачаларни ушлаб туриш қобилияти туфайли ҳавони яхши фильтрлашга имкон беради. Фильтрнинг конструктив тузилиши б-расмда келтирилган.

Тавсия қилинган фильтр қуйидагича ишлайди: ифлосланган ҳаво 4 туйнук орқали фильтр ичига ўтади, пластинкасимон тўсиқлардан ўтади – 2, чанг аралашмали ҳаво мой қатламига урилиб - 7, 6 фильтрдан сўнг суюқлик бакига тушади.

Пластинкасимон лабиринт тўсиқлардан ўтаётганда ҳаводаги қаттиқ жисмлар чўқади, мой қатлам эса уни ўзида ушлаб қолади ва яна ҳаракат қилишига йўл бермайди. Пахта толали қоғоз фильтр - 6 ўта майда чанг заррачаларини ушлаб қолиш учун хизмат қилади.

Гидравлик цилиндрлардан фойдаланишда штокда ейилиш, тирналиш, емирилиш, эзилиш, ўйиқлар ва бошқа нуқсонлар пайдо бўлиши мумкин.

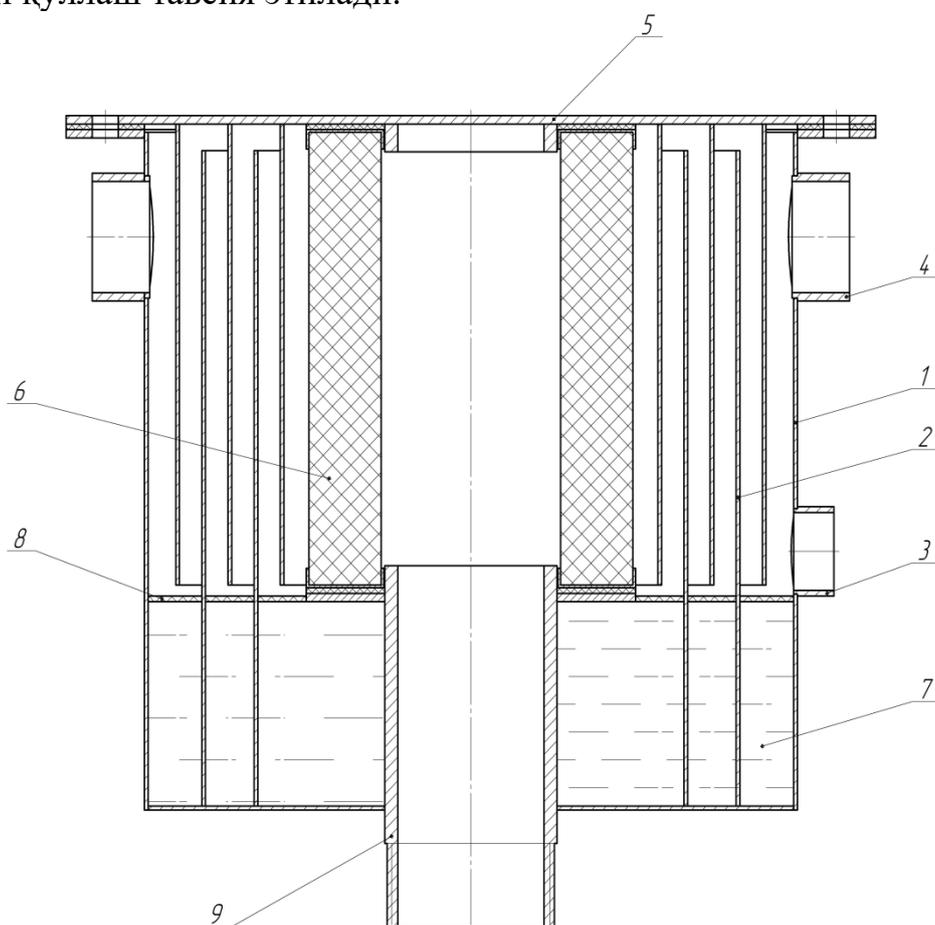
Гидравлик цилиндрлар штоки деформацияси ишчи ҳудудда чанг, ҳар хил кимёвий моддаларнинг ҳосил бўлиши, экскаваторнинг доимий максимал

қувватда ишлаши, гидравлик ускуналар билан эътиборсиз муносабатда бўлиш сабабли юзага келиши мумкин.

Тизимнинг герметиклиги пастлиги сабабли ишчи суюқлик ҳам органик, ҳам ноорганик заррачалар билан ифлосланади.

Штокнинг зичланиши гидравлик тизимнинг муҳим компоненти ҳисобланади. Резина маҳсулотларининг вазифаси гидравлик цилиндрда ёғларни ушлаб қолиш ва уни ташқи заррачалардан ҳимоя қилиш. Бу ҳолда зичловчи элементлар ҳар қандай ҳарорат ва босим диапазонида ўз мустаҳкамлигини сақлаб қолиши керак. Қистирилган буюмни ёки қопқоқни шикастланиши ёки ёрилиши ишчи суюқликни оқиб кетишига олиб келади.

Шток юзасидан сув цилиндри ичига чанг заррачаларини тушишини олдини олиш мақсадида гидроцилиндр штокига ўрнатиладиган махсус ҳимоя ҳалқасини қўллаш тавсия этилади.



1 – фильтр корпуси; 2 – пластинкасимон тўсиқлар; 3 – мой қуйиладиган туйнук; 4 – ҳаво кирадиган туйнук; 5 – қопқоқ; 6 – пахта қоғозли фильтр; 7 – мой ванна; 8 – сетка; 9 – трубка

6-расм. Ишлаб чиқилган ёғ қатламли сув идишининг ҳаво фильтри

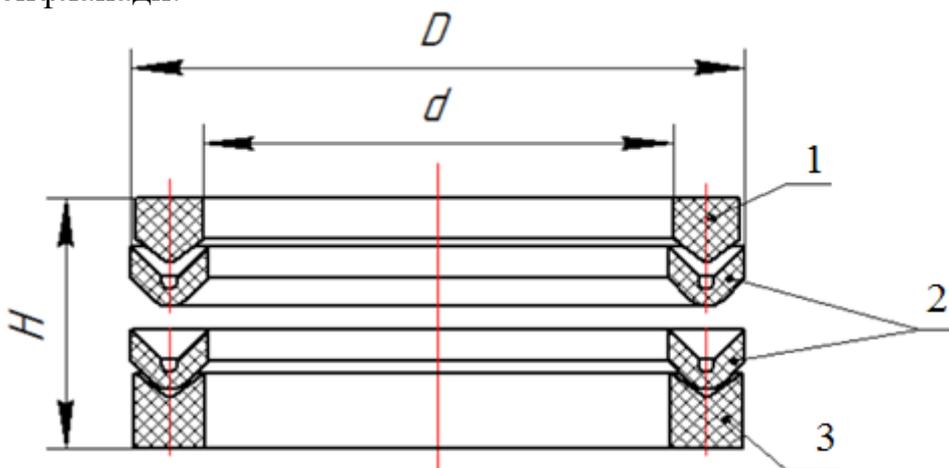
7-расмда гидравлик цилиндр штоки ҳимоя ҳалқасининг таркибий қўриниши келтирилган, у таянч ҳалқаси, манжет ва ҳалқадан иборат.

Гидравлик цилиндрлари штокларининг зичловчи тугунларини намдан, чангдан ва турли ифлосланишлардан ҳимоялаш учун ҳимоя ҳалқалари қўланилади. Ҳимоя ҳалқалари - бу мойни тортиб олиш туфайли зичликка

таянадиган герметикликка асосланади. Гидравлик тақсимлагичлар ва клапанларнинг тиқилиб қолиши натижасида ҳимоя ҳалқасининг ейилиши тезлашади, бу эса гидравлик тизимни ишдан чиқишига олиб келиши мумкин.

Карьер экскаватори гидравлик тизимидаги ҳаво фильтри ичидаги чангли ҳаво оқимининг ҳаракати моделлаштирилди. Моделлаштириш жараёни илмий экспериментнинг асоси бўлиб, унинг мақсади карьер экскаватори гидравлик тизимининг филтрловчи элементларида чангли ҳаво оқими йўналишининг тасвирини ҳосил қилиш, уларни дифференциал тенгламалар шаклида математик ёндашув асосида ифода этиш, вақт ва координатанинг узлуксиз функциялари сифатида кинематик ва динамик тавсифини олишдир.

Механик ёки аэродинамик таъсирга учраган чангнинг дисперсион таркибининг математик аппарати учун иккинчи ва учинчи даражали уламанинг алоҳида бўлимларида тақсимлаш функциясининг локал аппроксимацияси қўлланилган. Саноатлашган пурковчи аэрозолларининг барқарор заррачалари сферик бўлмаган кўринишга эга. Нотўғри ҳолатдаги ҳаво ҳаракатида зарраларнинг аэродинамик алоқадорлик кучи ҳаракатсиз заррачаларнинг ҳаво ҳаракати билан аэродинамик алоқаси кучи уларнинг ўлчамига, турига, бўйлама оқим режимига боғлиқ бўлиб, шакл индекслари билан тавсифланади:



1 – таянч ҳалқаси; 2 – манжета; 3 – сиқувчи ҳалқа

7-расм. Гидроцилиндр штоки ҳимоя ҳалқасининг конструктив кўриниши

$$\Phi = K_M K_D, \text{ мм}, \quad (3)$$

Бу ерда, $K_M = 4S_{mp}/\pi\delta_M^2$, $K_D = C/C_D$, S_{mp} – заррачаларнинг кўндаланг йирик кесишиш майдони, мм²; δ_M – заррачаларнинг эквивалент ўлчами, мм; C, C_D – заррачаларнинг аэродинамик қаршилиги ва шу хилдаги ҳажмнинг сирт коэффициентлари.

Саноат аэрозоллари дисперсли фазасининг ҳаракатини аналитик моделлаштиришга бир томонлама ёндашиш фақат анча катта заррачаларга нисбатан ишлатилиши мумкин. Бу йўсиндаги траектория, турбулентланган газ-чанг муҳити томонидан, улар траекториясининг емирилишига олиб

келадиган, майда сочилувчи заррачалар ҳаракатланишининг олдиндан айтиб бўлмайдиган таъсирини назарда тутмайди. Турбулентли чанг-ҳаво оқимларида қаттиқ заррачалар ҳаракатини математик моделлаштириш Монте-Карло усулига мувофиқ амалга оширилади.

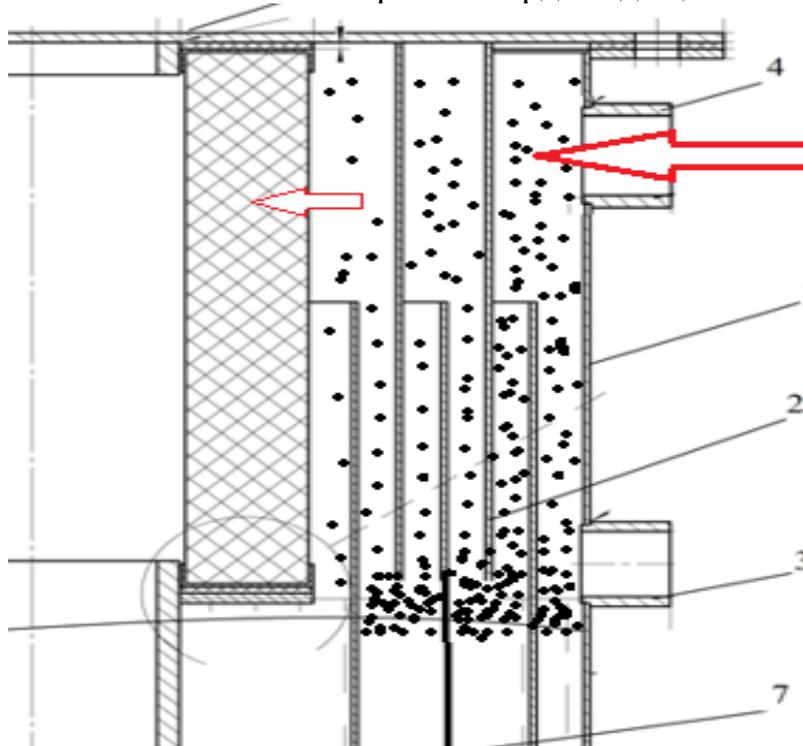
Турбулентли пульсацияларда тарқалиш куйидаги боғлиқликлар ёрдамида акс эттирилади:

$$\begin{aligned}x' &= x + l \cos \theta, V'_x = p V_x \cos \theta, \theta = 2\pi \gamma; \\y' &= y + l \sin \theta, V'_y = p V_y, l = -\Delta l n \gamma,\end{aligned}\quad (4)$$

бу ерда θ, l - заррачаларнинг тарқалиш ва кўчиш бурчакларининг ихтиёрий қийматлари; Δl - турбулент пульсация таъсири остида заррачаларнинг ўртача квадратда кўчиши; $p \leq 1$ - сохта тасодифий сонлар $\gamma \in (0; 1)$ нисбий тарқалиш кўрсаткичи.

Ҳавонинг турбулент пульсация таъсири 8-расмда кўрсатилган.

Дисперс фазанинг концентрациялари тақсимоти газли дисперс оқимларнинг муҳим тавсифи ҳисобланади. Заррачалар концентрацияси майдончалари ҳаракатланувчи заррачаларнинг яхлит квази муҳити модели доирасида ўрганилди. Дағал дисперсли аэрочангнинг тўйинганлиги махсус тақсимлаш заррачалар ҳаракатининг траекториялари бўйича «аэрозоль» муҳити узлуксизлиги тенглигини интеграллаш ёрдамида ҳисоблаб чиқилган.



8-расм. Гидробак фильтрида майда сочилувчи зарраларнинг ҳаракатланиши.

Шунга кўра, ҳаво фильтридаги чанг ва газ оқимининг ҳаракатини таҳлил қилиш учун Эйлер усули олинган бўлиб, карьер экскаваторининг гидравлик тизимидаги гидробак фильтрининг кинематикасини ўрганиш шуни кўрсатдики, юқорида математик шаклларда келтирилган, газ-чанг аралашмаси

ҳаво фильтри конструкцияларининг ўтказилган саноат синови, акциаль поршенли насоснинг ишлашни яхшилаш бўйича техник ечимлар ҳамда тавсия этиладиган техник ечимларнинг иқтисодий самарадорлиги берилган ва асосланган.

Гидробак ҳаво фильтрининг ишлаб чиқилган янги конструкцияси самарадорлигини аниқлаш мақсадида саноат синовлари ўтказилди. Синов учун НКМК Шимолий кон бошқармасининг Даугызтау конидаги RH-40E маркали гидравлик экскаватор танланди.

TELLUS-68 маркали гидравлик ишчи суюқлиги таркибининг қиёсий таҳлили ўтказилди. TELLUS-68 маркали гидравлик мойининг таркиби таҳлили ўтказилди.

Илмий тажрибалар натижаларига кўра, ишчи гидравлик суюқликнинг ифлосланиши ишлатиш давомийлигига боғлиқлиги белгиланди.

Саноат синовлари натижалари асосида, «Сапун» асосий фильтри ва тавсия этилган янги конструкциядаги фильтрдан фойдаланганда, ишлатиш давомийлигига боғлиқ ҳолда гидравлик суюқлик таркибида кремний сақланганлик салмоғи графиги тузилди. 10-расмда келтирилган жадвалда ҳаволи фильтрни турли хил конструкцияларда ишлатилиши давомийлигига қараб гидравлик суюқликда ифлосланиш миқдори ушбу тавсия этилаётган фильтрнинг қўлланилиши натижасида ифлосланиш даражаси пасайишини кўрсатиб турибди.

Экспериментал тадқиқотлар натижалари ифлосланиш миқдорини аниқлаш учун қуйидаги аналитик боғлиқликни олишга имкон берди.

Ифлосланишни аниқлашнинг умумий формуласи

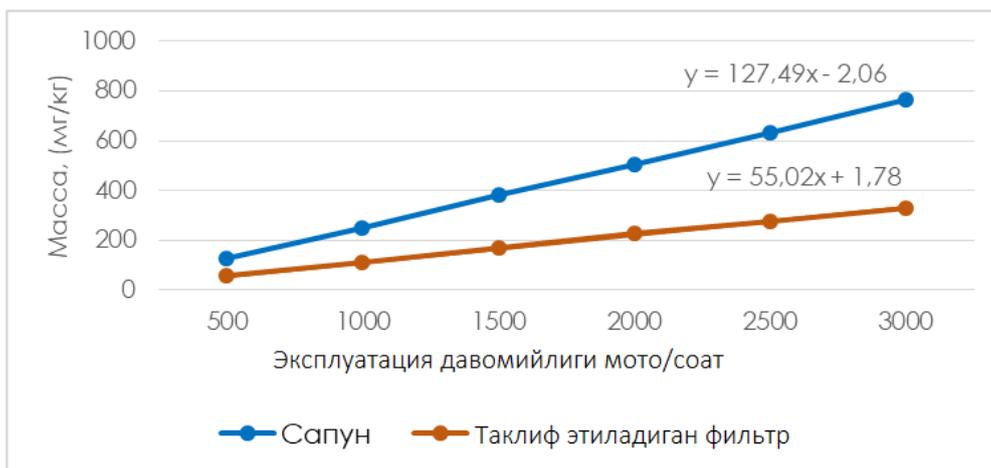
$$G_{\text{ифл}} = (-41,58 \cdot \ln(t) + 0,218 \cdot t + 244,368) \cdot K$$

бу ерда K - ифлослантирувчи моддалар катталигининг коэффиценти, мос равишда намуналар турларига кўра K коэффицентлари олинади: $K = 0,125$ ва кремний учун $0,215$; $K = 0,042$ ва натрий учун $0,089$; $K = 0,443$ ва калий учун $1,048$; $K = 0,00060$ ва $0,00148$ сув учун; Намуналардан олинган ифлосланишнинг умумий миқдори учун $K = 0,61$ ва $1,39$;

t - гидравлик суюқликнинг иш вақти, соат.

Тавсия этилаётган ҳаволи фильтрни синаб кўриш жараёнида ҳаво оқимини майдадисперсли чанг заррачаларидан тозаланиш даражаси яхшиланганлиги аниқланди. Бу натижа фильтрда чанг заррачаларини ушлаб қолишга ёрдам бераётган мойли қатламни қўллаш ҳисобига эришилади.

НКМК Шимолий кон бошқармасининг «Даугызтау» конида ишчи суюқлик сифати пасайиши билан боғлиқ бўлган қатламлар қисқариши ҳисобига гидравликлашган карьер экскаватори гидравлик тизимининг эксплуатация характеристикаларини такомиллаштириш имконини берди.



Расм 10. Ҳаволи филтрни турли хил конструкцияларда ишлатилиши давомийлигига қараб гидравлик суюқликда ифлосланиш миқдори

Синов давомида таклиф этилаётган ҳаволи филтрнинг янги конструкцияси 0,5-0,6 мкм катталиқдаги максимал даражали майда чанг заррачаларини ҳаволи қатламда ушлаб қолиш имконини яратиб, гидравлик ишчи суюқлик тозалигини ушлаб туришга олиб келган.

Тавсия этилаётган ҳимоя ҳалқасининг самарадорлигини ўрганиш учун қуйидагича саноат тажрибаси ўтказилди. RH-40E маркали гидравлик экскаваторнинг гидроцилиндрига ҳимоя ҳалқаси ўрнатилди ва 3000 мотосоат давомида эксплуатация қилиш жараёнида гидроцилиндр ишлаши назорат қилинди.

Тажрибанинг асосий вазифалари қуйидагича эди: тавсия этилаётган ҳимоя ҳалқасини қўллаганда сальник ва гидроцилиндр поршенлари элементларининг бардошлилигини қиёсий таҳлил қилиш ва аниқлаш; ҳимоя ҳалқасини қўллаганда экскаватор тўхталишлар вақтини пасайишини қиёсий таҳлил қилиш ва аниқлаш; ҳимоя ҳалқасини қўллаганда гидроцилиндрда ифлосланиш даражасига боғлиқлигини аниқлаш ва гидроцилиндрда босим пасайишига боғлиқлигини аниқлаш.

2-жадвалда гидроцилиндрнинг ҳимоя ҳалқасини қўллаганда RH-40E маркали гидравлик экскаватор гидроцилиндрининг ишлашини қиёсий таҳлили натижалари келтирилган.

3-жадвалда гидроцилиндр ҳимоя ҳалқасининг гидроцилиндр элементлари бардошлилигига таъсири келтирилган.

Тадқиқотлар натижасида гидроцилиндрнинг ишламай қолишига қадар ишчи элементлари ишлашининг ўртача статистик давомийлиги аниқланган, улар 6-жадвалда келтирилган. Ушбу насоснинг ишдан чиқишига олиб келувчи асосий сабаблари ўрганилганда, ушбу насосларнинг ишдан чиқиши 90 % плунжер поршенли ишлаш ҳудудида юз бериши аниқланди.

Энг катта оғирлик ва энг кўп зарарлар зонаси поршеннинг соҳавий бошчасининг гидростатик оёқча эгари билан кесишган жойига тўғри келади. Поршень бошчасидаги гидростатик қўндиги қисилиш «қурук» ишқаланиш туфайли юзага келади, мойлаш тешиклари битиши оқибатида мойлаш ёғли плёнкаси йўқолади.

Юқорида гидростатик кўндикда кўрсатилган бузилишларни олдини олиш учун плунжер конструкциясига ўзгаришлар киритиш тавсия этилади, аниқроғи, мойни етказиб бериш канали конструкциясини ўзгартириш керак.

Каналнинг кириш ва чиқиш томонларида тешик конуссимон кенгайтирилади, бу эса тикилишларни олдини олади ва шундай қилиб «курук» ишқаланишни йўқ қилади. 11-расмда аксиал поршенли насос плунжерининг тавсия этилаётган конструкцияси келтирилган.

2-жадвал

Гидроцилиндрнинг химоя ҳалқасини қўллаганда RH-40E маркали гидравлик экскаватор гидроцилиндрининг ишлашини қиёсий таҳлили натижалари

№	Ифлосланиш номлари	Ўлчов бирлиги	Химоя ҳалқасини қўлламаганда гидроцилиндрни эксплуатация қилишда гидравлик мойни таҳлил натижалари					
			Эксплуатация давомийлиги, мото/соат					
			500	1000	1500	2000	2500	3000
1.	Кремний	мг/кг	2,04	4,2	6,2	8,3	10	11,5
2.	Натрий	мг/кг	0,65	1,5	2,18	3,1	4	4,6
3.	Калий	мг/кг	8,7	17	26,3	34,5	43	52
4.	Сув	%	0,9	0,23	0,28	0,35	0,53	0,61

№	Ифлосланиш номлари	Ўлчов бирлиги	Химоя ҳалқасини қўллаганда гидроцилиндрни эксплуатация қилишда гидравлик мойни таҳлил натижалари					
			Эксплуатация давомийлиги, мотосоат					
			500	1000	1500	2000	2500	3000
1.	Кремний	мг/кг	1,02	2,09	3	2,2	5	6,1
2.	Натрий	мг/кг	0,36	0,68	1,02	1,45	1,72	2
3.	Калий	мг/кг	3,7	7,2	11	14,8	18	21,8
4.	Сув	%	0,05	0,75	0,11	0,19	0,25	0,3

3-жадвал

Тавсия этилаётган гидроцилиндр химоя ҳалқасининг гидроцилиндр элементлари бардошлигига таъсири

№	Номланиши	Ўлчов бирлиги	G _{загр} , экскаватор гидроцилиндрнинг сальник-зичлагичдан ўтказилган гидравлик мой ҳажми (сальникни эскириш ҳисобига)					
			Эксплуатация давомийлиги, t, мотосоат					
			500	1000	1500	2000	2500	3000
1.	Химоя ҳалқасини қўлламаганда	кг	0,2	0,36	0,60	0,75	0,9	1,08
2.	Химоя ҳалқасини қўллаганда	кг	—	—	—	0,09	0,11	0,15

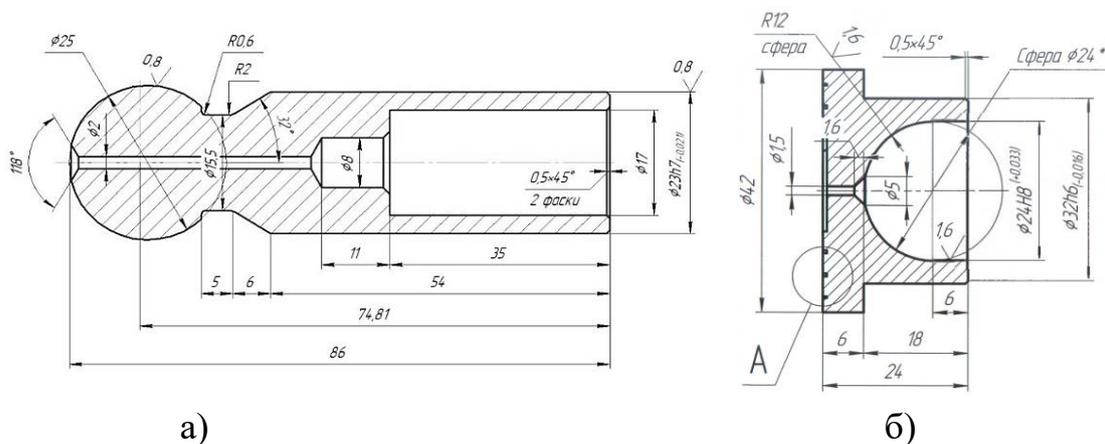
Ўзгартирилган плунжер конструкцияси билан аксиал поршенли насос «Гидро Станко Сервис» МЧЖда қўлланилди ва йил давомида эксплуатация қилиш жараёнида бир марта ҳам ишдан чиқиш ҳолати кузатилмади. Плунжер

ва плунжер-ушлагич орасини мойлашни кўпайтириш ҳисобига зарарлар камайди, бу эса насосни созлаш ишларини камайишига олиб келди.

4-жадвал

Гидроцилиндрнинг ишламай қолишига қадар ишчи элементлари ишлашининг ўртача статистик давомийлиги (ишчанлиги)

№	Гидроцилиндр элементи номи	Ўлчов бирлиги	Ҳимоя ҳалқасини қўлламаганда	Ҳимоя ҳалқасини қўллаганда
1.	Ифлосланишни ажратувчи	мотосоат	6 000	8 500
2.	Штокни зичлаш	мотосоат	5 000	7 600
3.	Поршенни зичлаш	мотосоат	6 000	8 500
4.	Штокнинг йўналтирувчи ҳалқаси	мотосоат	12 000	20 000
5.	Поршеннинг йўналтирувчи ҳалқаси	мотосоат	14 000	17 700



11-расм. Аксиал поршенли насоснинг плунжер (а) ва плунжер-ушлагичининг (б) янги конструкциялари

Карьер гидравлик экскаваторлардаги тўхталишлар 80% гидравлик тизим элементларининг синушига тўғри келади. Узлуксиз эксплуатация қилиш ва гидравлик тизим самарадорлигига ишчи гидравлик суюқлик сифати таъсир кўрсатади, чунки бузилишларнинг аксарият қисми гидравлик тизимда гидравлик суюқлик сифатини ёмонлашиши натижасида юзага келади.

Тавсия этилаётган экскаватор гидробаки ҳаволи фильтр конструкциясини қўллашдан иқтисодий самараси ишчи суюқликни ифлосланишини олдини олиш ҳисобига эришилади. RH-40E маркали гидравлик экскаваторларни эксплуатация қилиш жараёнида гидравлик ишчи суюқлигини ифлосланиш натижасида гидравлик тизим элементларининг ишдан чиқиш ҳолатлари кўпайди.

Тавсия этилаётган ҳаволи фильтрини қўллаш экскаваторнинг гидравлик тизимининг ишлатиш самарадорлигини 35-40 %га оширишга, ишчанлигини кўтаришга, гидравлик экскаваторнинг гидравлик тизими тугунлари ишчи юзасини эскиришини олдини олиш ва битта экскаватор учун бир йилда 1800 АҚШ доллари миқдорида иқтисодий самара олиш имконини берди.

Тавсия этилаётган гидроцилиндр штокининг химоя ҳалқасини қўллаш гидроцилиндр сальниклари ва зичлатгичлари орқали ифлосланган заррачаларни тушишини олдини олди. Бундан ташқари, ушбу химоя ҳалқаларнинг қўлланилиши ишчи суюқлик йўқолишини ва гидроцилиндр ичидаги босимни пасайтирди, бу эса, ўз навбатида, эксплуатация қилиш кучини камайтирди.

Химоя ҳалқаларини қўллашда гидроцилиндрнинг ишлаётган элементларининг (Ифлосланишни сёмка қилиш, штокни зичлаш, поршенни зичлаш, штокнинг йўналтирувчи ҳалқаси, поршеннинг йўналтирувчи ҳалқаси) ишчанлиги 30% га ошганлиги кузатилди.

Аксиал поршенли насоснинг бузилиши гидравлик тизимни, умуман, экскаваторнинг тўхташига олиб келади. Узилиш ва таъмирлаш ишлари экскаваторнинг умумий ишлаб чиқариш самарадорлигини камайтиради ва молиявий харажатларни оширади.

Насосни ишдан чиқишининг (90%дан ортиқ ҳолларда) асосий сабаби мойли плёнканинг бузилиши натижасида гидростатик қўндикнинг синиши ҳисобланади. Аксиал-поршенли насос плунжери конструкциясини ўзгартириш синишлар олдини олади ва насосни ишлаш муддатини узайтиради. Таъмирлаш ишлари ва узилишларнинг камайиши ҳисобига ошади ва бунда иқтисодий самара 15 млн. сўмни ташкил этади.

Гидравлик экскаваторнинг ҳаволи фильтри, плунжер ва аксиал поршенли насос плунжер ушлагичининг янги конструкциясини қўллаш натижасида экскаватор гидравлик тизимининг ишлатиш самарадорлиги 35-40%га оширилди.

Шундай қилиб, ҳаволи филтлда чангли ҳаво оқими ҳаракати илмий жиҳатдан асосланган ва амалий жиҳатдан карьер экскаватори гидравлик тизимининг гидробаки ҳаволи филтрининг ишлаб чиқилган конструкцияси самарадорлиги исботланди. Гидравлик экскаваторнинг гидроцилиндр штоки учун гидроцилиндрга ифлосланиш олдини олиш химоя мосламаси, гидростатик қўндик синиши олдини олувчи аксиал-поршенли насос плунжери конструкцияси ва карьер экскаватори гидравлик тизими гидробаки ҳаволи фильтри констркуцияси ишлаб чиқилди ва қўлланилди. Карьер гидравликлашган экскаваторнинг аксиал поршенли насосини ишлашини яхшилаш учун техник ечимлар тавсия қилинган ва кон жиҳозларининг гидравлик мойлари намунасини ўлчаш ва спектрал таҳлил ўтказиш услуги ишлаб чиқилган.

ХУЛОСА

«Гидравлик тизимларини оптималлаштириш асосида карьер гидравлик экскаваторларининг самарадорлигини ошириш усулларини 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. Карьер экскаваторларининг ишлаш режимини ва уларнинг гидравлик тизимларини эксплуатация қилишнинг таҳлили ўтказилган ва асосий ишлаб

чиқариш кўрсаткичлари ва тавсифлари турли иқлим шароитларига боғлиқ ҳолда ўзгаради.

2. Гидравлик тизимларни эксплуатация қилишда гидравлик суюқликни тозалигини оптимал даражаси аниқлаш мумкин эканлиги таклиф этилган.

3. RH-40E экскаватори гидравлик тизими гидробакиннинг тавсия этилаётган ҳаволи фильтрининг гидравлик ишчи суюқлик миқдори ўзгаради.

4. Майдадисперсли заррачаларни ушлаб қолиш хусусияти ҳисобига ҳавони самарали фильтрлашни таъминлаш учун ҳаво фильтрининг мақбул параметрларини белгилашга имкон берадиган математик модель яратилди.

5. Ишлаб чиқилган математик модель асосида карьер гидравликлашган экскаваторларнинг гидравлик тизими гидробакига етказиб берилаётган ҳавони фильтрлаш тизими такомиллаштириш мумкин эканлиги кўрсатилди.

6. Ишлаб чиқилган математик модель ва гидроцилиндр суюқлигининг хусусиятларини қиёсий таҳлили асосида гидравлик экскаваторнинг гидроцилиндр штоки учун гидроцилиндрга ифлосланишларни ҳимоя ҳалқаси олдини олади.

7. Карьер гидравликлашган экскаваторларнинг аксиал поршенли насоси такомиллаштирилган. Уни қўллаш натижасида плунжер ва плунжер тутқич ўртасида мойлашни кўпайишига имкон берди, зарарланиш ва таъмирлаш ишларини камайтиради.

8. Тадқиқ қилинаётган ишлов берилган мойлар намунасини тайерлаш методикаси ишлаб чиқилган. Бу таҳлил учун кимёвий реактивларни сарфланишини камайтиришга ва экспресностьни оширишга ва таҳлил қилинаётган материал миқдорини камайтиришга имкони яратилди.

9. Карьер экскаватори гидравлик тизими гидробакиннинг ҳаволи фильтри конструкцияси ишлаб чиқилиб, НКМК Шимолий кон бошқармасининг «Даугизтау» конида қўлланилиши экскаваторнинг гидравлик тизимининг ишлатиш самарадорлигини 35-40 %га оширишга, ишчанлигини кўтаришга, гидравлик экскаваторнинг гидравлик тизими тугунлари ишчи юзасини ейилишини олдини олиш ва битта экскаватор учун бир йилда 1800 АҚШ доллари миқдорида иқтисодий самара олиш имконини берди.

10. Аксиал-поршенлик насос плунжерининг конструкцияси ишлаб чиқилди ҳамда «Гидро Станко Сервис» МЧЖда қўлланилиши зарарланишни камайтиришга, гидравлик ускуналарнинг насосларини таъмирлаш ишларини қисқартиришга ва бундай насоснинг бир донасини ишлатилиши 15 млн. сўм миқдорда иқтисодий самара олишга имкон берди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.22/30.12.2019.Т.98.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
«МИСиС» В ГОРОДЕ АЛМАЛЫК**

НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

АБДУАЗИЗОВ НАБИЖОН АЗАМатович

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАРЬЕРНЫХ
ГИДРОФИЦИРОВАННЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

04.00.16 – Горные машины

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

Алмалык – 2020

Тема докторской диссертации зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2020.2.DSc/T221.

Докторская диссертация выполнена в Навоийском государственном горном институте.
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский(резюме)) размещен на веб-странице по адресу www.misis.uz и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу (www.ziynet.uz).

Научный консультант: **Тошов Жавохир Буриевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Рахутин Максим Григорьевич**
доктор технических наук, профессор

Столповских Иван Никитович
доктор технических наук, профессор

Хужаев Исматулла Кушаевич
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Ведущая организация: **АО «Алмалыкский ГМК»**

Защита диссертации состоится 16 октября 2020 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.22/30.12.2019.T.98.01 (Адрес: 110101, г. Алмалык, ул. Амира Темура 56. Зал заседаний Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС» в городе Алмалык. Тел.: (70) 614-22-57; e-mail: afnitumisis@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС» в городе Алмалык (зарегистрирован за № 20001-Д). Адрес: 110101, г. Алмалык, ул. Амира Темура 56. Тел.: (70) 614-22-57.

Автореферат диссертации разослан 29 сентября 2020 года.
(реестр протокола рассылки № 1 от 29 сентября 2020 года).



Ф.Я.Умаров

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

Г.С.Нутфуллаев

Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, к.т.н., доцент

Ю.Д. Норов

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире опережающее развитие ведения горных работ открытым способом выдвигает проблему совершенствования существующих моделей гидрофицированных горных машин с эффективной и бесперебойной работой гидравлических систем, а рост объемов добычи обуславливает увеличение выемочно-погрузочных работ. Степень неисправности работы гидравлической системы выемочно-погрузочного оборудования на предприятиях в настоящее время достигает больших значений. Одним из методов повышения технологической надежности гидравлических систем в горных машинах является определение причины неисправности и профилактический ремонт.

На сегодняшний день в мире немаловажную роль занимает определение и анализ загрязняющих веществ, влияющих на износ рабочих механизмов гидравлического оборудования. Достичь максимальной работы с высоким КПД гидрофицированного технологического оборудования для Кызылкумского региона возможно за счет применения эффективной системы эксплуатации рабочей жидкости, что позволит максимально функционировать гидравлическую систему оборудования с минимальными затратами.

В Республике выполнен ряд научно-практических работ по увеличению производительности горных машин по разработке месторождений открытым способом, в которых требуется внедрение передовых научно-обоснованных мероприятий для увеличения добычи полезных ископаемых.

В Постановлении Президента Республики Узбекистан¹ определены важные задачи по «дальнейшему развитию и либерализации экономики, созданию дополнительных условий для привлечения инвестиций в модернизацию производства, повышению конкурентоспособности крупных предприятий горно-металлургической отрасли». В связи с этим важно выполнять задачи по повышению объема добычи полезных ископаемых при открытом способе разработки гидравлическими экскаваторами, разработке ресурсосберегающих технологий для открытых горных работ, уменьшению себестоимости выемочно-погрузочных работ и достижению увеличения годового объема производства.

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

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

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 диссертации². Научные исследования, направленные на повышение производительности гидравлических экскаваторов, ведутся в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе в: Wolfson School of Manufacturing and Mechanical Engineering, School of Civil and Building Engineering и Loughborough University, (Великобритания), «Bosch Rexroth AG» (Германия), «Parker Hannifin Подразделение Hydraulic Filtration (США)», University of Antwerp RUCA (Бельгия), ЗАО «Могормаш», ИГД им. А.А.Скочинского и Компаниях «АРГИС-Холдинг», AGA Group, Inc., Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС» (Россия) и Навоийском государственном горном институте (Узбекистан).

В результате исследований по разработке методов повышения эффективности карьерных гидрофицированных экскаваторов, получен ряд научных результатов, в том числе: разработаны методы устранения загрязненности гидравлического масла (Wolfson School of Manufacturing and Mechanical Engineering, School of Civil and Building Engineering, Loughborough University); разработаны методы повышения производительности гидравлической системы карьерного гидравлического экскаватора благодаря встроенному контролю загрязнения гидравлического масла, а также пригодность к ремонту гидравлического оборудования и выполнения восстановительных работ гидравлических жидкостей (Parker Hannifin Hydraulic Filtration); разработаны технологии повышения производительности карьерных гидравлических экскаваторов на основе оптимизации гидравлических систем (Bosch Rexroth AG); разработаны методы определения нагрузок на рабочем оборудовании гидравлических экскаваторов с прямыми лопатами и исследованы технологические возможности гидравлических экскаваторов (АРГИС-Холдинг, ЗАО «Могормаш»); разработаны методы повышения эффективности применения мощных гидравлических экскаваторов в условиях высокогорных карьеров (University of Antwerp RUCA и Дальневосточное отделение Российской Академии наук, институт высоких технологий) и разработаны методы поддержания вязкости и температуры рабочей жидкости в гидравлических системах гидрофицированных экскаваторов (Навоийский государственный горный институт).

В мире ведется ряд исследовательских работ по следующим приоритетным направлениям, в том числе: исследование факторов, влияющих на эффективность гидравлических экскаваторов; разработка эффективных

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

методов обслуживания гидравлической системы экскаваторов; повышение надежности элементов гидравлической системы горных оборудований; снижение капитальных затрат и повышение экономической эффективности работы карьерных гидравлических экскаваторов.

Степень изученности проблемы. Значительный вклад в развитие науки и практики обеспечения надежности и совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта горных машин внесли Башта Т.М., Барышев В.И., Берман В.М., Бреннер В.А., Бродский Г.С., Кантович Л.И., Коваль П.В., Ковалевский В.Ф., Коваленко В.П., Красников Ю.Д., Пастоев И.Л., Подерни Р.Ю., Рахутин Г.С., Рокшевский В.А., Скрицкий В.Я., Солод Г.И., Столповских И.Н., Тошов Ж.Б., Финкельштейн З.Л., Хужаев И.К., Akira Tsutsui, Dr. Etsujiro Imanishi, Felix Nga, Jacqueline Glass, Jennifer A. Hardinga, Lei Ge, Long Quan, Milos Vukovic, Roland Leifeld, Takao Nanjo и др. Ими достигнуты значительные успехи в совершенствовании конструкций и увеличении работоспособности гидравлических горных машин.

Однако, до настоящего времени разработка методов повышения эффективности карьерных экскаваторов на основе оптимизации работы гидравлических систем осуществлена не полностью. Надежности и эффективности гидравлических систем горных оборудований, в частности, карьерных экскаваторов, должно уделяться повышенное внимание. В связи с этим разработка методов и технических средств, повышающих эффективность гидравлических систем горных оборудований, имеет важное научное и практическое значение для горно-металлургической отрасли.

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 тему: «Исследование конструктивных параметров и совершенствование устройств защиты гидросистем карьерного гидравлического экскаватора» (2017-2018 гг.).

Целью исследования является разработка методов повышения эффективности карьерных гидрофицированных экскаваторов за счет уменьшения загрязненности рабочей жидкости гидравлических систем, обеспечивающих высокую надежность при различных климатических условиях.

Задачи исследования:

исследование влияния загрязнений рабочей жидкости на надежность и долговечность агрегатов, а также гидравлических систем карьерных гидрофицированных экскаваторов;

установление допустимых показателей загрязненности и оптимального уровня чистоты гидравлической жидкости при конкретных условиях эксплуатации гидравлических систем;

разработка методики измерения спектрального анализа для приготовления образца гидравлических жидкостей карьерного оборудования;

совершенствование системы фильтрации воздуха, подаваемого в гидробак гидравлической системы карьерных гидрофицированных экскаваторов;

разработка защитного кольца для штока гидроцилиндра от загрязнения гидравлических экскаваторов;

совершенствование аксиально-поршневого насоса карьерных гидрофицированных экскаваторов.

Объектом исследования являются процессы выемочно-погрузочных работ и гидрофицированные экскаваторы применяемые на карьере Даугызтау Навоийского горно-металлургического комбината.

Предметом исследования является гидравлическая система гидрофицированных экскаваторов и их рабочая жидкость.

Методы исследований. При выполнении диссертационной работы использованы комплексные методы исследований, включающие стендовые и экспериментально-производственные исследования, математическое моделирование, аналитические исследования моделей, анализ и обобщение практического опыта. Результаты экспериментальных исследований обрабатывались с применением методов математической статистики и стандартных математических и графических программ.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлено влияние загрязнений рабочей жидкости на надежность и долговечность агрегатов, а также гидравлических систем карьерных гидрофицированных экскаваторов;

установлены допустимые показатели загрязненности и оптимальный уровень чистоты гидравлической жидкости гидрофицированных горных машин;

теоретически обоснована достоверность инфракрасного спектроскопического анализа загрязненности гидравлической жидкости гидрофицированных горных машин;

разработана математическая модель движения пылесодержащего воздушного потока в воздушном фильтре, позволяющая определить эффективность фильтрации в зависимости от конструктивных параметров;

разработана математическая модель и проведен сравнительный анализ свойств жидкости гидроцилиндра при использовании уплотнителя;

научно обосновано движение пылесодержащего воздушного потока в воздушном фильтре и доказана практическая эффективность разработанной конструкции воздушного фильтра гидробака гидравлической системы карьерного экскаватора.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработано и внедрено защитное устройство для штока гидроцилиндра гидравлического экскаватора, предотвращающее попадание загрязнений в гидроцилиндр;

разработана и внедрена принципиально новая конструкция плунжера аксиально-поршневого насоса, предотвращающая поломки гидростатического башмака;

разработана эффективная конструкция воздушного фильтра гидробака гидравлической системы карьерного экскаватора, позволяющая поддержания чистоты гидравлической жидкости;

разработаны технические решения по улучшению работы аксиально-поршневого насоса карьерного гидрофицированного экскаватора, позволяющие снизить простои;

разработана методика выполнения измерения спектрального анализа образца гидравлических масел карьерного оборудования, позволяющая экспрессность, отсутствия расхода химических реактивов для анализа и минимального количества анализируемого материала.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования доказана широким использованием специально разработанных и стандартных методов испытаний, а также результатов независимых экспериментальных исследований для проверки теоретических положений; согласованностью результатов теоретических расчетов с лабораторными, стендовыми и эксплуатационными испытаниями, проведенными с использованием высокоточной измерительной и регистрирующей аппаратуры.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обосновывается разработкой научных основ повышения эффективности карьерных гидрофицированных экскаваторов на основе оптимизации их гидравлических систем и обоснованием математической модели движения пылесодержащего воздушного потока в воздушном фильтре, позволяющей определить эффективность фильтрации в зависимости от конструктивных параметров экскаваторов.

Практическая значимость результатов исследования характеризуется разработкой методики выполнения измерения спектрального анализа образца гидравлических масел, конструкций воздушного фильтра гидробака гидравлической системы карьерного экскаватора и плунжера аксиально-поршневого насоса, позволяющих совершенствовать эксплуатационные характеристики гидравлической системы гидрофицированного карьерного экскаватора и сократить затраты на ремонтные работы насоса.

Внедрение результатов исследования. На основе повышения эффективности карьерных гидрофицированных экскаваторов путем оптимизации их гидравлических систем:

разработанная конструкция воздушного фильтра гидробака гидравлической системы карьерного экскаватора внедрена на руднике Даугызтау Северного рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» №02-06-07/6105 от 01.06.2020 г.). В результате повышена эксплуатационная

эффективность гидравлической системы экскаватора на 35-40%, увеличена работоспособность, предотвращен износ рабочей поверхности узлов гидравлической системы;

методика приготовления исследуемого образца отработанных масел внедрена на руднике Даугызтау Северного рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» №02-06-07/6105 от 01.06.2020 г.). В результате повышена экспрессность отработанных масел и уменьшены расходы химических реактивов для анализа, а также уменьшено количество анализируемого материала;

новая конструкция плунжера аксиально-поршневого насоса для гидравлических экскаваторов внедрена на руднике Даугызтау Северного рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» №02-06-07/6105 от 01.06.2020 г.). В результате уменьшены повреждения, сокращены ремонтные работы насосов гидравлического оборудования.

Апробация результатов исследования. Апробация результатов данного исследования произведена на 4 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 25 научных работ, из них 2 монографии, 12 статей в научных изданиях, рекомендованных для издания основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 7 из которых в республиканских и 5 в зарубежных журналах, получено 1 свидетельство на программный продукт для ЭВМ.

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе «**Современные тенденции в развитии методов обслуживания гидрофицированных горных машин**» проведен анализ методов обслуживания гидрофицированных горных машин, даны доли затрат на производственные процессы при ведении горных работ и производственные показатели гидравлических экскаваторов на руднике Восточного Северного рудоуправления НГМК.

Исследованы основные показатели надежности и средний процент выхода из строя основных частей гидравлических экскаваторов, произведен статистический анализ количества электромеханических аварийных простоев экскаваторов и изучены основные показатели их работы.

Основным отрицательно влияющим фактором на показатель работы гидрофицированных систем горных машин является снижение работоспособности рабочих жидкостей. К снижению работоспособности гидравлической рабочей жидкости приводит: работа при большой степени ее запыленности; эксплуатация при экстремально низких и аномально высоких температурах окружающей среды; неэффективное техническое обслуживание и др.

Запыленность воздуха, насыщенного пылью, содержащей частицы кварца, двуокиси кремния, окиси железа и др. ускоряет изнашиваемость трущихся пар, загрязняет рабочую жидкость, забивает дроссели и каналы, вызывает потерю глянца покрытий, увеличивает чувствительность поверхностей к коррозии.

Анализ выполненных исследований свидетельствует о том, что большая часть поломок и неисправностей в гидравлических системах гидрофицированных горных машин возникает из-за загрязнения рабочей жидкости, насыщения ее воздухом и нагрева. Анализ поломок гидросистемы позволил определить причины потери работоспособности отдельных узлов, например, выход из строя аксиально-поршневых насосов и гидравлических моторов, искривление сферической поверхности и шатунов, износ поршневых отверстий.

Наиболее распространенные зоны износа в гидроцилиндрах включают в себя: внутреннюю и торцевую поверхности цилиндрического корпуса, торцы крышек, посадочная поверхность направляющих уплотнений, наружную поверхность плунжеров и поршней и их соединений.

Установлено, что прочность машины напрямую связана с трением и износом поверхностей деталей. Опыт исследований гидравлических систем показывает, что около 30% всех неисправностей связаны с выходом из строя элементов регулятора, распределителя и вытеснительных элементов.

Вторая глава диссертации **«Исследование влияния качества гидравлических масел на работоспособность гидрофицированных горных машин»** посвящена исследованию влияния загрязнений на надежность и эффективность агрегатов и приводов горных машин.

Основными характеристиками надежности, зависящими от уровня промышленной чистоты, являются долговечность и наработка на отказ, причем первая относится только к агрегатам, а вторая – также к системам и машинам.

Подконтрольная эксплуатация гидравлических приводов карьерного оборудования показала, что на долю отказов, вызванных загрязненностью рабочей жидкости, приходится 69% от общего количества неисправностей, в том числе:

- 1) абразивное, эрозионное изнашивание и заедание, вызванное твердыми частицами – 59%;
- 2) засорение – 14%;
- 3) адгезионный износ, вызванный обводненностью – 8,2%.

Средняя загрязненность жидкости в гидросистемах для карьерных оборудований принимается как 14-15 класс, а для шахтных оборудований – 16-17 класс. Доля отказов гидравлических систем различных машин из-за загрязненности рабочей жидкости приведена на рис. 1.

При изменении структуры отказов существенно снижается доля неисправностей гидромашин, агрегатов и других узлов привода, содержащих прецизионные пары трения. Это благотворно воздействует на комплексные параметры надежности, например, на коэффициент технической готовности, поскольку именно такие отказы вызывают наибольшие потери времени на ремонт и соответственно, простои техники.

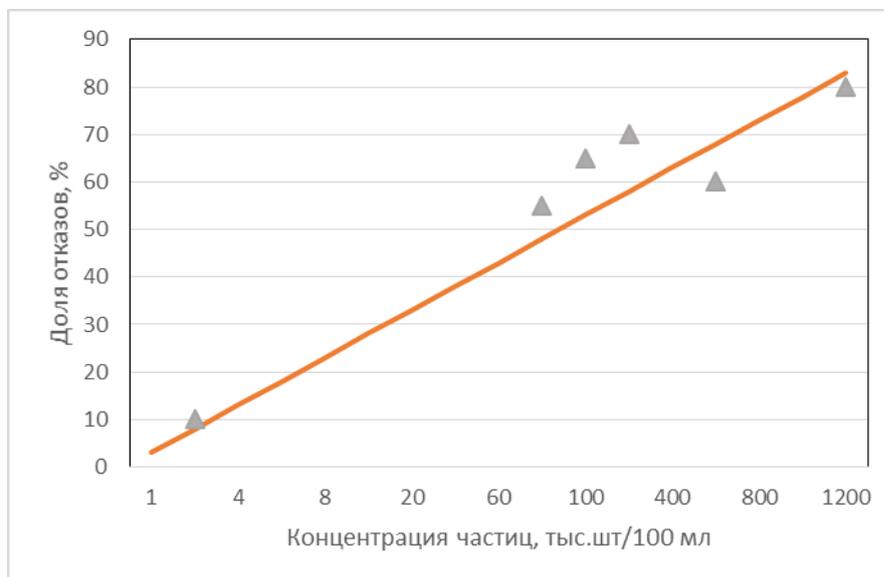


Рис. 2. Доля отказов гидравлических систем различных машин из-за загрязненности рабочей жидкости

Практически задача определения чувствительности к загрязнению сводится к поиску семейства зависимостей вида:

$$P_a = k_{cs} * f(C_j), \text{ мкм}, \quad (1)$$

где P_a – критическая характеристика агрегата; k_{cs} – коэффициент чувствительности к загрязнению; $f(C_j)$ – алгебраическая функция концентрации загрязнений j -ой размерной группы.

В конечном счете интересует время, за которое критическая выходная характеристика достигнет минимально допустимого значения (P_{aCR}), иначе говоря, наработка на отказ или ресурс агрегата:

$$T_{af} = T(P_{aCR}), \text{ ч} \cdot \text{мкм}. \quad (2)$$

Иногда считают, что критическая характеристика может и не иметь отношения к функциональным свойствам агрегата как элемента системы или машины, и в качестве P_a возможно использовать любой измеряемый параметр,

отражающий изменение структуры свойств изделия под действием загрязнений, например, абсолютную величину износа деталей. Это, безусловно, оправдано с точки зрения разработчика агрегата. Однако для проектировщика либо пользователя привода машины такой подход вряд ли удобен, поскольку не дает возможности непосредственной оценки значимости влияния механических примесей на характеристики надежности, а значит, и целесообразности затраты средств на фильтрацию.

На рис. 2 показана величина комплексного критерия эксплуатационных расходов на примере карьерного экскаватора с дизель-гидравлическим приводом и общие показатели эксплуатации машин на карьере НГМК.

Определение оптимального уровня чистоты жидкости по критерию минимальных эксплуатационных затрат у потребителя инвариантен по отношению к типу горной машины. Выбор карьерного экскаватора в качестве примера определяется только наличием соответствующих эксплуатационных данных.

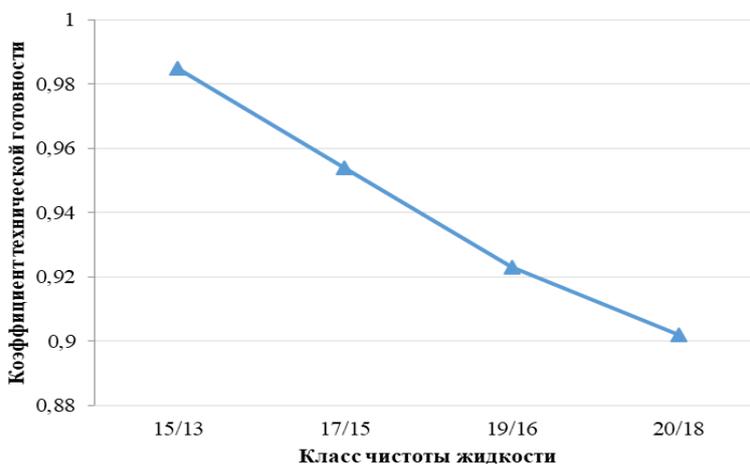


Рис. 2. Зависимость коэффициента технической готовности гидравлического экскаватора от класса чистоты жидкости ISO 4406 (по данным подконтрольной эксплуатации за 5872 моточаса)

Установлено, что с экономической стороны оптимальным является класс чистоты 15/13, но производителями экскаваторов рекомендованы классы 17/15 и 18/16. Обеспечение оптимальной чистоты рабочей жидкости даёт возможность применительно к данному классу машин (экскаватор с ковшом 15-20 м³). Важно, что со временем оптимальный уровень чистоты смещается в сторону улучшения, что объясняется получением высоких результатов в области фильтрационных технологий, сопровождающихся относительным уменьшением стоимости эффективных материалов для фильтрации.

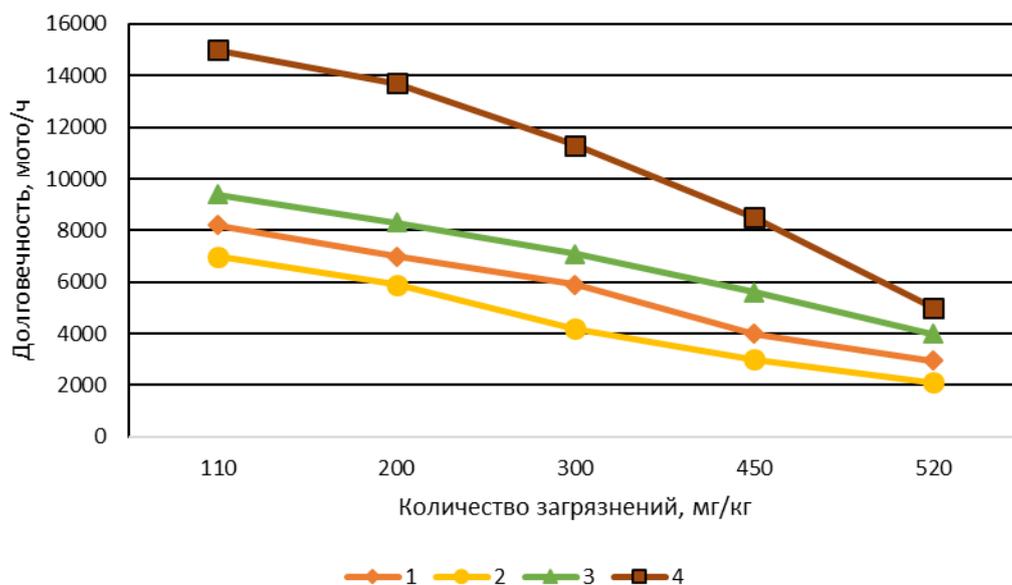
Для определения влияния загрязнений рабочей жидкости на надежность и долговечность элементов гидравлических систем карьерных гидрофицированных экскаваторов были исследованы состояния элементов

гидравлических систем карьерных экскаваторов и выполнен анализ рабочей жидкости эксплуатируемых в этих системах.

Исследование влияния качества гидравлических масел на работоспособность горных гидрофицированных машин позволило установить влияние загрязнений рабочей жидкости на надежность и долговечность агрегатов, а также гидравлических систем карьерных гидрофицированных экскаваторов на допустимые показатели загрязненности, абразивности и оптимальный уровень чистоты гидравлической жидкости.

Результаты исследований влияния рабочей жидкости на надежность и долговечность элементов гидравлических систем подтвердили, что агрегаты и элементы гидравлических систем карьерного оборудования, работающие с загрязненными рабочими жидкостями, не надежны в эксплуатации и часто выходят из строя в связи с поломками.

На основании результатов получены графические зависимости долговечности элементов гидравлических систем от величины загрязнения (рис. 3).



1 - аксиально-поршневой насос; 2 - гидрораспределитель; 3 - гидроцилиндр;
4 - гидромотор

Рис. 3. Графическая зависимость долговечности гидроагрегатов от величины загрязнения в рабочей жидкости

Долговечность гидроагрегатов гидравлических систем горных машин зависит от множеств факторов: наиболее отрицательно влияющими факторами являются загрязненность и абразивность рабочих жидкостей.

Приведены графические зависимости долговечности гидроагрегатов экскаватора от класса чистоты рабочей жидкости.

Выполненные исследования позволили установить допустимые показатели загрязненности и абразивности, а также оптимальный уровень

чистоты гидравлической жидкости гидрофицированных горных машин (рис. 4).

Исследование влияния качества гидравлических масел на работоспособность горных гидрофицированных машин позволило установить влияние загрязнений рабочей жидкости на надежность и долговечность агрегатов, а также гидравлических систем карьерных гидрофицированных экскаваторов на допустимые показатели загрязненности, абразивности и оптимальный уровень чистоты гидравлической жидкости.

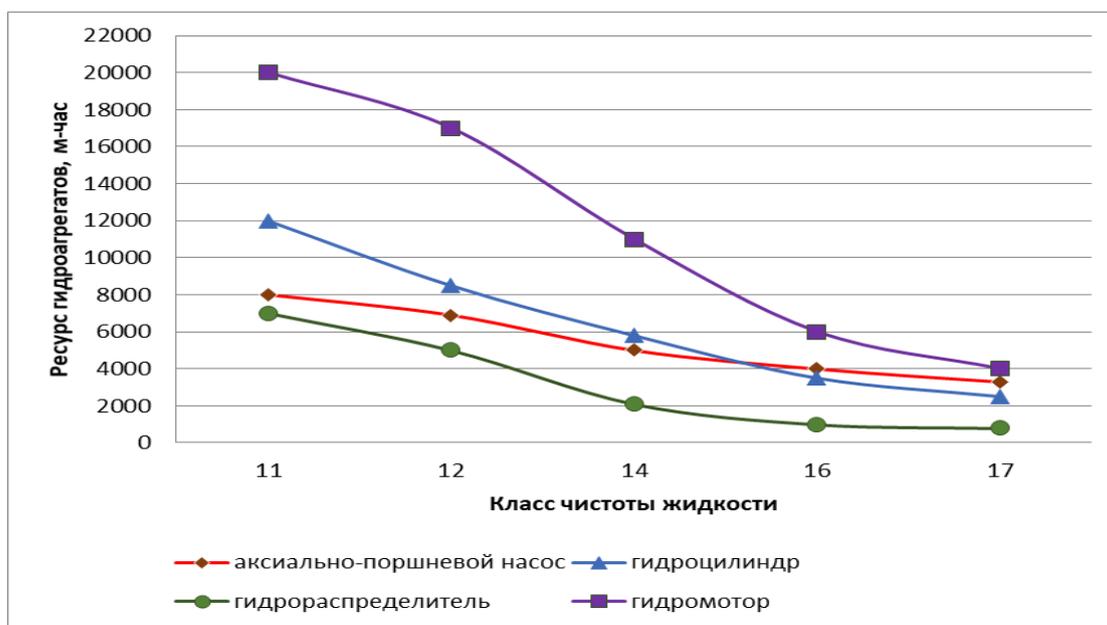


Рис. 4. Долговечность гидроагрегатов экскаватора в зависимости от класса чистоты рабочей жидкости.

В третьей главе диссертации «Разработка эффективных методов и средств предотвращения загрязнения рабочих жидкостей гидрофицированных горных машин» исследован физико-химический состав загрязнений рабочей жидкости гидравлических оборудований, эксплуатируемых в Кызылкумском регионе, рассмотрены основные причины загрязнения гидравлического масла твердыми веществами, разработаны эффективные средства, предотвращающие загрязнение рабочих жидкостей и исследована конструкция гидравлического насоса.

Исследованы гидравлические жидкости Tellus-68, Tellus-46, Chilon-68, Chilon-46 в исходном и рабочем состояниях, а также изучены физические характеристики гидравлических жидкостей, результаты которых приведены в табл. 1.

ИК-спектры исследованных образцов снимали на инфракрасном спектрофотометре JR Tracer – 100 Shimadzu в диапазоне $4000 - 400 \text{ см}^{-1}$.

Отработанные гидравлические жидкости коричневого цвета после использования становятся темно-коричневыми и темными из-за загрязнения. Для очистки гидравлической жидкости от загрязняющих примесей изучалось влияние различных органических растворителей, тем самым определено

значение кинематической вязкости, плотности и некоторых физических характеристик гидравлических жидкостей.

Плотность гидравлических жидкостей менялась в интервале от 0,827 до 0,880 г/мл и уменьшалась вязкость отработанных жидкостей по сравнению с исходной.

Загрязнение гидравлического масла твердыми частичками металла, уплотнений и пыли является одной из наиболее частых причин появления неисправностей в гидравлических системах горных машин. Микроскопический анализ засоренности гидравлического масла Tellus-68, отработавшего 3560 моточасов приведена на рис 5.

Таблица 1

Физические характеристики отработанных гидравлических жидкостей

№	Марки гидравлических жидкостей	Растворители					Плотность, ρ , кг/м ³	Время, t, с	Вязкость, η , Па·с
		Вода	Бутанол	Циклогексан	Ортаксилол	Бензин			
1.	Chilon-46	НР	МР	МР	НР	Р	0,869	15,5	13,46
2.	Chilon-68	НР	МР	МР	НР	НР	0,874	16,2	14,16
3.	Chilon-68 (перегон)	НР	МР	МР	НР	Р	0,827	12,5	10,34
4.	Tellus-46	НР	МР	МР	НР	Р	0,863	13,1	11,31
5.	Tellus-68	НР	МР	МР	НР	МР	0,865	18,0	15,57
6.	Tellus-46	НР	МР	МР	НР	Р	0,752	5,6	4,21
7.	Исходный гидравлический жидкость	НР	МР	МР	НР	Р	0,880	20,5	18,04

Примечание: НР – не растворяется; МР – мало растворяется; Р – растворяется.

Для проведения полуколичественного рентгенофлуоресцентного анализа гидравлической жидкости машин горно-металлургических производств на приборе EDX-7000 (SHMADZU, Япония) разработан метод спектрального анализа в усовершенствованном варианте. Взята определенная навеска почвы (песка) местности как матричный состав и в лабораторных условиях проведен анализ.

На основании проведенных исследований и разработанных методик выполнения измерений спектрального анализа гидравлической жидкости машин горно-металлургических производств определены возможности применения рентгенофлуоресцентного метода спектрального анализа для определения концентрации.

Разработана новая методика приготовления исследуемого образца и получены результаты анализов химических элементов и их концентрации в матричной массе, проведенных рентгенофлуоресцентным методом.

Также разработана новая методика приготовления исследуемого образца, включающая отбор почвы в количестве 100 г, прокалку в лабораторном

сушильном шкафу марки CNOL-24/200 при температуре 80°C в течение 1 ч, измельчение до класса 0,074 мкм, добавление в него 100 г отработанных масел, перемешивание до получения равномерной распределенной массы и подачу на спектральный анализ.

На основании проведенных исследований и разработанных методик выполнения измерений спектрального анализа гидравлической жидкости машин горно-металлургических производств определены возможности применения рентгенофлуоресцентного метода спектрального анализа для определения концентраций SiO₂, Fe, Al, Ti, Mn, Sr, V, Ca, K, Cr, Zn, Cu, Zr и др.

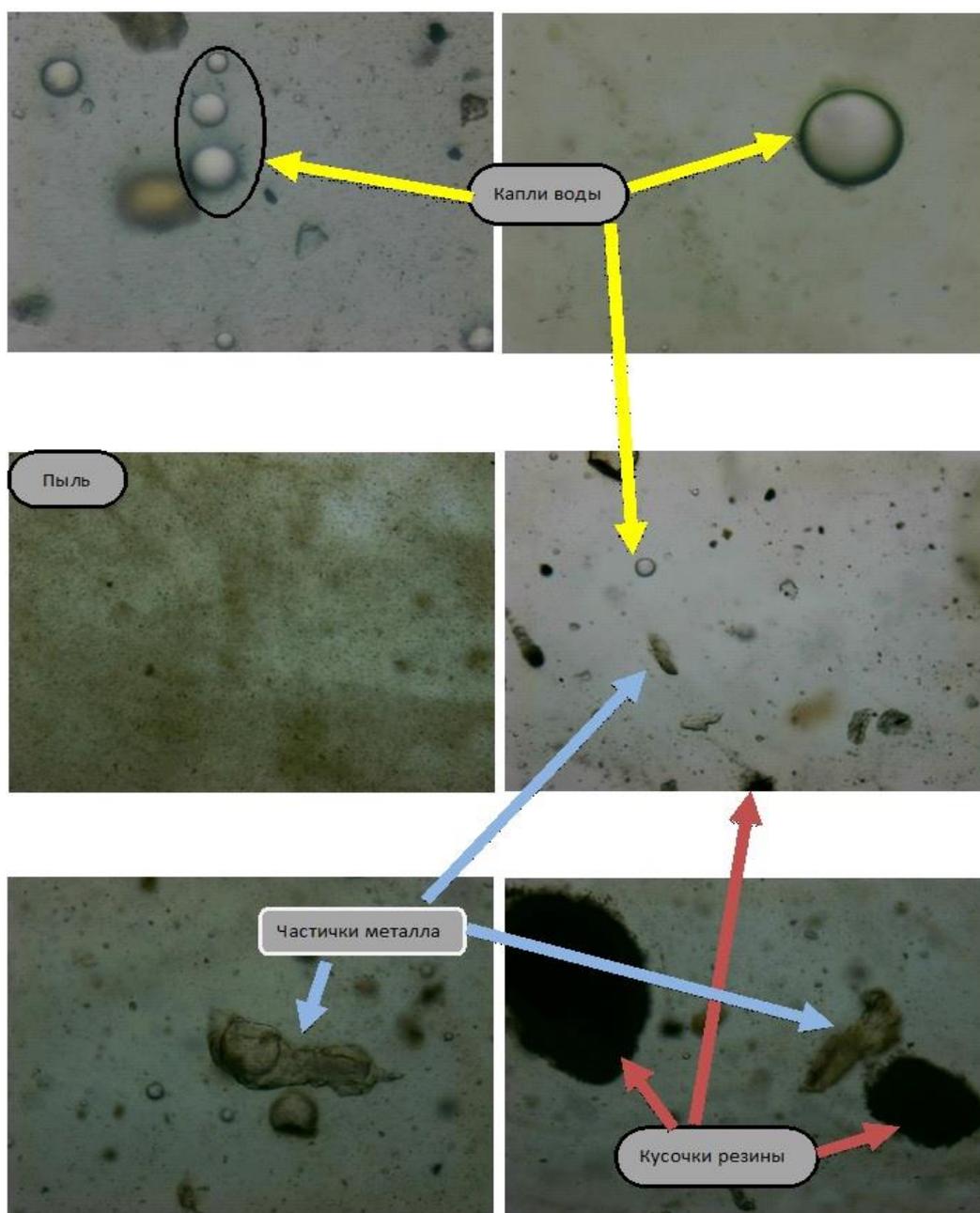


Рис. 7. Микроскопический анализ засоренности гидравлического масла Tellus-68, отработавшего 3560 моточасов

Составлена классификация гидравлической жидкости, установлены основные определяемые величины в составе гидравлической жидкости, разработаны методы отбора данных проб гидравлической жидкости, проведена детализация возможности методов спектрального анализа для определения конкретной величины и составлена классификация методов анализа гидравлической жидкости, пригодного для каждого объекта.

В результате исследования отрицательных действий загрязнения рабочей жидкости на общую работу гидравлической системы выявлено, что эффективная работа элементов гидравлической системы в большинстве случаев зависит от состояния гидравлической рабочей жидкости.

Контактируя с воздухом, гидравлическая жидкость загрязняется во время транспортирования в открытых тарах, либо при заливе в гидробак. Загрязнение не исключено также при попадании запыленного воздуха через сапун гидробака или подсос через неплотное соединение гидросистемы.

Для снижения загрязнения рабочей жидкости в гидробаке экскаватора возникает необходимость совершенствования конструкции воздушного фильтра, которая соответствовала бы условиям эксплуатации.

С целью повышения эффективности фильтрации разработана новая эффективная конструкция воздушного фильтра гидробака (рис. 6), которая способствует эффективной фильтрации воздуха за счет способности удержания мелкодисперсных частиц.

Рекомендуемый фильтр работает следующим образом: очищаемый воздух через отверстие 4 поступает во внутрь фильтра, проходит через пластинчатые перегородки 2, ударяясь в масляный слой 7, после через фильтр 6 поступает внутрь гидробака.

При прохождении через лабиринтные пластинчатые перегородки твердая фаза воздуха оседает, а масляный слой удерживает её, не давая возможности дальнейшему её движению. Хлопчатобумажный фильтр 6 служит для удержания мелкодисперсной пыли.

При эксплуатации гидравлических цилиндров на штоке возможно появление износа, царапин, задиров, вмятин, зазубрин, сколов, коррозии и других дефектов.

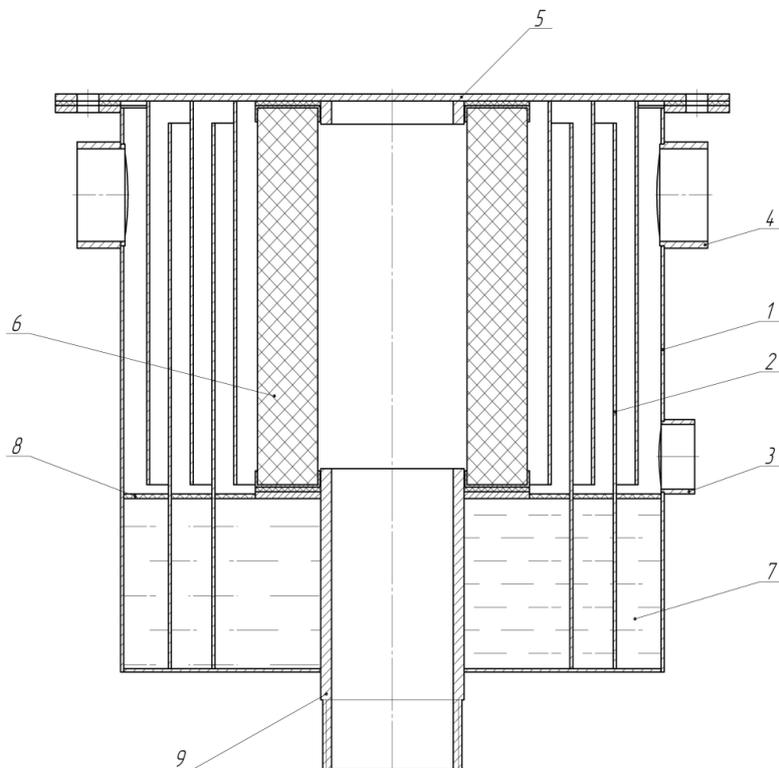
Деформация штоков гидравлических цилиндров возникает при появлении в рабочей зоне пыли, грязи и различных химических веществ, постоянной работе экскаватора на максимальных нагрузках, небрежном обращении с гидроагрегатом и т.д.

Из-за не герметичности системы происходит загрязнение рабочей жидкости как органическими, так и неорганическими частицами.

Уплотнение штока является важным компонентом гидравлической системы. Функция резинотехнических изделий состоит в том, чтобы удерживать масло в гидравлическом цилиндре и защищать его от попадания посторонних частиц. В этом случае уплотнительные элементы должны сохранять свою прочность в разном диапазоне температур и давлений.

Повреждение или разрыв прокладки проявляется в виде утечки рабочей жидкости.

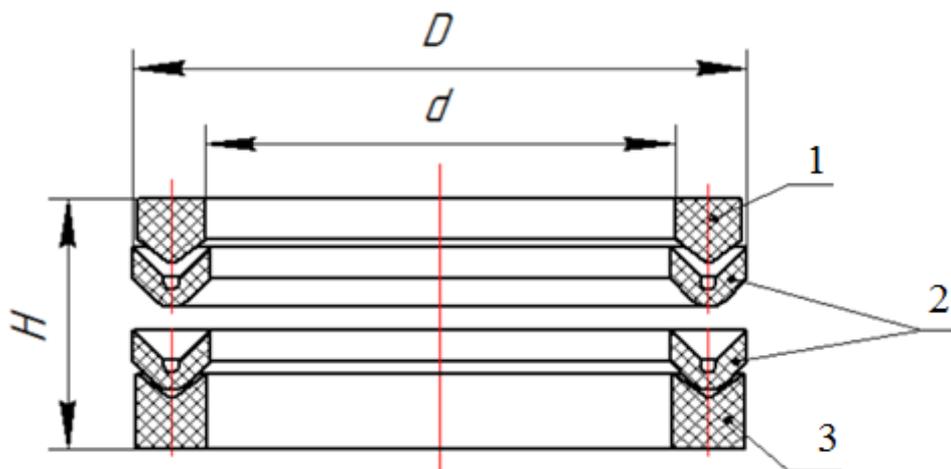
С целью предотвращения попадания пылевых частиц и грязи с поверхности штока внутрь гидроцилиндра рекомендуется применение специального защитного кольца, устанавливаемого в шток гидроцилиндра.



- 1 – корпус фильтра; 2 – пластинчатые перегородки; 3 – отверстие слива масла; 4 – отверстия входа воздуха; 5 – крышка; 6 – фильтр с хлопчатобумажным слоем; 7 – масляная ванна; 8 – сетка; 9 – трубка

Рис. 6. Разработанный воздушный фильтр гидробака с масляным слоем

На рис. 7 приведен конструктивный вид защитного кольца штока гидроцилиндра, который состоит из опорного кольца, манжеты и нажимного кольца.



- 1 – опорное кольцо; 2 – манжет; 3 – нажимное кольцо

Рис. 7. Конструктивный вид защитного кольца штока гидроцилиндра

Для того чтобы защитить уплотнительные узлы штоков гидравлических цилиндров от влаги, пыли, грязи и других загрязнений, используются защитные кольца. Защитные кольца представляют собой уплотнения, которые основываются на герметичности за счет втягивания масляной. Из-за засорения клапанов и гидравлических распределителей ускоряется износ защитного кольца, что может привести к отказу гидравлической системы.

Смоделировано движение запыленных потоков воздуха внутри воздушного фильтра гидравлической системы карьерного экскаватора. Процесс моделирования является основой научного эксперимента, цель которого – получить картину течения запыленных воздушных потоков в фильтрующих элементах гидравлической системы карьерного экскаватора, выразить их математически в форме дифференциальных уравнений, получить кинематические и динамические характеристики как непрерывные функции координат и времени.

Для математического аппарата дисперсного состава пыли, перенесшей механические или аэродинамические воздействия, использовались локальные аппроксимации функции распределения на отдельных участках отрезка второй и третьей степеней. Устойчивые частицы промышленных распылительных аэрозолей имеют несферический вид. Мощность аэродинамической взаимосвязи частиц неправильного вида с движениями воздуха зависит от их размеров, вида, режима обтекания и характеризуется показателем формы:

$$\Phi = K_M K_D, \text{ мм}, \quad (3)$$

где $K_M = 4S_{mp}/\pi\delta_M^2$, $K_D = C/C_D$, S_{mp} – площадь наибольшего поперечного разреза частиц, мм²; δ_M – эквивалентный размер частицы, мм; C, C_D – коэффициенты аэродинамического сопротивления частиц и сферы подобного объёма.

Определенный подход к аналитическому моделированию движения дисперсной фазы производственных аэрозолей можно использовать только к значительно большим частицам. Способ траекторий не рассматривает непредсказуемых воздействий движения тонкодисперсных частиц со стороны турбулизованной газопыльной среды, приводящих к размыванию их траекторий. Математическое моделирование движения твердых частиц в турбулентных пылевоздушных потоках сделано в соответствии с методом Монте-Карло.

Рассеяния на турбулентных пульсациях воспроизводятся с помощью зависимостей:

$$\begin{aligned} x' &= x + l \cos \theta, V' = p V_x \cos \theta \quad \theta = 2\pi \gamma; \\ y' &= y + l \sin \theta, V'_y = p V_y, l = -\Delta l \ln \gamma, \end{aligned} \quad (4)$$

где θ, l – произвольные величины угла разброса и перемещения частиц; Δl – среднеквадратическое перемещение частиц под действием турбулентной пульсации; $p \leq 1$ – относительный показатель рассеивания $\gamma \in (0; 1)$ псевдослучайных чисел.

Воздействие турбулентных пульсаций воздуха показано на рис. 8.

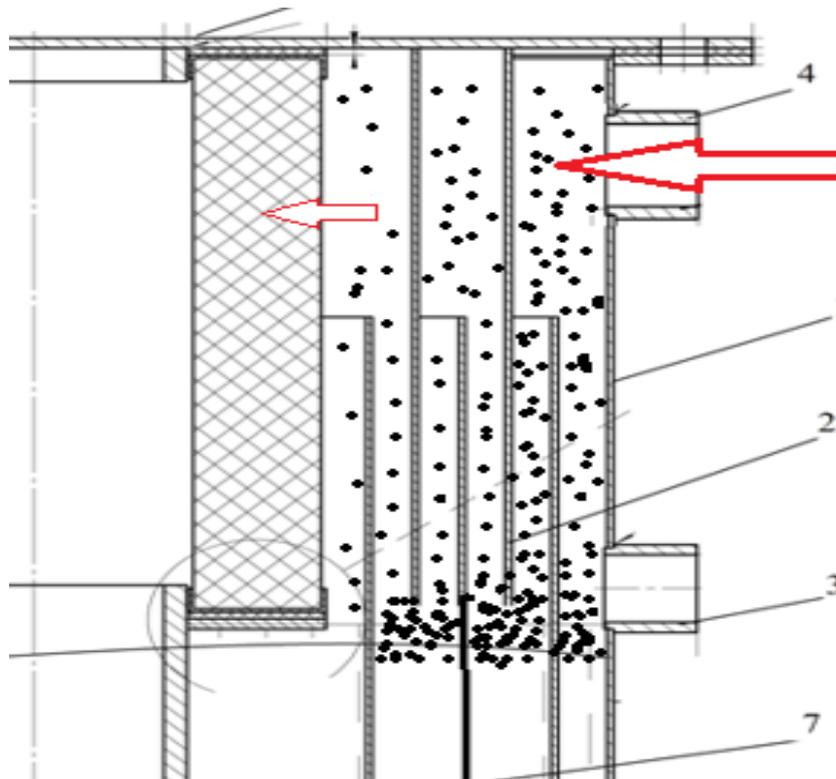


Рис. 8. Движение тонкодисперсной пыли в фильтре гидробака

Важной характеристикой газодисперсных потоков является распределение концентраций дисперсной фазы. Поля концентрации частиц исследовались в пределах модели квази сплошной среды из движущихся частиц. Спецраспределение насыщенности грубодисперсной аэропыли рассчитывалось с помощью интегрирования равенства неразрывности «аэрозольной» среды по траекториям движения частиц.

Из-за этого для анализа передвижения пылегазового потока в воздухофильтре взят метод Эйлера, на основе этого исследование кинематики фильтра гидробака гидравлической системы карьерного экскаватора показывает то, что единовременный учет всех воздействий, влияющих в потоке газопылевой смеси в приведенных выше математических формах, в значительной степени усложняет их конструкцию.

Анализируя состояние аксиально-поршневых насосов после поломки и характер их повреждений, возможно предположить, что большинство поломок связано с поломкой гидростатических башмаков из-за нарушения масляной пленки. Из рис. 9 видно, что зона наибольшей нагрузки и наибольших повреждений приходится на место соединения сферической головки поршня и седлом гидростатического башмака.

Заклинивание гидростатического башмака на головке поршня происходит из-за трения «на сухую», смазочные отверстия завальцовываются и смазывающая масляная пленка пропадает.

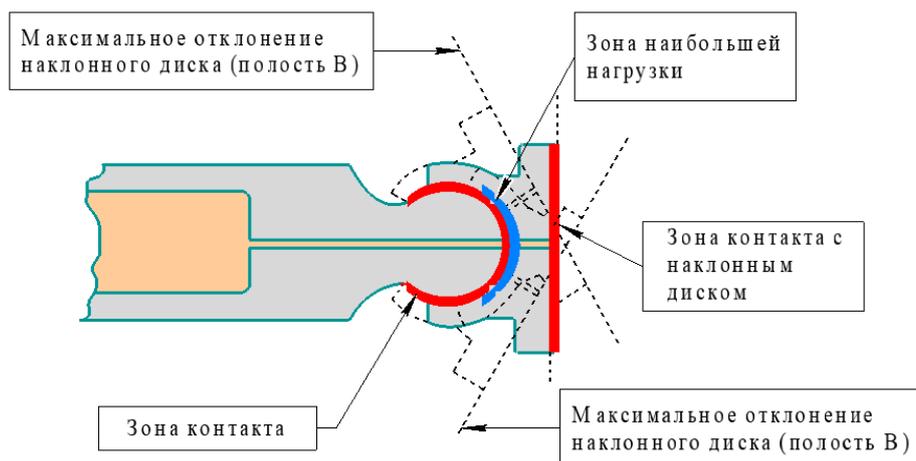


Рис. 9. Схематичное расположение областей наибольшей нагрузки гидростатического башмака

В целом, можно сделать вывод о том, что основной причиной выхода из строя насосов является засоренность гидросистемы. Наличие в гидравлическом масле абразивных частиц приводит к преждевременному износу трущихся компонентов насосов с последующим их разрушением.

Таким образом, теоретически обоснована надежность инфракрасного спектроскопического анализа загрязненности гидравлической жидкости гидрофицированных горных машин, а также разработаны математические модели движения пылесодержащего воздушного потока в воздушном фильтре и движения тонкодисперсных частиц в пылевоздушных потоках воздуха внутри воздушного фильтра гидравлической системы карьерного экскаватора, позволяющие определить эффективность фильтрации в зависимости от конструктивных параметров и провести сравнительный анализ свойств жидкости (вязкость, текучесть и т.д.) гидроцилиндра при использовании разработанного уплотнителя.

В четвертой главе диссертации **«Промышленные испытания способов предотвращения загрязненности рабочей жидкости»** в промышленных условиях испытаны разработанные конструкции воздушного фильтра гидравлической системы и защитного кольца штока гидроцилиндра карьерного экскаватора, даны технические решения для улучшения работы аксиально-поршневого насоса и приведена экономическая эффективность рекомендуемых технических решений.

С целью определения эффективности разработанной новой конструкции воздушного фильтра гидробака проведены промышленные испытания. Для проведения испытаний выбран гидравлический экскаватор марки RH-40E рудника Даугызтау Северного рудоуправления НГМК.

Произведен сравнительный анализ состава гидравлической рабочей жидкости марки TELLUS-68.

На основании результатов промышленных испытаний составлен график зависимости содержания кремния в гидравлической жидкости от

продолжительности эксплуатации при использовании базового фильтра «Сапун» и рекомендуемой новой конструкции фильтра.

Из графика зависимости содержания загрязнения в гидравлической жидкости от продолжительности эксплуатации при различных конструкциях воздушного фильтра, приведенного на рис. 10, видно, что применение предлагаемого фильтра снижает количество загрязнений.

Результаты экспериментальных исследований позволили получить следующие аналитические зависимости определения величины загрязнений.

Общая формула определения загрязнения

$$G_{\text{загр}} = (-41,58 \ln(t) + 0,218t + 244,368)K, \text{б}$$

где K - коэффициент величины загрязняющих веществ, соответственно по типам образцам коэффициенты K принимаются: $K=0,125$ и $0,251$ для кремния; $K=0,042$ и $0,089$ для натрия; $K=0,443$ и $1,048$ для калия; $K=0,00060$ и $0,00148$ для воды; $K=0,61$ и $1,39$ для общих количеств загрязнения по образцам;

t - время эксплуатации гидравлической жидкости, в часах.

При испытаниях предлагаемого воздушного фильтра гидробака выявлено улучшение степени очистки воздушного потока от мелкодисперсных пылевых частиц. Это достигается за счёт применения в фильтре масляного слоя, способствующего удержанию пылевых частиц.

Внедрение разработанного воздушного фильтра на руднике Даугызтау Северного рудоуправления НГМК позволило совершенствовать эксплуатационные характеристики гидравлической системы гидрофицированного карьерного экскаватора за счет уменьшения простоев, связанных со снижением качества рабочей жидкости.

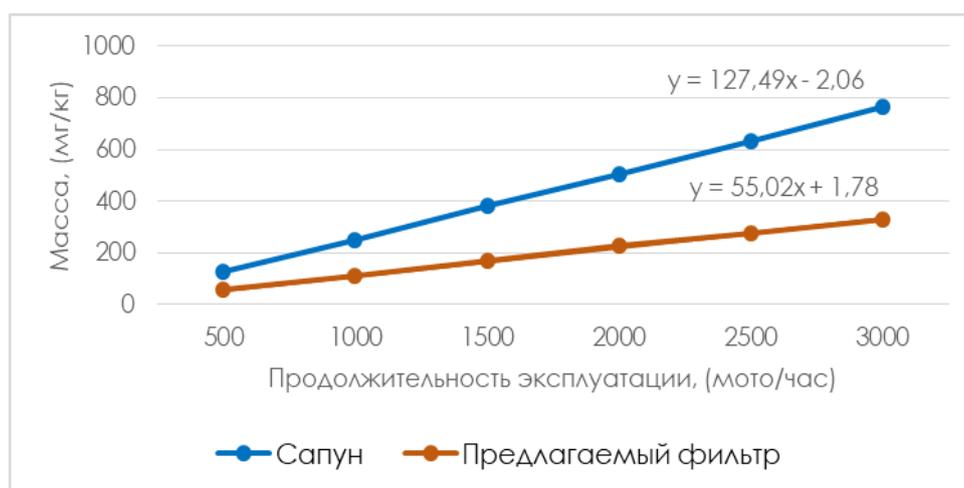


Рис. 10. Содержание загрязнения в гидравлической жидкости в зависимости от продолжительности эксплуатации при различных конструкциях воздушного фильтра

В ходе испытаний предлагаемая новая конструкция воздушного фильтра проявила возможность улавливания даже максимально мелких пылевых частиц величиной 0,5-0,6 мкм в воздушном потоке, что способствует поддержанию чистоты гидравлической рабочей жидкости.

С целью исследования эффективности рекомендуемого защитного кольца проведен промышленный эксперимент следующим образом. На гидроцилиндр гидравлического экскаватора марки RH-40E установили защитное кольцо и в течение 3000 моточасов эксплуатации наблюдали за работой гидроцилиндра.

Основными задачами эксперимента являлись: сравнительный анализ и установление долговечности сальника и элементов поршня гидроцилиндра от применения рекомендуемого защитного кольца; сравнительный анализ снижения времени простоя экскаватора от применения защитного кольца; установление зависимости поступления загрязнения в гидроцилиндр при применении защитного кольца и установление зависимости снижения давления в гидроцилиндре.

В табл. 2 приведены результаты сравнительного анализа работы гидроцилиндра гидравлического экскаватора марки RH-40E при применении защитного кольца гидроцилиндра.

Таблица 2

Результаты сравнительного анализа работы гидроцилиндра гидравлического экскаватора марки RH-40E при применении защитного кольца гидроцилиндра

№	Наименование загрязнений	Ед. изм.	Результаты анализа гидравлического масла при эксплуатации гидроцилиндра без применения защитного кольца					
			Время эксплуатации, моточас					
			500	1000	1500	2000	2500	3000
1.	Кремний	мг/кг	2,04	4,2	6,2	8,3	10	11,5
2.	Натрий	мг/кг	0,65	1,5	2,18	3,1	4	4,6
3.	Калий	мг/кг	8,7	17	26,3	34,5	43	52
4.	Вода	%	0,9	0,23	0,28	0,35	0,53	0,61
№	Наименование загрязнений	Ед. изм.	Результаты анализа гидравлического масла при эксплуатации гидроцилиндра при использовании защитного кольца					
			Время эксплуатации, моточас					
			500	1000	1500	2000	2500	3000
1.	Кремний	мг/кг	1,02	2,09	3	2,2	5	6,1
2.	Натрий	мг/кг	0,36	0,68	1,02	1,45	1,72	2
3.	Калий	мг/кг	3,7	7,2	11	14,8	18	21,8
4.	Вода	%	0,05	0,75	0,11	0,19	0,25	0,3

Влияние защитного кольца гидроцилиндра на долговечность элементов гидроцилиндра приведено в табл. 3.

Таблица 3

Влияние рекомендуемого защитного кольца гидроцилиндра на долговечность элементов гидроцилиндра

№	Наименование	Ед. изм.	G _{загр} , количество пропускаемого гидравлического масла через сальник-уплотнитель (за счет износа сальника) гидроцилиндра экскаватора					
			Время эксплуатации, t, моточас					
			500	1000	1500	2000	2500	3000
1.	Без применения защитного кольца	кг	0,2	0,36	0,60	0,75	0,9	1,08
2.	С применением защитного кольца	кг	–	–	–	0,09	0,11	0,15

В результате исследований определена средняя статистическая продолжительность работы расходных элементов гидроцилиндра до отказа, которые приведены в табл. 4.

Проанализировав основные причины, приводящие к поломкам данного насоса, выяснено, что 90% поломок данных насосов происходит в области плунжерно-поршневой группы.

Зона наибольшей нагрузки и наибольших повреждений приходится на место соединения сферической головки поршня с седлом гидростатического башмака. Заклинивание гидростатического башмака на головке поршня происходит из-за трения «на сухую», смазочные отверстия завальцовываются и смазывающая масляная пленка пропадает.

Таблица 4

Средняя статистическая продолжительность (работоспособность) работы расходных элементов гидроцилиндра до отказа

№	Наименование элемента гидроцилиндра	Ед. изм.	Без применения защитного кольца	С применением защитного кольца
1.	Грязесъемник	моточас	6 000	8 500
2.	Уплотнение штока	моточас	5 000	7 600
3.	Уплотнение поршня	моточас	6 000	8 500
4.	Направляющее кольцо штока	моточас	12 000	20 000
5.	Направляющее кольцо поршня	моточас	14 000	17 700

С целью предотвращения вышеуказанных поломок в гидростатическом башмаке рекомендуется изменение в конструкции плунжера, а точнее изменение конструкции канала подачи масла.

На входящей и выходящей сторонах канала отверстие конически расширяется, что предотвращает завальцовывание и таким образом устраняется трение «всухую». На рис. 11 приведена рекомендуемая конструкция плунжера аксиально-поршневого насоса.

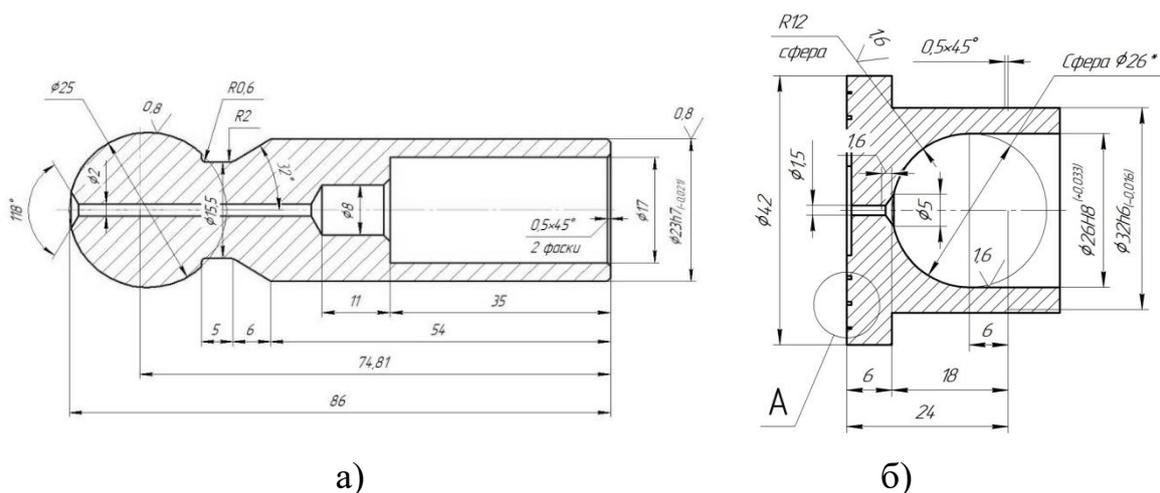


Рис. 11. Новые конструкции плунжера (а) и плунжер-держателя аксиально-поршневого насоса (б)

Аксиально-поршневой насос с измененной конструкцией плунжера применен в ООО «Гидро Станко Сервис» и при эксплуатации в течение года не выявлено ни одного случая поломки. За счет увеличения смазки между плунжером и плунжер-держателем снизились повреждения, что привело к сокращению ремонтных работ насоса.

Установлено, что более 80% простоев карьерных гидравлических экскаваторов приходится на поломку элементов гидравлической системы. На бесперебойную эксплуатацию и эффективность гидравлической системы влияет качество рабочей гидравлической жидкости, т.к. большая часть поломок в гидравлической системе происходит из-за ухудшения качества гидравлической жидкости.

Экономический эффект от применения предлагаемой конструкции воздушного фильтра гидробака экскаватора достигается за счет предотвращения загрязнений рабочей жидкости.

Из-за загрязнения гидравлической рабочей жидкости в процессе эксплуатации гидравлических экскаваторов RH-40E участились случаи выхода из строя элементов гидравлической системы.

Внедрение рекомендуемого воздушного фильтра дало возможность повысить эксплуатационную эффективность гидравлической системы экскаватора на 35-40%, увеличить работоспособность, предотвратить износ рабочей поверхности узлов гидравлической системы гидравлического экскаватора и получить экономический эффект в размере 1800 долл. США в год на один экскаватор.

Применение предлагаемого защитного кольца штока гидроцилиндра предотвратило попадание загрязняющих частиц через сальники и уплотнители гидроцилиндра. Кроме того, применение данных защитных колец снизило потери рабочей жидкости и давления внутри гидроцилиндра, что, в свою очередь, уменьшило эксплуатационные расходы.

При применении защитного кольца наблюдалось увеличение работоспособности расходных элементов (грязесъемник, уплотнение штока, уплотнение поршня, направляющее кольцо штока, направляющее кольцо поршня) гидроцилиндра на 30%.

Поломка аксиально-поршневого насоса приводит к остановке гидравлической системы и экскаватора в целом. Простой и ремонтные работы снижают общую производительность экскаватора и увеличивают финансовые затраты.

Основной причиной (более 90% случаев) выхода из строя насоса являются поломки гидростатических башмаков из-за нарушения масляной пленки. Изменение конструкции плунжера аксиально-поршневого насоса предотвращает поломки и увеличивает срок службы насоса. При этом экономический эффект достигается за счет уменьшения ремонтных работ и простоев и составляет 15 млн. сум.

В результате внедрения воздушного фильтра, новой конструкции плунжера и плунжера-держателя аксиально-поршневого насоса гидравлического экскаватора эксплуатационная эффективность гидравлической системы экскаватора повышена на 35-40%.

Таким образом, научно обосновано движение пылесодержащего воздушного потока в воздушном фильтре и практически доказана эффективность разработанной конструкции воздушного фильтра гидробака гидравлической системы карьерного экскаватора. Разработаны и внедрены защитное устройство для штока гидроцилиндра гидравлического экскаватора, предотвращающее попадание загрязнений в гидроцилиндр, конструкция плунжера аксиально-поршневого насоса, предотвращающая поломку гидростатического башмака, и конструкция воздушного фильтра гидробака гидравлической системы карьерного экскаватора. Рекомендованы технические решения для улучшения работы аксиально-поршневого насоса карьерного гидрофицированного экскаватора и разработана методика выполнения измерения и проведения спектрального анализа образца гидравлических масел карьерного оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора технических наук (DSc) на тему: «Разработка методов повышения эффективности карьерных гидрофицированных экскаваторов на основе оптимизации их гидравлических систем» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Проведен анализ и предложены основные производственные показатели изменение их характеристики режимов работы карьерных экскаваторов и гидравлических систем при эксплуатации в различных климатических условиях.

2. Экспериментальными исследованиями установлено, что процесс ухудшения критической характеристики агрегата зависит от степени

крупности загрязнителя. Установлены допустимые показатели загрязненности и оптимальный уровень чистоты гидравлической жидкости в конкретных условиях эксплуатации гидравлических систем.

3. Проведено исследование изменение содержание гидравлической жидкости при использовании рекомендуемого воздушного фильтра гидробака гидравлической системы экскаватора RH-40E.

4. Создана математическая модель, позволяющая установить подходящие параметры воздухофильтра для обеспечения эффективной фильтрации воздуха за счет способности удержания мелкодисперсных частиц.

5. Разработанная математическая модель показывает возможность усовершенствования системы фильтрации воздуха, подаваемого в гидробак гидравлической системы карьерных гидрофицированных экскаваторов.

6. На основе разработанной математической модели и сравнительного анализа свойств жидкости гидроцилиндра разработано защитное кольцо для штока гидроцилиндра гидравлического экскаватора, предотвращающее попадание загрязнений в гидроцилиндр.

7. Совершенствован аксиально-поршневой насос карьерных гидрофицированных экскаваторов, внедрение которого позволило увеличить смазку между плунжером и плунжеродержателем, уменьшить повреждения и сократить ремонтные работы.

8. Разработана методика приготовления исследуемого образца отработанных масел, позволяющая повысить экспрессность и уменьшить расходы химических реактивов для анализа и количество анализируемого материала.

9. Разработана конструкция воздушного фильтра гидробака гидравлической системы карьерного экскаватора, внедрение которой на руднике Даугызтау Северного рудоуправления НГМК позволило повысить эксплуатационную эффективность гидравлической системы экскаватора на 35-40%, увеличить работоспособность, предотвратить износ рабочей поверхности узлов гидравлической системы и получить экономическую эффективность в размере 1800 долл. США в год на один экскаватор.

10. Разработана конструкция плунжера аксиально-поршневого насоса, внедрение которой в ООО «ГидроСтанкоСервис» позволило уменьшить повреждения, сократить ремонтные работы насосов гидравлического оборудования и получить экономический эффект в размере 15 миллионов сум при работе одного насоса.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.22/30.12.2019.T.98.01 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE ALMALYK BRANCH OF THE
NATIONAL RESEARCH TECHNOLOGICAL UNIVERSITY «MISIS»**

NAVOI STATE MINING INSTITUTE

ABDUAZIZOV NABIJON AZAMATOVICH

**DEVELOPMENT OF METHODS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF
QUARRY HYDROFICATED EXCAVATORS BASED ON OPTIMIZING
THEIR HYDRAULIC SYSTEMS**

04.00.16 - Mining machines

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

Almalyk - 2020

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 № B2020.2.DSc/T221.

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:

Toshov Javokhir Buriyevich

Doctor of Technical Sciences, professor

Official opponents:

Rakhutin Maxim Grigorievich

Doctor of Technical Sciences, Professor

Stolpovskikh Ivan Nikitovich

Doctor of Technical Sciences, Professor

Khuzhaev Ismatulla Kushaevich

Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

Leading organization:

JSC «Almalyk MMC»

The defense of the thesis will take place on 16 Oktober 2020 at 14⁰⁰ hours at a meeting of the Scientific Council DSc.22 / 30.12.2019.T.98.01 (Address: 110101, Almalyk, Amir Temur St. 56. Meeting room of the National Research Technological University «MISiS» Almalyk branch. Tel. : (70) 614-22-57; e-mail: afnitumis@mail.ru)

The thesis can be found in the Information Resource Center of the National Research Technological University «MISiS» Almalyk branch (registered under No. 20001-D). Address: 110101, Almalyk, st. Amir Temur 56. Tel.: (70) 614-22-57.

The abstract of the dissertation is distributed on 29 September 2020. Protocol at the register No 1 dated 29 September 2020).



F.Ya. Umarov

Chairman of the Scientific Council for
Awarding of Academic Degrees,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

G.S. Nutfullaev

Scientific secretary of the scientific council
for awarding scientific degrees, Ph.D., Associate professor

Yu.J. Norov

Chairman of the Scientific Seminar
at the Scientific Council for Awarding of Academic Degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of doctoral dissertation (DSc))

The aim of the research is to develop methods to improve the efficiency of hydraulic mining excavators by reducing the contamination of the working fluid of hydraulic systems, which ensure high reliability under various climatic conditions.

Research objectives:

studying the effect of contamination of the working fluid on the reliability and durability of aggregates, as well as hydraulic systems of hydraulic mining excavators;

establishment of permissible pollution indicators and the optimal level of cleanliness of a hydraulic fluid under specific operating conditions of hydraulic systems;

development of a technique for measuring spectral analysis for preparing a sample of hydraulic fluids for mining equipment.

improvement of the air filtration system supplied to the hydraulic tank of the hydraulic system of hydraulic mining excavators;

development of a protective ring for the hydraulic cylinder rod against contamination of hydraulic excavators;

improvement of the axial piston pump for hydraulic mining excavators;

The research object is the processes of excavation, loading operations and hydraulic excavators used at the Daugyztau open pit of the Navoi Mining and Metallurgical Complex (NMMC).

The scientific novelty of the research is as follows:

a protective device for the hydraulic cylinder rod of a hydraulic excavator has been developed and implemented, preventing the ingress of contaminants into the hydraulic cylinder;

scientifically substantiated, developed and implemented a fundamentally new design of the plunger of an axial piston pump preventing breakage of the hydrostatic shoe;

an effective design of the air filter of the hydraulic tank of the hydraulic system of a mining excavator has been developed, which allows maintaining the purity of the hydraulic fluid;

technical solutions have been developed to improve the operation of the axial piston pump of a hydraulic mining excavator, allowing to reduce downtime;

a method has been developed for measuring the spectral analysis of a sample of hydraulic oils of mining equipment, which allows rapidity, without the consumption of chemical reagents for analysis and the minimum amount of analyzed material.

Implementation of research results. Based on improving the efficiency of hydraulic mining excavators by optimizing their hydraulic systems:

The developed design of the air filter of the hydraulic tank of the hydraulic system of a mining excavator was introduced at the Daugyztau mine of the Northern Mining Administration of the Navoi Mining and Metallurgical Combine (certificate of the State Enterprise "Navoi Mining and Metallurgical Combine" No. 02-06-07 / 6105 dated 01.06.2020). As a result, the operational efficiency of the excavator

hydraulic system has been increased by 35-40%, the working capacity has been increased, and the wear of the working surface of the hydraulic system units has been prevented;

The method for preparing a test sample of used oils has been introduced at the Daugyztau mine of the Northern Ore Administration of the Navoi Mining and Metallurgical Combine (certificate of the State Enterprise «Navoi Mining and Metallurgical Combine» No. 02-06-07 / 6105 dated 01.06.2020). As a result, the rapidity of waste oils is increased and the consumption of chemical reagents for analysis is reduced, as well as the amount of analyzed material is reduced;

a new design of the plunger of an axial piston pump for hydraulic excavators was introduced at the Daugyztau mine of the Northern Mining Administration of the Navoi Mining and Metallurgical Combine (certificate of the State Enterprise «Navoi Mining and Metallurgical Combine» No. 02-06-07 / 6105 dated 01.06.2020). As a result, damage has been reduced, and repairs to the pumps of hydraulic equipment have been reduced.

The structure and scope of the thesis. The structure of the thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a bibliography and annexes. The volume of the thesis is 200 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST of PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Абдуазизов Н.А. Разработка оптимальных параметров системы «Гидробак-охладитель» гидрообъемной силовой установки карьерного комбайна. – Монография. – Навои, 2019. – 142 с.

2. Абдуазизов Н.А. Повышение эффективности гидравлической системы карьерных экскаваторов. – Монография. – Навои, 2020. – 132 с.

3. Абдуазизов Н.А., Тошов Ж.Б. Анализ влияния температуры рабочей жидкости на работоспособность гидравлических экскаваторов // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2019. – №3. – С. 89-92 (04.00.00; №3).

4. Абдуазизов Н.А., Тошов Ж.Б., Жураев А.Ш. Анализ тепловых процессов в регулирующем контуре гидрообъемной силовой установки карьерного комбайна // Вестник ТГТУ. – Ташкент, 2019. – С. 96-102 (04.00.00; №6).

5. Абдуазизов Н.А., Тошов Ж.Б., Жураев А.Ш. Современное состояние и перспективы развития силового оборудования горных машин // Вестник Туринского политехнического университета в городе Ташкенте. – Выпуск №4, 2019. (05.00.00; №25).

6. Абдуазизов Н.А., Эгамбердиев И.П., Атакулов Л.Н. Критерии оценки эффективности системы «гидробак-охладитель» гидрообъемной силовой установки карьерного оборудования // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2011. – №1. – С. 125-127 (04.00.00; №3).

7. Абдуазизов Н.А. Зависимость производительности фрезерного комбайна от температуры окружающей среды // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2013. – №1. – С. 96-98 (04.00.00; №3).

8. Абдуазизов Н.А., Алиев Т.Б. и др. ИК-спектроскопический анализ загрязненности гидравлической жидкости гидрофицированных горных машин // Universum: технические науки. – Москва, 2019. – №8. – С. 35-39 (02.00.00; №1).

9. Абдуазизов Н.А., Джураев Р.У., Жураев А.Ш. Исследование влияния температуры и вязкости рабочей жидкости гидравлических систем на надежность работы горного оборудования // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – №3. – С. 58-60 (04.00.00; №3).

10. Абдуазизов Н.А., Нормуминов Н.Н., Кулдошев Р.Т. Анализ влияния температуры и вязкости рабочей жидкости на надежность работы карьерного оборудования // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2014. – №2 (04.00.00; №3).

11. Abduazizov N.A., Zhuraev A.Sh. Development of the mathematical Model of Thermal Processes in the Controlling Loop of the Hydraulic Power Unit of the Quarry Combine // International Journal of Advanced Research in Science,

Engineering and Technology. – India, 2018. – Volume 5, Issue 9. – P. 6674-6678. (05.00.00; №8)

12. Abduazizov N.A., Muzaffarov A., Toshov J.B. A complex of methods for analyzing the working fluid of a hydrostatic power plant for hydraulic mining machines // International Journal of Advanced Science and Technology. – India, 2020. – Vol. 29. – №5. – P. 852-855. (№3. Scopus; № 41. SCImago, impact factor – SJR 2019: 0,11)

13. Abduazizov N.A., Muzaffarov A., Toshov J.B., Assessment of possibilities of x-ray fluorescent method for analysis of hydraulic fluid of mining machines // World Journal of Engineering Research and Technology. – 2020. – Vol. 6, Issue 2. – P. 292-298. (№ 23. Scientific Journal Impact Faktor – SJIF 2019: 5.924)

И бўлим (II часть; part II)

14. Тошов Б.Р., Абдуазизов Н.А., Жалилов Р.С., Хамзаев А.А., Зоҳидов О.У., Мусурмонов Э.Ш. Программное обеспечение для микропроцессорного управления режима работы асинхронного двигателя гидроциклона в зависимости от характеристик гидравлической жидкости // Программа для ЭВМ. DGU 07378 2019.

15. Абдуазизов Н.А., Эгамбердиев И.П., Худойбердиев Ш.М. Анализ работы современных карьерных комбайнов // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2009. – № 2. – С. 84-87.

16. Абдуазизов Н.А., Эгамбердиев И.П., Худойбердиев Ш.М. Анализ схем фильтрации рабочей жидкости в гидравлических системах карьерного оборудования // Материалы Международной научно-технической конференции на тему: Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития. – Навои, 2010. – С. 199-200.

17. Абдуазизов Н.А., Нахангов Х.Н., Баратов Б.Н. Современное состояние и перспективы развития конструкций гидравлического экскавационного оборудования // Материалы Республиканской научно-технической конференции на тему: «Современные технологии горно-металлургической отрасли». – Навои, 2012. – С. 159-160.

18. Абдуазизов Н.А., Нормуминов Н.Н. Гидравлические экскаваторы. Журнал «Muhofaza». – Ташкент, 2014. – №6. – С. 26.

19. Абдуазизов Н.А., Эгамбердиев И.П., Жураев А.Ш., Ризаев А.А. Исследование надежности основных узлов гидравлических систем горных машин // Материалы VIII Международной научно-технической конференции на тему: «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития». – Навои, 2015. – С. 187.

20. Абдуазизов Н.А., Ризаев А.А. Анализ причин выхода из строя рабочих механизмов карьерных экскаваторов // Материалы республиканской научно-технической конференции на тему: «Горно-металлургический

комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития». – Навои, 2016. – С. 184-185.

21. Абдуазизов Н.А., Жураев А., Муратов Г. Исследование очистки масел карьерного комбайна // Электронный научно-практический журнал (Россия). – №8 (16), 2017. – С. 19-24.

22. Абдуазизов Н.А., Муминов Р., Бойназаров Г., Мустафоев О. Надежность гидросистем горных машин // Научный журнал «Интернаука» (Россия). – №17(21). – 2018. – С. 24-27.

23. Абдуазизов Н.А., Жураев А. Применение метода встроенного контроля чистоты рабочей жидкости // Материалы Международной научно-технической конференции на тему: «Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 22-23 ноября 2018 г. – С. 306.

24. Абдуазизов Н.А., Турдиев С., Жураев А. Разработка математической модели тепловых процессов в регулирующем контуре силовой установки карьерного комбайна // Международный научно-исследовательский журнал. – №5 (62), 1 часть. 2019.

25. Abduazizov N.A., Toshov J.B., Zhuraev A.Sh. The research of «hydrobak-cooler» systems of hydraulic power units of hydraulic mining machines // Euroasian Union of scientists. – Vol 1, 2020. – Issue 02/71. – P. 4-8.

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

Бичими 60x84¹/₁₆. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табоғи: 3,5. Адади 100 нусха. Буюртма № 188.

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