

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

НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ

ЖУРАЕВ АКБАР ШАВКАТОВИЧ

**ГИДРАВЛИК ТИЗИМЛАРНИНГ ИШЛАШНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ
АСОСИДА КАРЬЕР ГИДРАВЛИК ЭКСКАВАТОРЛАРНИНГ
ЭКСПЛУАТАЦИОН САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

04.00.16 – Кончилик машиналари

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

Навоий – 2021

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

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

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

Жураев Акбар Шавкатович

Гидравлик тизимларнинг ишлашини такомиллаштириш асосида карьер
гидравлик экскаваторларнинг эксплуатацион самарадорлигини
ошириш.....3

Жураев Акбар Шавкатович

Повышение эксплуатационной эффективности карьерных гидравлических
экскаваторов на основе совершенствования их гидравлической системы.....21

Juraev Akbar Shavkatovich

Improving the operational efficiency of hydraulic mining excavators
by improving their hydraulic system.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works.....43

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

НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ

ЖУРАЕВ АКБАР ШАВКАТОВИЧ

**ГИДРАВЛИК ТИЗИМЛАРНИНГ ИШЛАШНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ
АСОСИДА КАРЬЕР ГИДРАВЛИК ЭКСКАВАТОРЛАРНИНГ
ЭКСПЛУАТАЦИОН САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

04.00.16 – Кончилик машиналари

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

Навоий – 2021

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида №В2021.1.PhD/T2072 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Навоий давлат кончилик институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Абдуазизов Набижон Азаматович
техника фанлари доктори, доцент

Расмий оппонентлар:

Эгамбердиев Илхом Пулатович
техника фанлари доктори, доцент

Аннақулов Тўлқин Жовбекович
техника бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент

Етакчи ташкилот:


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

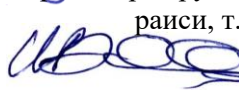
Диссертация химояси Навоий давлат кончилик институти ҳузуридаги DSc.17/04.06.2021.T.06.02 рақамли илмий кенгашнинг 2021 йил 28 декабр соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Махмуд Таробий кўчаси, 72-уй. Навоий давлат кончилик институтининг мажлислар зали. Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66; (e-mail: info@ndki.uz).


Диссертация билан Навоий давлат кончилик институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (82 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Махмуд Таробий кўчаси, 72-уй, Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66.

Диссертация автореферати 2021 йил 15 декабр куни тарқатилди.
(2021 йил 15 декабрдаги 39 рақамли реестр баённомаси).




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


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


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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда фойдали қазилма конларининг чуқурлашуви, кон ишларининг мураккаб кон-геологик шароитларда олиб борилаётганлиги ва эксплуатация қилинаётган кон ускуналари ишончилиги ва самарадорлигига қўйилаётган талаблар карьер гидравлик экскаваторларининг конструкциясини ва уларнинг гидравлик тизимини такомиллаштиришга олиб келди. Фойдали қазилмаларни очик кон усулида қазиб олиш ишларини жадаллаштириш замонавий гидравлик карьер экскаваторларини қўллаш ва уларнинг қувватини оширишни талаб этади. Замонавий гидравлик экскаваторлар юқори технологик қиммат ускуналар ҳисобланади, уларга эксплуатацияси давомида хизмат кўрсатиш муҳим техник маданиятни талаб қилади. Гидравлик экскаватор ўзида мураккаб гидравлика тизимини мужассам этади, карьер экскаваторларининг гидравлика тизимининг носозлик даражаси бугунги кунда юқори кўрсаткичларга етмоқда ва долзарб муаммолардан бири бўлиб қолмоқда. Карьер экскаваторларининг гидравлика тизимининг эксплуатация таннархини камайтириш, уларнинг ишончилигини ошириш билан боғлиқ масалалар ўз ечимини топмаган ва уни ҳозирда ечиш алоҳида аҳамият касб этади.

Дунёда карьер гидравлик экскаваторларини қўллаш амалиёти шуни кўрсатадики, экскаваторларнинг мавжуд гидравлика тизими ишлаш хусусиятидан келиб чиқиб, бир қатор муҳим камчиликларга эга. Гидравлик ишчи суюқликларнинг ифлосланиш даражаси ошиб кетиши натижасида, уларнинг ишлаш ресурси камайиб кетади, гидравлик тизимнинг қисмларининг интенсив абразив емирилиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада юқори ишлаб чиқариш кўрсаткичига эга бўлган, техник ва технологик ечимларни жорий қилиш натижасида гидравлик тизимларни ишини такомиллаштириш асосида карьер гидравлик экскаваторларини эксплуатацион самарадорлигини оширишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда фойдали қазилмаларни қазиб олишни жадаллаштириш, карьер экскаваторларини ишлатишда уларнинг ишончилигини оширувчи ва иқтисодий самарали усулларини тадқиқ қилиш, карьер экскаваторларининг гидравлика тизимининг ресурсларни тежайдиган инновацион технологияларни жорий этиш бўйича илғор илмий чора-тадбирларни жорий қилиб, бир қатор илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг фармонида¹ «ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали саноатни янада модернизация ва диверсификация қилиш, принципал жиҳатдан янги технология турларини ўзлаштириш, энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш...» каби муҳим вазифалар белгиланган. Ушбу вазифалардан келиб чиққан ҳолда, карьер гидравлик экскаваторларининг иш унумдорлигини ошириш, кон

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисида Фармони.

ускуналари гидравлика тизимининг ресурс тежамкорлигини ошириш ва қазиб олиш ва юклаш ишлари таннархини пасайтириш катта илмий ва амалий аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги ва 2015 йил 4 мартдаги ПФ-4707-сон «Ишлаб чиқаришни структуравий қайта тузиш, модернизациялаш ва диверсификациялашни таъминлаш бўйича 2015-2019 йилларга мўлжалланган чора-тадбирлар дастури» тўғрисидаги Фармонлари ва 2019 йил 17 январдаги ПҚ-4124-сон «Кон-металлургия тармоғи корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарори ҳамда мазкур 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 технологияларни ривожлантиришнинг VII. «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хом ашёларни қайта ишлаш)»устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Гидравлик тизимли кон машиналаридан самарали фойдаланиш назарияси ва амалиётининг ривожланишига 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., Абдуазизов Н.А., Джураев Р.У., Рокшевский В.А., Скрицкий В.Я., Солод Г.И., Финкельштейн З.Л., Akira Tsutsui, Dr. Etsujiro Imanishi, Felix Nga, Jacqueline Glass, Jennifer A. Hardinga, Lei Ge, Long Quan, Milos Vukovic, Roland Leifeld, Takao Nanjo ва бошқалар катта ҳисса қўшишган, улар томонидан гидравлик тизимли кон машиналарининг ишончилигини ва самарадорлигини ошириш, эксплуатация таннархини ресурс тежамкор технологияларни қўллаш асосида камайтириш билан боғлиқ катта натижаларга эришилган. Бироқ бугунги кунда гидравлик тизимларни ишини такомиллаштириш асосида карьер гидравлик экскаваторларининг эксплуатацион самарадорлигини ошириш, гидравлик ишчи суюқликларнинг эксплуатацияси давомида самарали тозалаш усуллари ва уларнинг тозалик даражасини кон ускуналарининг гидравлик тизими ишига таъсири тўлиқ ўрганилмаган.

Шу муносабат билан кончилик саноати учун муҳим бўлган карьер экскаваторларининг гидравлик тизимини ўрганиш, эксплуатация ишончилиги ва самарадорлигини ошириш зарурияти юзага келади ва бу йўналишда кейинги тадқиқотларни давом эттириш лозим.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Навоий давлат кончилик институти илмий-тадқиқот ишлари режаси доирасида «Карьер гидравлик экскаваторларининг конструктив

параметрларини тадқиқоти ва гидротизим химоя қурилмаларини такомиллаштириш» мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади гидравлик тизими ишини такомиллаштириш асосида карьер экскаваторларининг эксплуатацион самарадорлигини оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

карьер экскаваторларининг гидравлик тизимини такомиллаштиришнинг ва эксплуатацион самарадорлигини оширишнинг асосий йўналишлари ва ҳолати таҳлили;

карьер гидравлик экскаваторларининг гидравлик тизимнинг тўхталишларига олиб келувчи асосий омилларни тадқиқ қилиш;

гидравлик ишчи суюқликларнинг кўрсаткичларини гидравлика тизимнинг самарадорлигига таъсирини тадқиқ қилиш;

гидравлик ишчи суюқликнинг ифлосланганлик даражасини гидравлик тизими қисмларининг иш ресурсига таъсирининг математик моделини ишлаб чиқиш;

карьер экскаваторлари гидравлик тизимининг янги зичлагичларини ишлаб чиқиш ва уларни тажриба-синовларидан ўтказиш;

гидравлик тизими фитингининг янги конструкциясини ишлаб чиқиш ва тажриба-синовларидан ўтказиш;

гидравлик ишчи суюқликларни тозалаш учун янги ғовакли филтер ишлаб чиқиш ва тажриба-синовларидан ўтказиш;

ишлаб чиқилган ечимларни қўллаш самарадорлигини техник-иқтисодий баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида карьер гидравлик экскаваторларининг гидравлик тизими олинган.

Тадқиқотнинг предмети карьер гидравлик экскаваторларининг гидравлик тизими қисмларининг ишчанлиги ва ишончлилиги ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида карьер экскаваторларининг гидравлик тизимини такомиллаштиришда назарий ва экспериментал усуллар, лаборатория ва саноат шароитида экспериментал тадқиқотлар, гидравлик ишчи суюқликларни тозалаш жараёнларини математик моделлаштириш бўйича тадқиқотларнинг умумлашган усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

гидравлик ишчи суюқликнинг ифлосланиш даражаси унинг эксплуатация давомийлигига боғлиқлиги ўрнатилди ва ушбу боғлиқлик асосида ишчи суюқликнинг ифлосланганлик даражасини гидравлик тизими қисмларининг иш ресурсига таъсирини математик модели ишлаб чиқилган;

гидравлик тизим сальникли зичлагич қаттиқлиги ошишининг юқори ва кескин паст ҳароратларга боғлиқлиги ўрнатилди ҳамда сальникли зичлагичларнинг таркибига 1,21% миқдорида анкерит ($\text{Cf}(\text{Vg}, \text{Fe})[\text{CO}_3]_2$), 0,39% миқдорида сульфат цинк (ZnS) ва 0,22 % миқдорида сульфат калий (K_2SO_4) элементларини қўшиш, сальникли зичлагичнинг юқори ва кескин паст ҳарорат таъсири остида мўртлашишини баргараф этиш имконини бериши аниқланган;

карьер экскаваторлари гидравлик тизимидаги зичлагичларнинг емирилиш интенсивлигининг математик модели ишлаб чиқилда ва ушбу модель асосида гидравлик тизимдаги зичлагичлар емирилиш интенсивлигини башоратлаш имконини берувчи дастурий таъминоти ишлаб чиқилган;

фильтрда ушлаб қолинган ифлословчи заррачалар ўлчамларининг катталиги ва миқдори фильтр танасининг қалинлиги, ғоваклилик миқдори ва ғоваклари ўлчамларининг катталигига боғлиқлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

гидравлик экскаваторларнинг гидравлик тизимида юқори босим туфайли ишчи суюқликларнинг оқиб кетишини бартараф этувчи, янги сальникли зичлагичлар ишлаб чиқилган;

карьер экскаваторларининг гидравлик тизимида юқори босимли рукавлар узилиб кетиши натижасида юзага келадиган авария ҳолатларини камайтириш имконини берувчи, юқори босимли шланг-фитингнинг янги конструкцияси ишлаб чиқилган;

гидравлик экскаваторнинг ишчи суюқлигида 0,3-0,5 мкм ўлчамгача бўлган ифлословчи заррачаларни тутиб қолиш имкониятига эга бўлган янги ғовакли фильтр ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги кенг миқёсдаги лаборатория ва саноат шароитидаги тажрибалар, карьер гидравлик экскаваторларининг эксплуатацияси ишончлилигини оширувчи усулларини ишлаб чиқишда ишнинг асосий ғоясининг миқдорий кўрсаткичлари ва қониқарли даражада мувофиқлиги, шунингдек, карьер экскаваторларининг гидравлик тизими ишини такомиллаштирувчи гидравлик зичлагичлар, юқори босимли шланг фитингининг конструкцияси ва гидравлик ишчи суюқликларни тозалаш учун ғовакли фильтрни экспериментал синовларининг ижобий натижалари билан исботланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти гидравлик ишчи суюқликнинг ифлосланганлик даражасининг гидравлик тизими қисмлари иш ресурсига таъсирининг математик моделини ишлаб чиқиш, гидравлик тизим сальникли зичлагичнинг қаттиқлигининг ошиши юқори ва кескин паст ҳароратларга боғлиқлигини ўрнатиш, ишлаб чиқилган ғовакли фильтрда ушлаб қолинган ифлословчи заррачаларнинг ўлчамларининг катталиги ва миқдори фильтр танасининг қалинлиги, ғоваклари ўлчамларининг катталигига боғлиқлигини ўрнатиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти карьер экскаватори гидравлик тизимининг зичлагичлари, гидравлик тизимининг юқори босимли шланглари фитингининг янги конструкцияси ва ғовакли фильтр яратилганлиги карьер гидравлик экскаваторлари эксплуатациясининг самарадорлигини оширишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Гидравлик тизимлар ишлашини такомиллаштириш ва карьер гидравлик экскаваторларининг эксплуатацион самарадорлигини ошириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

гидравлик экскаваторларнинг гидравлик тизими зичлагичлари «Навоий кон металлургия комбинати» ДК «Аристантау» карьерида амалиётга жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» ДКнинг 2021 йил 07 июлдаги 02-06-07/7024-сон маълумотномаси). Натижада, РН-40Е русумли карьер гидравлик экскаваторларида қизиқ кетиш ва босимнинг ошиши туфайли гидравлик ишчи суюқликларнинг оқиб кетишини 45% га камайтириш имконини берган;

юқори босимли шланг фитингининг янги конструкцияси «Навоий кон металлургия комбинати» ДК «Аристантау» карьерида амалиётга жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» ДКнинг 2021 йил 07 июлдаги 02-06-07/7024-сон маълумотномаси). Натижада, РН-40Е русумли карьер гидравлик экскаваторларида гидравлик ишчи суюқликларнинг оқиб кетиши билан боғлиқ авариялар сонини 75% га камайтириш имконини берган;

гидравлик ғовакли фильтр «Навоий кон металлургия комбинати» ДК «Аристантау» карьерида амалиётга жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» ДКнинг 2021 йил 07 июлдаги 02-06-07/7024-сон маълумотномаси). Натижада, гидравлик ишчи суюқликлар таркибидаги 0,3 мкм ўлчамгача бўлган ифлословчи заррачалардан тозалаш ва карьер экскаваторининг эксплуатацион самарадорлигини 40% га ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг натижалари 2 та республика ва 7 та халқаро илмий-амалий анжуманларда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 21 та илмий ишлар чоп этилган, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 7 та, жумладан, Республика нашрларида 4 та ва хорижий журналларда 3 та мақола нашр этилган. ЭХМ учун компьютер дастурий маҳсулотига 1 та гувоҳнома олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 111 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида тадқиқотнинг аҳамияти ва долзарблигини асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети аниқланган, тадқиқот ишининг Республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг муҳим йўналишларига мослиги кўрсатилган ҳамда тадқиқотнинг илмий янгилиги, натижаларнинг ишончлилиги, назарий ва амалий аҳамияти, натижаларнинг амалиётга жорий этилиши, эълон қилинганлиги, ишнинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Гидравлик экскаваторларнинг эксплуатацион кўрсаткичларининг таҳлили**» деб номланган биринчи бобида гидравлик экскаваторлар ҳақида умумий маълумот ва уларнинг эксплуатацион кўрсаткичлари келтирилган, Навоий кон-металлургия комбинатининг

конларида қўлланилаётган гидравлик экскаваторларнинг саноат кўрсаткичлари кўриб чиқилган, диссертация мавзуси бўйича илмий тадқиқотлар ҳолатининг таҳлили ўтказилган, карьер гидравлик экскаваторларининг гидравлик тизимини такомиллаштиришнинг ва эксплуатация самарадорлигини оширишнинг асосий йўналишлари кўриб чиқилган.

Гидравлик экскаваторларнинг эксплуатацион кўрсаткичларининг таҳлили шуни кўрсатадики, кончилик корхоналарида қўлланилаётган кўпгина гидравлик экскаваторлар паспортида келтирилганга нисбатан паст унумдорлик билан ишлайдилар. Бунга сабаб сифатида, иш давомида кутилмаган тўхталишларнинг юзага келиши, деталларнинг тез ишдан чиқиши ва экскаватор гидравлик тизимининг ишончсиз ишини кўрсатиш мумкин.

Юқорида келтирилганлар гидравлик экскаваторларнинг эксплуатацион таннархининг ошиб кетиши уларнинг самарадорлигининг тушиб кетишига олиб келади.

Карьер гидравлик экскаваторларининг самарадорлиги бир қанча омилларга боғлиқ бўлади, яъни гидравлик экскаваторлар қўлланилаётган ҳудуднинг иқлим шароитларига, ҳавонинг ифлосланганлик (чангланганлик) даражасига, экскаваторнинг конструктив қисмларининг иш кўрсаткичларига, гидравлик тизимнинг ишончлилиги, гидравлик ишчи суюқлигининг кўрсаткичлари ва тозалигига.

Фойдали қазилма конларида қўлланилаётган гидравлик экскаваторларнинг эксплуатацион кўрсаткичларининг таҳлили шуни кўрсатдики, карьер гидравлик экскаваторларининг эксплуатацион самарадорлигини ошириш, уларнинг гидравлик тизимлари ишлашини такомиллаштириш асосида амалга оширилиши мумкин.

Шундай қилиб, карьер экскаваторларининг гидравлик тизимини такомиллаштириш ва эксплуатацион самарадорлигини ошириш бўйича бажарилган аналитик тадқиқотлар натижасида диссертация ишининг қуйидаги асосий йўналишлари шакллантирилди: карьер гидравлик экскаваторларининг гидравлик тизими тўхталишларига олиб келувчи асосий омилларни тадқиқ қилиш, тўхталишларни бартараф этиш асосида гидравлик тизимнинг эксплуатацион самарадорлигини оширувчи техник ечимларни ишлаб чиқиш ва гидравлик ишчи суюқликни тозалаш учун янги филтърни ишлаб чиқиш.

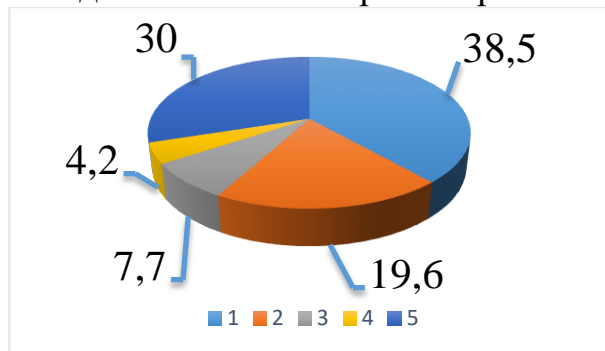
Диссертациянинг «**Карьер гидравлик экскаваторларининг гидравлик тизими тўхталишларига олиб келувчи асосий омиллар тадқиқоти**» деб номланган иккинчи бобида гидравлик экскаваторларнинг тўхталиш сабаблари таҳлил қилинган, карьер гидравлик экскаваторлари гидравлик тизимининг заиф қисмлари, гидравлик ишчи суюқлик кўрсаткичларининг гидравлик тизими эксплуатация самарадорлигига таъсири тадқиқ қиланган ҳамда гидравлик ишчи суюқликнинг ифлосланганлик даражасининг гидравлик тизими қисмларининг иш ресурсига таъсири моделлаштирилган.

Гидравлик экскаваторлари тўхталишларининг катта қисми унинг гидравлик тизими носозликлари натижасида юзага келади. Бу эса унинг иш кўрсаткичларининг камайишига ҳамда эксплуатация харажатларини ошиб кетишига олиб келади.

Мамлакатимизнинг фойдали қазилма конларида қўлланиладиган гидравлик экскаваторлар ишининг таҳлили шуни кўрсатадики, тўхталишларнинг 2% аккумуляторнинг носозлиги, 27% ички ёнув двигателининг носозлиги, 11% насоснинг носозлиги, 2% автоматик мойлаш тизими носозлиги, 38% гидравлик тизим бутловчи деталларининг йўқлиги натижасида тўхталиш, 3% гидравлик қисмлари носозликлари, 2% чўмичнинг носозлиги, 10% юқори босим рукавлари носозлиги, 5% гидротизим гидроюритмасининг носозлигига тўғри келади.

Гидравлик тизим томонидан умумий юзага келадиган тўхталишлар ўртача 70 % га тўғри келади. Гидравлик тизимнинг ишдан чиқиш турлари тўхталиш ҳиссасига нисбатан кўрадиган бўлсак, шулардан 38,5% ни гидроцилиндрдан, юқори босимли рукавдан, айланиш гидродвигателидан ва зичлагичларнинг емирилиши натижасида ишчи суюқликнинг сирқиб кетиши сабабли юзага келадиган тўхталишлар эгаллайди. Қувурларнинг ёрилиши ва рукавларнинг ишқаланиши натижасида емирилиши сабабли тўхталишлар 19,6% ни ташкил этади, гидроцилиндрнинг ишдан чиқиши 4,2 % ва юқори босимли рукавларнинг ёрилиши ва фитинг қисмидан ажралиши натижасидаги тўхталишлар 7,7 % ни ташкил этади.

1-расмда карьер гидравлик экскаваторларининг гидравлик тизимида юзага келадиган носозликлар келтирилган.



- 1 – ишчи суюқликни сирғиб кетиши;
- 2 – қувурларни ёрилиши ва рукаваларнинг ишқаланишида емирилиши ва эгилиши;
- 3 – юқори босим рукаваларни ёрилиши ва фитинг қисмининг узилиши;
- 4 – гидроцилиндрнинг ишдан чиқиши;
- 5 – бошқа носозликлар

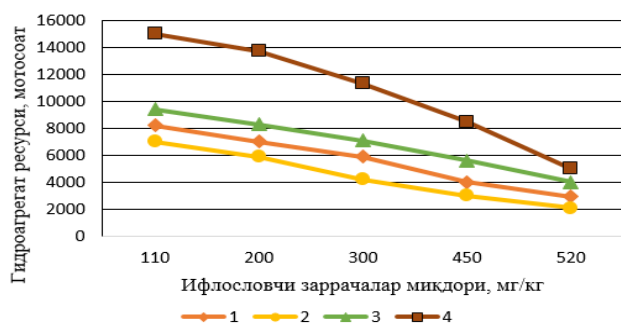
1-расм. Карьер гидравлик экскаваторларининг гидравлик тизимида юзага келадиган носозликлар

Юқорида келтирилган маълумотларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, мураккаб кон-геологик шароитли фойдали қазилма конларида қўлланиладиган гидравлик экскаваторларнинг эксплуатацион кўрсаткичларига унинг гидравлик тизимининг иши сезиларли даражада таъсир кўрсатади.

Карьер гидравлик экскаваторлари гидравлик тизимлари элементларининг узок ва ишончли хизмат қилишига ишчи суюқликни ифлословчи унсурларни аниқлаш учун карьер экскаваторлари гидравлик тизимлари ҳолати ўрганилди ва ушбу тизимларда ишлатиладиган ишчи суюқлик таҳлили амалга оширилди.

Таҳлил натижалари асосида ифлосланганлик даражасига мос равишда гидравлик тизимлар узок муддат хизмат қилишининг графиги ўрнатилди.

2-расмда ишчи суюқликда ифлословчи унсурларнинг мавжудлигига боғлиқ ҳолда насос ва гидротаксимловчининг хизмат қилиш муддати боғлиқлиги келтирилган.

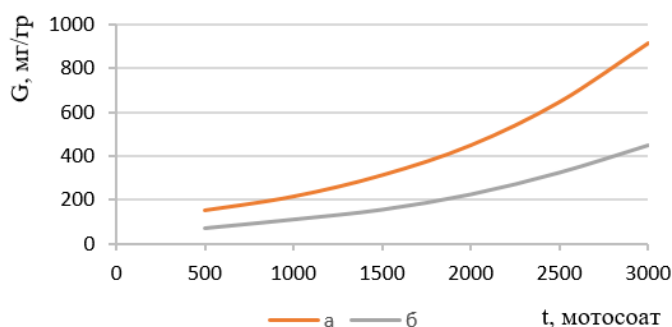


1 – аксиал-поршенли насос;
 2 – гидротаксимловчи;
 3 – гидроцилиндр; 4 – гидромотор
2-расм. Гидроагрегатлар хизмат қилиш муддатининг ишчи суюқликнинг ифлосланган даражасига боғлиқлиги графиги

2-расмдан кўришиб турибдики, гидравлик суюқликда ифлословчи унсурлар кам бўлганда агрегатлар ишлаш заҳираси оптимал қийматларни қайд этади, ифлословчи унсурлар ошиб кетганда хизмат муддати сезиларли камаяди.

Ушбу диссертация ишининг асосий мақсадларидан бири ишлатиладиган гидравлик суюқликларни чанглар ва ифлословчи унсурлардан самарали тозалашдир. Бунинг учун НКМК «Аристантау» керъерида RH-40E экскаваторида фойдаланилган турли ишлаш муддатларига эга бўлган бир неча турдаги гидравлик ишчи суюқликлар тадқиқот қилинди ва тадқиқот натижалари гидравлик суюқлик ифлосланиш даражасининг ундан фойдаланиш муддатларига боғлиқликларини аниқлаш имконини берди.

3-расмда гидравлик суюқлик ифлосланганлигининг (G) ундан фойдаланиш муддати (t) га боғлиқлиги графиги келтирилган.



а – ҳақиқий ифлосланиш даражаси;
 б – эксплуатация давомида йўл қўйилиши мумкин бўлган максимал назарий ифлосланиш даражаси
3-расм. Гидравлик суюқлик ифлосланганлигининг (G) ундан фойдаланиш муддати (t) га боғлиқлиги графиги

3-расмда келтирилган графикдан кўришиб турибдики, ишлаш муддати ортиши билан ишчи гидравлик суюқликнинг ифлосланиши ҳам ортиб боради.

Тажриба ишлари натижалари асосида амалга оширилган регрессион таҳлил натижалари ёрдамида гидравлик ишчи суюқлик ифлосланишининг ундан фойдаланиш вақтига боғлиқлиги аниқланди, бу эса ифлосланиш даражасини башорат қилиш ва ишчи суюқликни алмаштиришнинг оптимал муддатларини аниқлаш имконини беради. Регрессив боғлиқлик қуйидагич кўринишга эга:

$$G = 0,3 \cdot t - 72, \quad (1)$$

бу ерда G – ифлосланганлик миқдори, мг/кг; t – ишлатиш вақти, мотосоат.

Слесарев В.П. томонидан карьер гидравлик экскаваторларининг гидравлик тизими агрегатларининг ресурсига ишчи суюқликнинг ифлословчи заррачаларини таъсирини аниқлаш учун қуйидаги боғлиқлик тақлиф этилган:

$$R_c = R_{c(ecs)} \cdot \left[\left(\frac{P_{c(ecs)}}{P_c} \right)^a \cdot \left(\frac{v_{c(ecs)}}{v_c} \right) \right] \cdot \left[\left(\frac{d_{c\Sigma(ecs)}^{2.77}}{d_c^{2.77}} \right) \cdot \left(\frac{C_{ecs}}{C_c} \right) \right], \quad (2)$$

бу ерда $R_{c(ecs)}$ – назарий ишлаш ресурс, мотосоат; $P_{c(ecs)}$ – назарий бўйича берилган босим, Па; P_c – гидравлик тизимдаги берилган босим, Па; a – босимлар фарқи коэффициенти $a=1$; $v_{c(ecs)}$ – назарий бўйича берилган ишчи суюқлик тезлиги, м/с; v_c – гидравлик тизимдаги ишчи суюқлик тезлиги, м/с; $d_{c\Sigma(ecs)}^{2.77}$ – назарий бўйича ишчи суюқликдаги заррачаларнинг ўлчами, мм; $d_c^{2.77}$ – гидравлик тизимдаги ишчи суюқликдаги заррачаларнинг ўлчами, мм; C_{ecs} – назарий бўйича ифлосланган заррачаларнинг концентрацияси, кг/кг; C_c – гидравлик тизимдаги ифлосланган заррачаларнинг концентрацияси, кг/кг.

Бироқ юқорида таклиф этилган ифода таркибида келтирилган C_c – гидравлик тизимдаги ифлосланган заррачаларнинг концентрацияси миқдорини гидравлик тизим эксплуатацияси давомида аниқлаш мушкул ҳисобланади ва ҳисоб ишларида ушбу кўрсаткич белгиланган оралик ўртасидаги катталиги танланади, бу эса, ўз навбатида, ҳисоб ишларининг аниқлигини камайтиради.

Гидравлик тизим агрегатларининг ресурсига ишчи суюқликнинг ифлословчи заррачалари таъсирини юқори аниқлик билан ҳисоблаш (C_c) катталигига аниқлаштириш орқали эришиш мумкин, бунда (C_c) катталиги қуйидаги ёйилмага эга бўлади:

$$C_i = \delta \cdot n_{ч(i)} = 3\pi \cdot 10^{-6} \left(\rho_{ч} / \rho_{м} \right) \cdot d_i^3 \cdot n_{ч(i)}, \quad (3)$$

бу ерда $\rho_{ч}$ – заррачаларнинг зичлиги, кг/м³; $\rho_{м}$ – ишчи суюқликнинг зичлиги, кг/м³; $n_{ч}$ – гидравлик тизимдаги ифлосланган заррачаларнинг сони.

Юқорида келтирилган (3) ифодадан келиб чиқиб, 2-ифода қуйидаги кўринишга келади:

$$R_{c(ecs)} \cdot \left[\left(\frac{P_{c(ecs)}}{P_c} \right)^a \cdot \left(\frac{v_{c(ecs)}}{v_c} \right) \right] \cdot \frac{d_{c\Sigma(ecs)}^{2.77}}{d_c^{2.77}} \cdot \frac{3\pi \cdot 10^{-6} (\rho_{ч} / \rho_{м}) \cdot d_{c\Sigma(ecs)}^3 \cdot n_{ч(ecs)}}{3\pi \cdot 10^{-6} (\rho_{ч} / \rho_{м}) \cdot d_c^3 \cdot n_{ч}}, \quad (4)$$

бу ерда $d_{c\Sigma(ecs)}^i$ ва d_c^i – заррачаларнинг ўлчами, мм; $n_{ч(ecs)}$ – эталон бўйича ифлосланган заррачаларнинг сони.

Юқорида берилган (4) ифодадан, ифлосланган заррачалар сони тозалик синфидаги даражасига тегишлилигини ва ифлосланганлик миқдорини қуйидагича пропорционаллаймиз:

$$n_{ч(ecs)} \rightarrow (0,3 \cdot t - 72) \cdot 100\%, \quad (5)$$

$$\frac{n_{ч(ecs)}}{n_{ч}} = \frac{n_{ч} \rightarrow m_3}{(0,3 \cdot t - 72) \cdot 100\%}. \quad (6)$$

Бунда (2) ифодани (6) ифода билан боғланган ҳолати (G) катталигига боғлиқлиги орқали гидравлик қисмларнинг иш ресурслари камайиш даражасини аниқлаш қуйидаги ифодалар орқали амалга оширилиши мумкин:

$$I_{\text{рес}} = N_{\text{рес}} \cdot K_p \cdot K_v \cdot \frac{m_3}{(0,3 \cdot t - 72) \cdot 100\%}, \quad (7)$$

$$I_{\text{сер.рес}} = C_{\text{сер.рес}} \cdot K_p \cdot K_v \cdot \frac{m_3}{(0,3 \cdot t - 72) \cdot 100\%}, \quad (8)$$

бу ерда $H_{\text{рес}}$ – гидравлик қисмларнинг назарий иш ресурси, мотосоат;
 $I_{\text{сер.рес}}$ – ишчи суюқликнинг ифлосланиши натижасида гидравлик қисмларнинг иш ресурси камайиши, мотосоат; $C_{\text{сер.рес}}$ – гидравлик қисимларни корхоналарга бериладиган ишчи ресурси, мотосоат; k_p – босим коэффиценти – $0,95 \div 0,98$;
 k_v – тезлик коэффиценти – $0,91 \div 0,95$; m_3 – ГОСТ-17216-2001 тозалик синфидаги ифлосланиш миқдори, %.

Юқорида келтирилган (7) ва (8) ифодалар асосида Delphi дастурлаш тилида карьер экскаваторлари гидравлика тизими қисмларининг эксплуатация ресурсининг гидравлик ишчи суюқликнинг ифлосланганлик даражаси асосида аниқлаш имконини берувчи дастурий таъминот яратилди.

Диссертациянинг «Тўхталишларни бартараф этиш асосида гидравлик тизимнинг эксплуатацион самарадорлигини оширувчи техник ечимларни ишлаб чиқиш» деб номланган учинчи бобида гидравлик тизимнинг янги зичлагичлари ишлаб чиқилган ва ушбу зичлагичларнинг тажриба-синов натижалари келтирилган, карьер экскаваторларининг гидравлика тизимидаги зичлагичлар емирилиш интенсивлигининг математик модели ишлаб чиқилган, гидравлик тизим фитингининг янги конструкцияси ишлаб чиқилган ва ушбу фитингнинг янги конструкциясининг тажриба-синов натижалари келтирилган.

Карьер гидравлик экскаваторларининг гидравлик тизимида ишчи суюқликнинг сизиб чиқишини бартараф этиш, тизимга чанг кўринишидаги ифлословчи заррачалар тушишининг олдини олиш мақсадида юқори босим, кескин ўзгарувчан ҳарорат ва емирилишга чидамли бўлган маҳаллий хом ашёдан сальникли зичлагичлар ишлаб чиқилди.

Ишлаб чиқилган сальникли зичлагич қуйидаги таркибда тайёрланган СКМС-30(каучук), олтингугурт,ДФГ, стеарин кислота, каптокс, ZnO, тўлдирувчилар.

Сальникли зичлагичлар Навоий кон-металлургия комбинатининг «Навоий машинасозлик заводи»да тайёрланди.

Ишлаб чиқилган сальникли зичлагич қуйидаги техник кўрсаткичларга эга: 60 °С ҳароратда 350 бар босимгача чидамли, суюқликнинг оқиш тезлиги 0,5 м/с, қўлланилиш ҳароратлари –35°С дан +100°С гача, минерал ёғлар ва гидравлик суюқликлар муҳитига мослашган.

Ишлаб чиқилган сальникли зичлагич иш кўрсаткичларининг самарадорлигини аниқлаш мақсадида тажриба-синовлари ўтказилди. Тажриба-синов ишлари натижалари асосида тадқиқ қилинган сальникли зичлагичларнинг қаттиқлиги юқори ва паст ҳароратларга боғлиқлиги аниқланган.

Гидравлик экскаваторнинг сальник зичликларини емирилишига таъсир этувчи факторларга: материалга таъсир этувчи суюқлик оғирлик кучи, материал қаршилиги, суюқлик ҳажми, суюқликдаги заррачаларнинг ҳажми, суюқлик температураси, материал юзасига таъсир этувчи температуралар киради.

Интенсив гидроабразив емирилиш материал ва деталларнинг қуйидаги ифодаланишига боғлиқ:

$$I = \varphi(v, \rho, d, \alpha, H_a, H_m, t, \sigma_a, \sigma_m, O, T, t, A), \quad (9)$$

бу ерда I – интенсив гидроабразив емирилиш, мм; v – абразив оқимнинг чизиқли тезлиги, м/с; ρ – абразив заррачанинг зичлиги, кг/м³; d – абразив заррачаларнинг ўлчамининг диаметри, мм; α – абразив заррачаларнинг зичлагичларга урилиш бурчаги, град; H_a – абразив заррачанинг қатқлиги, кг·н; H_m – намуна материалнинг қатқлиги, кг·н; m – заррачанинг массаси, кг; σ_a – заррачанинг мустаҳкамлиги, кг·н/м²; σ_m – намуна материалнинг мустаҳкамлиги, кг·н/м²; O – абразив заррачаларнинг окатанлиги; T – материал юзасидаги ҳарорати, °С; t – суюқликнинг ўтиш вақти, с; A – агрессив муҳит.

Бунда интенсивлик емирилиш чизиқли емирилиш абразивига пропорционал бўлади:

$$I \sim \frac{dU_V}{dS}, \quad (10)$$

бу ерда dU_V – чизиқли емирилиш абразиви, м; dS – сальник юзасига таъсир этувчи ишқаланиш масофа, м.

Юқоридагига асосан чизиқли емирилиш ифодасига тўхталамиз:

$$\frac{dU_V}{dS} = K_V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3. \quad (11)$$

Қуйидаги ифода зичлагичнинг турли компонентларидан тайёрланганлиги натижасида ишчи суюқлик боғлиқлик орқали асосланади:

$$K_1 = \left(\frac{\delta}{HB}\right)^m = \left(\frac{m_s \cdot g}{HB}\right)^m = \left(\frac{p_s \cdot \pi \cdot l \cdot g \cdot D^2}{4 \cdot HB}\right)^m, \quad (12)$$

бу ерда δ – материалга таъсир қилувчи суюқлик оғирлик кучи, Н; HB – сальник материали қатқлиги, г·Н; m_s – суюқлик массаси, кг; p_s – суюқлик зичлиги, кг/м³; D – труба диаметри, м; L – резина эни, м; g – эркин тушиш тезланиши, м/с²; m – мосс шкаласи бўйича қатқлик даражаси.

Қуйидаги ифода суюқлик таркибидаги ифлосланган заррачаларнинг зичлагичларга таъсир этиш боғлиқлиги:

$$K_2 = \left(\frac{V_B + V_N}{V_N}\right)^k = \left(\frac{\frac{m_s + m_s \cdot 100\%}{p_s} + \frac{m_3 \cdot 100\%}{p_z \cdot m_3}}{\frac{m_s \cdot 100\%}{p_z \cdot m_3}}\right)^k, \quad (13)$$

бу ерда K_V – пропорционаллик коэффициенти 1-1,2; V_B – суюқлик ҳажми, м³; V_N – суюқликдаги кварц ҳажми, м³; k – суюқлик оқим йўналиши $k=1$; p_s – суюқлик зичлиги, (кг/м³); p_z – ифлосланган заррачалар зичлиги, кг/м³; m_3 – тозалик синфидаги ифлосланиш миқдори, %.

Қуйидаги ифода суюқлик ҳарорати ва зичлагич орасидаги боғлиқликни акс эттиради:

$$K_3 = \left(\frac{T_S}{T_M}\right)^n, \quad (14)$$

бу ерда T_S – суюқлик температураси, °С; T_M – материал температураси, °С; n – суюқлик оқим йўналиши $n=1$.

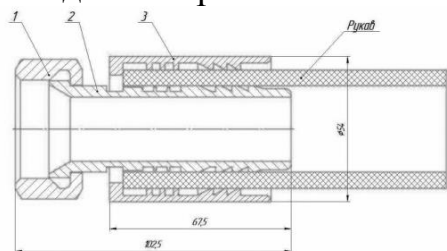
Юқоридаги (12), (13) ва (14) ифодаларни бирлаштириш натижасида зичлагичнинг интенсив емирилишини аниқлаш мумкин:

$$\frac{dU_V}{dS} = K_V \cdot \left(\frac{p \cdot \pi \cdot l \cdot g \cdot D^2}{4 \cdot HB}\right)^m \cdot \left(\frac{\frac{m_s + m_s \cdot 100\%}{p_s} + \frac{m_3 \cdot 100\%}{p_z \cdot m_3}}{\frac{m_s \cdot 100\%}{p_z \cdot m_3}}\right)^k \cdot \left(\frac{T_S}{T_M}\right)^n. \quad (15)$$

Юқорида келтирилган (15) ифода асосида Delphi дастурлаш тилида карьер экскаваторлари гидравлика тизимидаги зичлагичларнинг емирилиш интенсивлигини башоратлаш имконини берувчи дастурий таъминот яратилди.

Юқори босим рукавларининг узилиши сабабли, юзага келадиган авария ҳолатларини бартараф этиш мақсадида, юқори босимга чидамли уланиш қисмига эга бўлган гидравлик тизим фитингининг янги конструкцияси ишлаб чиқилди.

Ишлаб чиқилган гидравлик тизим фитингининг янги конструкцияси 4-расмда келтирилган.



1 – флянецли уланиш қисми;
2 – ниппель; 3 – муфта

4-расм. Гидравлик тизим фитингининг янги конструкцияси

Ишлаб чиқилган гидравлик тизим фитингининг янги конструкцияси Навоий кон-металлургия комбинатининг «Аристантау» карьеридида қўлланилаётган RH-40E маркали гидравлик экскаваторда синовдан ўтказилди.

Карьер экскаваторларининг гидравлик тизимида гидронасосдан чиқувчи ишчи суюқликнинг номинал босими 350 барни ташкил этади, гидротаксимлагичдан ҳаракатланувчи узелларга рукавлар орқали тарқалаётган гидравлик ишчи суюқликнинг босими ўртача 300 бар. Таклиф этилаётган юқори босимли шланг фитингини янги конструкцияси, 450 бар босим ҳосил қилинганда ҳам ишчанлигини йўқотмайди. Ҳозирда қўлланилаётган фитинглар ишчи суюқликнинг босими 200 бардан ошиши натижасида узилиш ёки синиш кўринишидаги носозликларни юзага келтирмоқда.

Диссертациянинг «**Гидравлик ишчи суюқликни тозалаш учун янги ғовакли фильтрни ишлаб чиқиш**» деб номланган тўртинчи бобида гидравлик суюқликларни тозалашнинг аҳамияти келтирилган, гидравлик суюқликларни тозалаш учун ғовакли фильтр ишлаб чиқилган, шунингдек, ишлаб чиқилган ғовакли фильтрнинг тажриба-синов натижалари келтирилган ва таклиф этилаётган ечимларни қўллашнинг иқтисодий самарадорлиги ҳисобланган.

Кон ускуналари гидравлик тизими ишчи суюқлигининг тозаланиши ва иш кўрсаткичларини самарали таъминлаш мақсадида, махсус таркибли ғовакли фильтр ишлаб чиқилди.

Ишлаб чиқилган ғовакли фильтр қуйидаги бикарбонат аммоний (NH_5CO_3), полиорганосилоксан (r_2SiO), акрилли эмульсия, сополимерлар ва винилхлориддан ташкил топган.



5-расмда, юқорида келтирилган таркиб асосида лаборатория шароитида олинган ғовакли фильтрнинг кўриниши келтирилган.

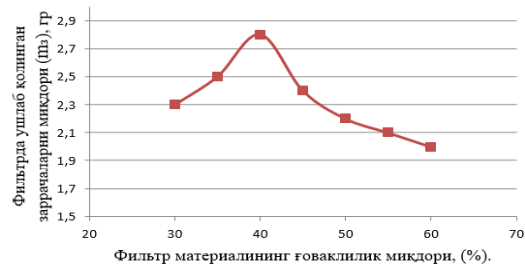
Ишлаб чиқилган ғовакли фильтр, гидравлик экскаваторнинг гидравлик тизимидаги ишчи суюқликларни филтрлаш учун қўлланиладиган филтрлар ўрнига ўрнатилади.

Ишлаб чиқилган ғовакли фильтрни тажриба синовлардан ўтказишдан қўйилган асосий мақсад, ушбу фильтрларни гидравлик ишчи суюқликларни тозалашда самарали қўллаш мумкинлигини аниқлаш ва фильтрнинг параметрларини аниқлаш ҳисобланади.

Тажриба-синов ишлари натижалари асосида филтрдан ишчи суюқликнинг ўтиш тезлигининг ва филтлда ушлаб қолинган заррачалар миқдорининг филтър материали ғоваклилик миқдorigа боғлиқлиги ўрнатилди, ушбу боғлиқликлар 6- ва 7-расмларда келтирилган.



6-расм. Филтрдан ишчи суюқлик ўтиш вақтининг филтър материалнинг ғоваклилик миқдorigа боғлиқлиги

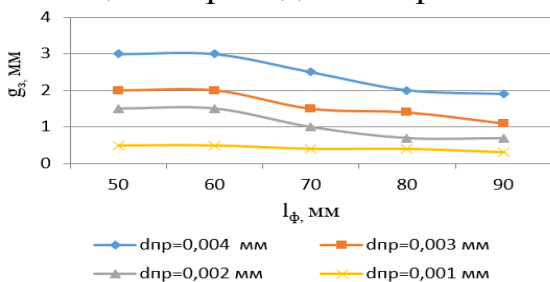


7-расм. Филтлда ушлаб қолинган заррачалар миқдорининг филтър материали ғоваклилик миқдorigа боғлиқлиги

6- ва 7-расмларда келтирилган боғлиқликлар шуни кўрсатадики, ғовакли филтлда ишчи суюқликнинг ўтиш тезлиги филтърнинг ғоваклилик миқдorigа 45% дан 60% гача оралиқда бўлганда, ўртача 50-55 секундни ташкил этди, ғоваклилик миқдorigа 45% дан, ҳар 5% га камайганда эса ишчи суюқликнинг ўтиш тезлиги 10-12% камайди. Бундан ташқари, ғоваклилик миқдorigа 40% бўлганда филтлда ушлаб қолинган заррачалар миқдorigа 2,8 граммни, ғоваклилик миқдorigа 50% ва 60% бўлганда, 2,2 ва 2,0 граммни ташкил этди.

Тажриба-синов ишларининг кейинги босқичларида ишлаб чиқилган ғовакли филтърнинг қалинлиги 50, 60, 70, 80, 90 мм ва ғовакларининг катталиги 4, 3, 2 ва 1 мкм бўлган ғовакли филтърлар худди шу тарзда синовдан ўтказилди.

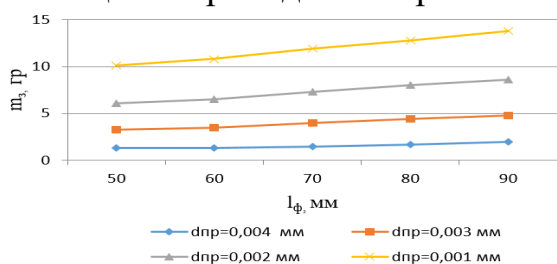
Тажриба-синов ишларининг натижалари асосида ғовакли филтлда ушлаб қолинган ифлословчи заррачалар катталигининг (g_3) филтърнинг қалинлигига (l_ϕ) ва ғовакларининг катталигига (d_{np}) боғлиқлиги ўрнатилди, ушбу график боғлиқлик 8-расмда келтирилган.



8-расм. Ғовакли филтлда ушлаб қолинган ифлословчи заррачалар катталигининг (g_3) филтърнинг қалинлигига (l_ϕ) ва ғовакларининг катталигига (d_{np}) боғлиқлиги

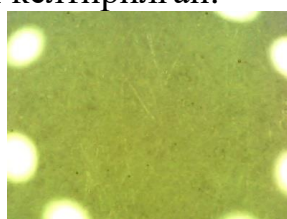
Шунингдек, тажриба-синов ишлари давомида ғовакли филтлда ушлаб қолинган ифлословчи заррачалар миқдорининг (m_3) филтърнинг қалинлигига

(I_{ϕ}) ва ғовакларининг катталигига (d_{np}) боғлиқлиги ўрнатилди, ушбу график боғлиқлик 9-расмда келтирилган.

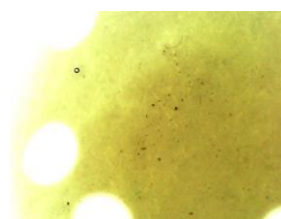


9-расм. Ғовакли филтлда ушлаб қолинган ифлословчи заррачалар миқдорининг (m_3) филтрнинг қалинлигига (I_{ϕ}) ва ғовакларининг катталигига (d_{np}) боғлиқлиги

Ишлаб чиқилган ғовакли филтрдан ва RH-40E маркали экскаваторда қўлланиладиган гидравлик филтрдан ўтказилган гидравлик ишчи суюқликлар намуналарини DMX-4 русумли рақамли микроскоп ёрдамида ўрганилганда, ишлаб чиқилган ғовакли филтр ёрдамида тозаланган ишчи суюқлик таркибидаги ифлословчи заррачаларнинг, энг каттасининг, ҳажми 0,7 мкм ни, RH-40E маркали экскаваторда қўлланиладиган гидравлик филтрдан ўтказилган гидравлик ишчи суюқлик таркибидаги ифлословчи заррачаларнинг, энг каттасини, ҳажми эса 15 мкм ни ташкил этди, 10-расмда гидравлик ишчи суюқликларнинг DMX-4 русумли рақамли микроскоп ёрдамида олинган суратлари келтирилган.



а



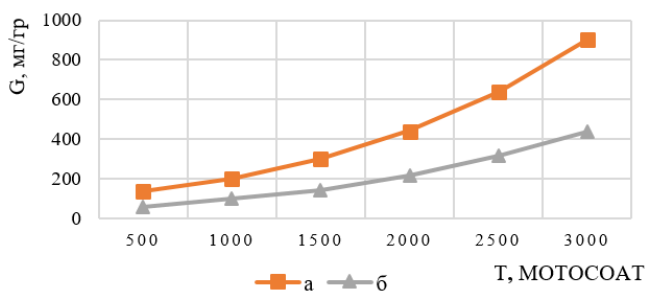
б

а – ишлаб чиқилган ғовакли филтр ёрдамида тозаланган ишчи суюқлик;
 б – RH-40E маркали экскаваторда қўлланиладиган гидравлик филтрдан ўтказилган гидравлик ишчи суюқлик

10-расм. Гидравлик ишчи суюқликларнинг DMX-4 русумли рақамли микроскоп ёрдамида олинган сурати

Ишлаб чиқилган ғовакли филтрнинг самарадорлигини тадқиқ қилиш учун, уни экскаваторнинг базавий филтри билан қиёсий солиштириб кўрилди, қиёслаш ишлари «Аристантау» карьерининг RH-40E маркали экскаваторида ўтказилди. Ҳар иккала филтр 3000 мотосоат давомида синовдан ўтказилди, ҳар 500 мотосоат эксплуатация давомида гидравлик филтлда ушлаб қолинган ифлословчи заррачалар миқдори аниқланиб борилди.

11-расмда ишлаб чиқилган ғовакли филтлда ва RH-40E маркали экскаваторда қўлланиладиган гидравлик филтлда ушлаб қолинган ифлословчи заррачалар миқдорининг кўрсаткичлари графиги келтирилган.



а – ишлаб чиқилган ғовакли фильтр;
 б – базавий фильтр
11-расм. Ишлаб чиқилган ғовакли фильтрда ва базавий фильтрда ушлаб қолинган ифлословчи заррачалар миқдори кўрсаткичларининг графиги

11-расмда келтирилган графикдан кўриниб турибдики, ишлаб чиқилган ғовакли фильтр гидравлик ишчи суюқликдаги ифлословчи заррачаларни базавий фильтрга нисбатан 60% гача кўп ушлаб қолиш имкониятини беради.

Ишлаб чиқилган ғовакли фильтрни карьер экскаваторларининг гидравлик тизимида қўллаш гидравлик ишчи суюқликдаги 0,3-0,5 мкм ўлчамгача бўлган ифлословчи заррачаларни тутиб қолиш имконини беради.

Ишлаб чиқилган ишланмаларни жорий этиш натижасида карьер гидравлик экскаваторларининг эксплуатация самарадорлиги 40% гача ошди, натижада йиллик иқтисодий самарадорлик бир дона гидравлик экскаваторнинг эксплуатацияси учун 17 миллион сўмни ташкил этди.

ХУЛОСА

«Гидравлик тизимларнинг ишлашини такомиллаштириш асосида карьер гидравлик экскаваторларининг эксплуатацион самарадорлигини ошириш» мавзусидаги техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотларга асосланган ҳолда, назарий ва амалий аҳамиятга эга бўлган қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Гидравлик ишчи суюқликларининг ифлосланганлик даражасини гидравлик тизими қисмларининг иш ресурсига таъсирини аниқлаш имконини берувчи математик моделини ишлаб чиқиш, гидравлик тизимининг янги зичлагичлари ва фитингининг янги конструкциясини ишлаб чиқиш, гидравлик суюқликларни тозалаш учун ғовакли фильтрни ишлаб чиқиш ҳисобига карьер гидравлик экскаваторларининг эксплуатацион самарадорлигини оширишга эришилади.

2. Карьер гидравлик экскаваторларининг самарадорлигини ошириш уларнинг гидравлик тизимини такомиллаштириш ва ишончилигини ошириш асосида амалга оширилади. Бу эса, карьер гидравлик экскаваторлари гидравлик тизимининг тўхталишларига олиб келувчи асосий омилларни тадқиқ қилиш, тўхталишларни бартараф этиш асосида гидравлик тизимнинг эксплуатацион самарадорлигини оширувчи техник ечимларни ишлаб чиқиш ва гидравлик ишчи суюқликни тозалаш учун янги фильтрни ишлаб чиқишни талаб этади.

3. Гидравлик ишчи суюқликнинг ифлосланганлик даражасини гидравлик тизими қисмларининг иш ресурсига таъсирининг математик модели ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган математик модель асосида, Delphi дастурлаш тилида карьер экскаваторлари гидравлик тизими қисмларининг эксплуатацион

ресурсининг гидравлик ишчи суюқлигининг ифлосланганлик даражаси асосида аниқлаш имконини берувчи дастурий таъминот яратилади.

4. Карьер гидравлик экскаваторлари гидравлик тизимида ишчи суюқликнинг сизиб чиқишини бартараф этиш мақсадида, 60 °С ҳароратда 350 бар босимгача чидамли, −35°С дан +100°С гача ҳароратда ишлаш қобилиятига эга бўлган маҳаллий хом ашёдан сальникли зичлагичлар ишлаб чиқилди. Сальникли зичлагичларнинг таркибига 1,21% миқдорида анкерит ($\text{Cf}(\text{Vg,Fe})[\text{CO}_3]_2$), 0,39% миқдорида сульфат цинк (ZnS) ва 0,22 % миқдорида сульфат калий (K_2SO_4) элементларини қўшиш, сальникли зичлагичнинг юқори ва кескин паст ҳарорат таъсири остида мўртлашишини бартараф этиш имконини беради.

5. Delphi дастурлаш тилида карьер экскаваторлари гидравлик тизимидаги зичлагичларнинг емирилиш интенсивлигини башоратлаш имконини берувчи дастурий таъминот яратилади.

6. Ишлаб чиқилган гидравлик тизим фитингининг янги конструкцияси, унинг ниппель қисмининг янгича шакли билан фарқланади. Ишлаб чиқилган фитинг ниппель қисмининг янги шакли унинг рукавага маҳкам уланишини ҳамда босим ва ҳароратлар таъсирида рукавларнинг узилиб чиқиб кетмаслигини таъминлайди. Навоий кон-металлургия комбинатининг «Аристантау» карьерида қўлланилаётган RH-40E маркали гидравлик экскаваторида юқори босимли шланг фитингининг янги конструкциясини қўллаш юқори босимли рукавлар билан боғлиқ авария ҳолатларини 55-65% га камайтириш имконини берди, бундан ташқари, ишчи суюқликларнинг оқиб кетиши 70-75% га камайтиради.

7. Кон ускуналари гидравлик тизими ишчи суюқлигининг тозаллигини ҳамда иш кўрсаткичларини самарали таъминлаш мақсадида, махсус таркибли ғовакли фильтр ишлаб чиқилди ва тажриба синовларидан ўтказилди. Тажриба-синовлари натижасида ғовакли фильтрнинг гидравлик тизим учун оптимал кўрсаткичларини танлаш имконини берувчи, фильтрда ушлаб қолинган заррачалар миқдори ва ишчи суюқликнинг филтрдан ўтиш тезлигининг филтронинг ғоваклилик миқдorigа боғлиқлиги ўрнатилади.

8. Ишлаб чиқилган ғовакли фильтр карьер экскаваторларининг гидравлик тизимида қўлланилганда, бошқа турдаги гидравлик филтрларга нисбатан 18-20 мартагача кичик бўлган ифлословчи заррачаларни ушлаб қолиш қобилиятини беради. Бу эса, ўз навбатида, ишчи суюқликдаги 0,3-0,5 мкм ўлчамгача бўлган ифлословчи заррачаларни тутиб қолиш натижасида гидравлик тизимнинг эксплуатацион самарадорлигини 40% гача оширади.

9. Гидравлик экскаваторлар гидравлика тизимининг янги сальникли зичлагичлари, юқори босимли шланг фитингининг янги конструкцияси ва ишлаб чиқилган ғовакли фильтр Навоий кон-металлургия комбинати Давлат корхонаси «Аристантау» карьерининг RH-40E русумли гидравлик экскаваторида жорий этилди. Натижада RH-40E русумли гидравлик экскаваторнинг эксплуатацион самарадорлиги 40% га оширишга эришилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.17/04.06.2021.Т.06.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАВОЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ГОРНОМ ИНСТИТУТЕ**

НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

ЖУРАЕВ АКБАР ШАВКАТОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
КАРЬЕРНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ НА ОСНОВЕ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

04.00.16 – Горные машины

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

Навои – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2021.1.PhD/T2072.

Диссертация выполнена в Навоийском государственном горном институте.

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

Научный руководитель: **Абдуазизов Набижон Азаматович**
доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Эгамбердиев Илхом Пулатович**
доктор технических наук, доцент

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

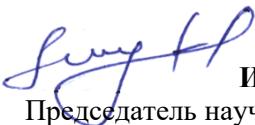
Ведущая организация: **филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»**
в г. Алмалык


Защита диссертации состоится 28 декабря 2021 года в 10⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.17/04.06.2021.T.06.02 (Адрес: 210100, г. Навои, ул. Махмуда Таробий, 72. Зал заседаний Навоийского государственного горного института. Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66; (e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com).


С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горного института (зарегистрирован за №82). Адрес: 210100, г. Навои, ул. Махмуда Таробий, 72. Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66.

Автореферат диссертации разослан 15 декабря 2021 г.
(реестр протокола рассылки №39 от 15 декабря 2021 г.).




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


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


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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии(PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире углубление карьеров полезных ископаемых, проведение горных работ в сложных горно-геологических условиях и предъявляемые требования к надёжности и эффективности эксплуатации горного оборудования приводит к усовершенствованию конструкции карьерных гидравлических экскаваторов и их гидравлических систем. Ускорение процессов добычи полезных ископаемых открытым способом требует применения современных карьерных экскаваторов и увеличения их мощности. Современные гидравлические экскаваторы считаются дорогостоящими высокотехнологичными устройствами, их обслуживание в процессе эксплуатации требует высокой технической культуры. Гидравлический экскаватор включает в себя сложную гидравлическую систему, степень неисправности гидравлической системы карьерных экскаваторов достигает сегодня высоких показателей и становится одной из актуальных проблем. Вопросы, связанные со снижением себестоимости эксплуатации гидравлической системы карьерных экскаваторов, повышением их надёжности, не нашли своего решения, и их решение сейчас приобретает важное значение.

На сегодняшний день во всем мире применения карьерных гидравлических экскаваторов показывает, исходя из особенностей работы существующей гидравлической системы экскаваторов, что она имеет ряд существенных недостатков. По мере повышения уровня загрязнения гидравлических рабочих жидкостей уменьшается их рабочий ресурс, происходит интенсивный абразивный износ компонентов гидравлической системы. В связи с этим, важной задачей является повышение эксплуатационной эффективности работы карьерных гидравлических экскаваторов на основе совершенствования работы гидравлических систем в результате внедрения новых, имеющих высокие производственные показатели, технических и технологических решений.

В Республике выполняется ряд научно-практических работ по внедрению инновационных технологий ускорения добычи полезных ископаемых, исследования способов повышения надёжности при эксплуатации карьерных гидравлических экскаваторов и эффективных экономических способов, экономии ресурсов гидравлических систем карьерных гидравлических экскаваторов. В Указе Президента Республики Узбекистан¹ определены важные задачи по «дальнейшей модернизации и диверсификации промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, направленных на опережающее развитие высокотехнологичных отраслей, освоению принципиально новых видов технологий, сокращению энергоёмкости и ресурсоёмкости, широкому внедрению в производство энергосберегающих технологий...». В связи с этим важное научное и практическое значение имеет повышение производительности работы карьерных гидравлических

¹ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

экскаваторов, повышение экономии ресурса гидравлических систем горного оборудования, а также снижение себестоимости погрузочно-разгрузочных работ.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», №УП-4707 от 4 марта 2015 г. «О программе мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства в 2015-2019 гг.» и Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-4124 от 17 января 2019 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

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

Степень изученности проблемы. Большой вклад в развитие теории и практики эффективного использования горных машин с гидравлическими системами 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., Абдуазизов Н.А., Джураев Р.У., Рокшевский В.А., Скрицкий В.Я., Солод Г.И., Финкельштейн З.Л., Akira Tsutsui, Dr. Etsujiro Imanishi, Felix Nga, Jacqueline Glass, Jennifer A. Hardinga, Lei Ge, Long Quan, Milos Vukovic, Roland Leifeld, Takao Nanjo и др., которыми были достигнуты высокие результаты по повышению надёжности и эффективности горных машин с гидравлической системой, снижению себестоимости эксплуатации на основании применения ресурсосберегающих технологий. Однако, до настоящего времени не в полной мере изучены вопросы совершенствования работы гидравлических систем, повышение эксплуатационной эффективности карьерных гидравлических экскаваторов, методы эффективной очистки гидравлических рабочих жидкостей в процессе эксплуатации и воздействие их степени чистоты на работу гидравлических систем горного оборудования.

В связи с этим возникает необходимость в исследовании гидравлической системы карьерных экскаваторов, повышения эксплуатационной надёжности и эффективности и необходимо продолжить дальнейшие исследования в этом направлении.

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 карьерных

гидравлических экскаваторов и усовершенствование защитных установок гидросистемы».

Целью исследования является повышение эксплуатационной эффективности карьерных экскаваторов на основе совершенствования работы их гидравлической системы.

Задачи исследования:

анализ основных направлений и состояния совершенствования и повышения эксплуатационной эффективности гидравлических систем карьерных экскаваторов;

исследование основных факторов, приводящих к простоя гидравлической системы карьерных гидравлических экскаваторов;

исследование влияния степени загрязненности гидравлической рабочей жидкости на эффективность работы гидравлической системы;

разработка математической модели влияния степен загрязненности гидравлической рабочей жидкости на рабочий ресурс элементов гидравлической системы;

разработка и экспериментальное исследование новых уплотнителей гидравлической системы карьерных экскаваторов;

разработка и экспериментальное исследование новой конструкции фитинга гидравлической системы;

разработка и экспериментальное исследование нового пористого фильтра для очистки рабочей гидравлической жидкости;

оценка технико-экономической эффективности применения разработанных решений.

Объектом исследования является гидравлическая система карьерного гидравлического экскаватора.

Предмет исследования – работоспособность и надёжность узлов гидравлической системы карьерного гидравлического экскаватора.

Методы исследований. В процессе исследования применялись теоретические и экспериментальные методы усовершенствования гидравлической системы карьерного экскаватора, экспериментальные исследования в лабораторных и промышленных условиях, обобщённые методы исследований математического моделирования процессов очистки гидравлической жидкости.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлена зависимость степени загрязнения рабочей жидкости гидравлической системы от продолжительности ее эксплуатации, и на основе этой зависимости построена математическая модель влияния степени загрязнения рабочей жидкости на рабочий ресурс деталей гидравлической системы;

установлена зависимость увеличения твердости сальникового уплотнителя гидравлической системы при высоких и резко пониженных температурах, причем добавление в состав сальниковых уплотнителей 1,21% анкерита ($\text{Cf (Vg, Fe) [CO}_3\text{]}_2$), 0,39% сульфат цинка (ZnS) и 22% элементов сульфата калия

(K₂SO₄) предотвращает хрупкость сальникового уплотнителя под воздействием высоких и резко низких температур;

разработана математическая модель интенсивности износа уплотнителей в гидравлической системе карьерных экскаваторов и на основе этой модели создано программное обеспечение, позволяющее прогнозировать интенсивность износа уплотнителей в гидравлической системе;

установлена зависимость размера и количества загрязняющих частиц, уловленных в фильтре, от толщины корпуса фильтра, ее пористости и величины размера пор.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны новые сальниковые уплотнители, предотвращающие утечку рабочих жидкостей в результате высокого давления в гидравлической системе гидравлических экскаваторов;

разработана новая конструкция фитинга шланга высокого давления, позволяющая снизить частоту аварий, возникающих в результате обрыва рукавов высокого давления в гидравлической системе карьерных экскаваторов;

разработан новый пористый фильтр, который позволяет улавливать загрязняющие частицы в рабочей жидкости гидравлического экскаватора размером до 0,3-0,5 мкм.

Достоверность результатов исследования доказана обширными лабораторными и производственными экспериментами, количественными показателями и удовлетворительной совместимостью основной идеи работы при разработке методов, повышающих надежность эксплуатации карьерных гидравлических экскаваторов, а также положительными результатами гидравлических уплотнителей совершенствующих работу гидравлической системы карьерных экскаваторов, конструкции фитинга шланга с высоким давлением и экспериментальных испытаний пористого фильтра для очистки гидравлической рабочей жидкости.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке математической модели влияния степени загрязнения гидравлической рабочей жидкости на ресурс работы узлов гидравлической системы, установлении зависимости к высоким и резко низким температурам повышения твердости сальникового уплотнителя гидравлической системы, установлении зависимости количества улавливаемых загрязненных частиц от толщины корпуса фильтра, ее пористости и размеров пор в разработанном пористом фильтре.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что создание уплотнителей гидравлической системы карьерного экскаватора, новой конструкции фитинга рукава высокого давления гидросистемы и пористого фильтра служат для повышения эффективности работы карьерного гидравлического экскаватора.

Внедрение результатов исследования. На основе проведенных исследований по повышению эксплуатационной эффективности карьерных гидравлических экскаваторов за счет совершенствования работы их гидравлических систем:

уплотнитель гидравлической системы гидравлических экскаваторов внедрен на карьере «Аристантау» ГП Навоийский горно-металлургический комбинат (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» № 02-06-07/7024 от 7 июля 2021 г.). В результате достигнута уменьшение утечки гидравлической жидкости на 45% гидравлическом карьерном экскаваторе марки RH-40E, возникающие из-за перегрева экскаватора и повышения давления;

новая конструкция фитинга рукава высокого давления внедрена на карьере «Аристантау» ГП Навоийский горно-металлургический комбинат (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» № 02-06-07/7024 от 7 июля 2021 г.). В результате достигнуто снижение количество аварий на карьерных гидравлических экскаваторах марки RH-40E на 75%, связанные с утечкой гидравлической жидкости;

гидравлический пористый фильтр внедрена на карьере «Аристантау» ГП Навоийский горно-металлургический комбинат (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» № 02-06-07/7024 от 7 июля 2021 г.). В результате достигнута возможность очистки гидравлических рабочих жидкостей от загрязняющих частиц размером до 0,3 мкм и повышена эксплуатационная эффективность карьерного экскаватора на 40%.

Апробация результатов исследования. Апробация результатов данного исследования проведена на 2 республиканских и 7 международных научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 21 научных работ, из них 7 статей в научных изданиях, рекомендованных для издания основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 4 из которых в республиканских и 3 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 111 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации «**Анализ эксплуатационных показателей гидравлических экскаваторов**» приводятся общие сведения о гидравлических экскаваторах и их эксплуатационных показателях, рассматриваются

промышленные показатели применяемых на карьерах Навоийского горно-металлургического комбината гидравлических экскаваторов, проведён анализ состояния научного исследования по теме диссертации, рассмотрены основные направления повышения эксплуатационной эффективности и усовершенствования гидравлической системы карьерных гидравлических экскаваторов.

Анализ эксплуатационных показателей гидравлических экскаваторов показал, что относительно указанной в паспортах многих экскаваторов, применяемых на горных предприятиях они работают с низкой эффективностью. Причина заключается в том, что в процессе работы возникают непредвиденные остановки, быстрый износ деталей и ненадёжная работа гидравлической системы.

Увеличение эксплуатационной себестоимости вышеуказанных гидравлических экскаваторов приводит к уменьшению эффективности их работы.

Эффективность работы карьерных экскаваторов связана со многими факторами, то есть с климатическими условиями территории, где используются экскаваторы, степенью загрязнённости (запыленности) воздуха, рабочими показателями конструктивных частей экскаватора, надёжности гидравлической системы, показателей гидравлической рабочей жидкости и её чистоты.

Анализ эксплуатационных показателей применяемых на карьерах по добычи полезных ископаемых гидравлических экскаваторов показал, что повышение эффективности эксплуатации карьерных гидравлических экскаваторов возможно осуществить на основе усовершенствования работы их гидравлических систем.

Таким образом, по результатам проведённых аналитических исследований по усовершенствованию гидравлической системы карьерных экскаваторов, сформированы следующие основные направления диссертационной работы: исследование основных факторов, приводящих к выходу из строя гидравлических систем карьерных гидравлических экскаваторов, на основе устранения остановок разработать технические решения повышающие эксплуатационную эффективность гидравлической системы и разработать новые фильтры для очистки гидравлической рабочей жидкости.

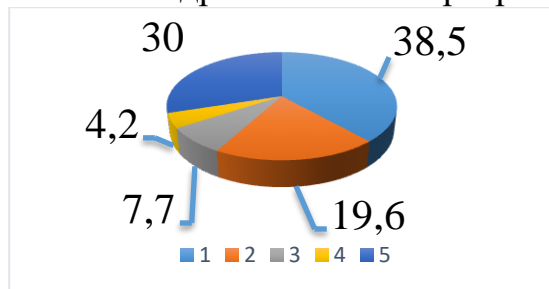
Во второй главе диссертации **«Исследование основных факторов приводящих к остановке гидравлической системы гидравлических карьерных экскаваторов»** проанализированы причины остановки гидравлических экскаваторов, проведён анализ наиболее уязвимых частей гидравлических систем гидравлических карьерных экскаваторов, исследовано воздействие показателей гидравлической рабочей жидкости на эффективную эксплуатацию гидравлической системы, а также смоделировано воздействие степени загрязнённости гидравлической рабочей жидкости на рабочий ресурс частей гидравлической системы.

Большая часть остановок гидравлических экскаваторов связана с неисправностями его гидравлической системы, это, в свою очередь приводит к уменьшению рабочих показателей и увеличению эксплуатационных расходов.

Анализ применяемых на карьерах гидравлических экскаваторов по добыче полезных ископаемых в нашей стране показал, что 2% остановок связано с неисправностями аккумуляторов, 27% - неисправностью двигателей внутреннего сгорания, 11% - неисправностью насосов, 2% - неисправностью автоматической масляной системы, 38% - в результате отсутствия деталей комплектации гидравлической системы, 2% - неисправностью ковша, 10% - неисправностью рукавов высокого давления, 3% - неисправностью гидравлических деталей, 5% - неисправностью гидропривода гидросистемы.

В общей сложности в среднем 70% остановок приходится на гидравлическую систему. Если будем рассматривать виды выхода из строя гидравлической системы относительно доли остановок, то увидим, что 38,5% остановок связано с утечкой гидравлической рабочей жидкости из гидроцилиндров, рукавов высокого давления, вращающегося гидродвигателя и износа уплотнителей. Остановки в результате разрывов труб и износа рукавов по причине трения составляют 19,6%, выхода из строя гидроцилиндров 4,2% и остановки в результате разрывов рукавов высокого давления и отделения от части фитинга составляют 7,7%.

На рис.1 приводятся возникающие неисправности в гидравлической системе гидравлических карьерных экскаваторов.



- 1 – утечка рабочей жидкости; 2 – разрыв труб, износ и изгиб при трении рукавов;
- 3 - разрыв рукавов высокого давления и отсоединение фитинговых арматуры;
- 4 – выход из строя гидроцилиндра;
- 5 – другие неисправности

Рис. 1. Возникающие неисправности в гидравлической системе гидравлических карьерных экскаваторов

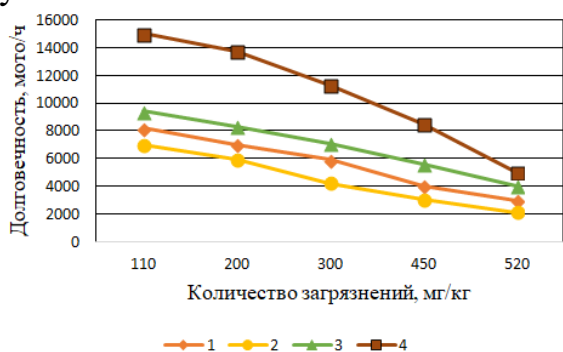
Анализ вышеуказанных данных показал, что на карьерах по добыче полезных ископаемых со сложными горно-геологическими условиями на эксплуатационные показатели используемого гидравлического экскаватора существенное влияние оказывает степень работы его гидравлической системы.

Для определения загрязняющих элементов рабочих жидкостей, служащих долговременной и надёжной работы элементов гидравлической системы гидравлических карьерных экскаваторов, изучены состояния гидравлических систем гидравлических карьерных экскаваторов и проведён анализ применяемых в этих системах рабочих жидкостей.

На основании результатов анализа в соответствии со степенью загрязнённости установлен долгосрочный график службы гидравлических систем.

На рис. 2 приведены сроки службы насоса и гидрораспределителя в зависимости от наличия в рабочей жидкости загрязняющих элементов. Из рис. 2 видно, что если в гидравлической рабочей жидкости мало загрязняющих элементов, наблюдается оптимальная величина запаса работы агрегатов,

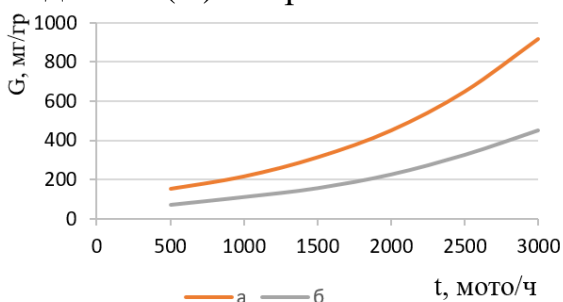
превышением загрязняющих элементов срок службы в значительной степени уменьшается.



1 – аксиально-поршневой насос;
2 – гидрораспределитель;
3 – гидроцилиндр; 4 – гидромотор
Рис. 2. График зависимости срока службы гидроагрегата от степени загрязнённости рабочей жидкости

Одной из основных целей данной работы диссертации является эффективная очистка от пыли и загрязняющих элементов гидравлических жидкостей. Для этого на карьере НКМК «Аристантау» были исследованы несколько видов гидравлических жидкостей, используемых на экскаваторах типа RH-40E и результаты исследования дали возможность определения степени загрязнённости гидравлической жидкости при использовании экскаватора и зависимость её использования от сроков эксплуатации.

На рис. 3 приведён график зависимости загрязнения гидравлической жидкости (G) от срока её использования (t).



а – действительная степень загрязнения; б – с теоретической точки зрения возможная степень загрязнения в период эксплуатации

3-рasm. График зависимости загрязнения гидравлической жидкости (G) от срока её возможного использования (t)

Из приведённого на рис.3 графика наблюдается, что с увеличением срока работы загрязнение гидравлической жидкости также повышается.

На основе результатов опытов, при помощи проведённых регрессионных анализов, установлена зависимость от времени применения загрязнённых гидравлических жидкостей, это, в свою очередь, даёт возможность предвидения степени загрязнённости и определение оптимальных сроков её замены. Регрессивная зависимость имеет вид:

$$G = 0,3 \cdot t - 72, \quad (1)$$

где G – количество загрязнённости, мг/кг; t – время работы, мото/ч.

Слесаревым В.П. для определения воздействия загрязняющих рабочую жидкость частиц на ресурсы агрегатов гидравлической системы карьерных гидравлических экскаваторов были предложены следующие связующие:

$$R_c = R_{c(ecs)} \cdot \left[\left(\frac{P_{c(ecs)}}{P_c} \right)^a \cdot \left(\frac{v_{c(ecs)}}{v_c} \right) \right] \cdot \frac{d_{c\sum(ecs)}^{2,77}}{d_c^{2,77}} \cdot \frac{C_{ecs}}{C_c}, \quad (2)$$

где $R_{c(ecs)}$ – теоретическая работа, моточасы; $P_{c(ecs)}$ – данное по теории давление, Па; P_c – данное давление в гидравлической системе, Па; a – коэффициент разности давлений $a=1$; $v_{c(ecs)}$ – скорость рабочей жидкости по данной теории, м/с; v_c – скорость рабочей жидкости в гидравлической системе, м/с; $d_{c\Sigma(ecs)}^{2.77}$ – размер частиц в рабочей жидкости по теории, мм; $d_c^{2.77}$ – размер частиц в рабочей жидкости гидравлической системы, мм; C_{ecs} – по теории концентрация загрязняющих частиц, кг/кг; C_c – концентрация загрязняющих частиц в гидравлической системе, кг/кг.

Однако, приведённый выше параметр C_c – считается сложным при определении количественной концентрации загрязняющих частиц в гидравлической системе в ходе эксплуатации, при считывании выбирается промежуточная величина этого показателя, что в свою очередь, уменьшает точность подсчётов.

Подсчётом с высокой точностью (C_c) – воздействия загрязняющих частиц рабочей жидкости на ресурс агрегатов гидравлической системы можно достичь через определение величины, по формуле:

$$C_i = \delta \cdot n_{ч(i)} = 3\pi \cdot 10^{-6} \left(\frac{\rho_{ч}}{\rho_{м}} \right) \cdot d_i^3 \cdot n_{ч(i)}, \quad (3)$$

где $\rho_{ч}$ – плотность частиц, кг/м³; $\rho_{м}$ – плотность рабочей жидкости, кг/м³; $n_{ч}$ – количество загрязняющих частиц гидравлической системы.

Исходя из вышеприведённого выражения (3) выражение (2) будет иметь вид:

$$R_{c(ecs)} \cdot \left[\left(\frac{P_{c(ecs)}}{P_c} \right)^a \cdot \left(\frac{v_{c(ecs)}}{v_c} \right) \right] \cdot \frac{d_{c\Sigma(ecs)}^{2.77}}{d_c^{2.77}} \cdot \frac{3\pi \cdot 10^{-6} \left(\frac{\rho_{ч}}{\rho_{м}} \right) \cdot d_{c\Sigma(ecs)}^3 \cdot n_{ч(ecs)}}{3\pi \cdot 10^{-6} \left(\frac{\rho_{ч}}{\rho_{м}} \right) \cdot d_c^3 \cdot n_{ч}}, \quad (4)$$

где $d_{c\Sigma(ecs)}^i$ и d_c^i – размер частиц, мм; $n_{ч(ecs)}$ – количество загрязняющих частиц по эталону.

Из вышеприведённого выражения (4) составим следующую пропорцию соответствия количества загрязняющих частиц и степени загрязнённости:

$$n_{ч(ecs)} \rightarrow (0,3 \cdot t - 72) * 100\%, \quad (5)$$

$$n_{ч} \rightarrow m_3,$$

$$\frac{n_{ч(ecs)}}{n_{ч}} = \frac{m_3}{(0,3 \cdot t - 72) * 100\%}. \quad (6)$$

Здесь через связь выражения (2) с выражением (6) можно определить степень уменьшения рабочих ресурсов гидравлических частей через следующие выражения:

$$I_{рес} = N_{рес} \cdot K_p \cdot K_v \cdot \frac{m_3}{(0,3 \cdot t - 72) \cdot 100\%}, \quad (7)$$

$$I_{сер.рес} = C_{сер.рес} \cdot K_p \cdot K_v \cdot \frac{m_3}{(0,3 \cdot t - 72) \cdot 100\%}, \quad (8)$$

где $N_{рес}$ – теоретический рабочий ресурс гидравлических частей, моточасы; $I_{сер.рес}$ – уменьшение рабочего ресурса гидравлических частей вследствие

загрязнения рабочей жидкости, моточасы; $C_{сер.рес}$ – рабочий ресурс гидравлических частей, предоставленный предприятиям, моточасы;

k_p – коэффициент давления, $0,95 \div 0,98$; k_v – коэффициент скорости, $0,91 \div 0,95$; m_3 – ГОСТ-17216-2001 степень загрязнённости класса чистоты, %.

На основании приведённых выше выражений (7) и (8), на программном языке Delphi создано программное обеспечение, дающее возможность определения степени загрязнения гидравлической рабочей жидкости при эксплуатации ресурса частей гидравлической системы карьерных экскаваторов.

В третьей главе диссертации «**Разработка технических решений по повышению эксплуатационной эффективности гидравлической системы на основе устранения остановок**» разработаны новые уплотнения гидравлической системы и приведены опытно-испытательные результаты этих уплотнений, разработана математическая модель интенсивности износа уплотнений в гидравлической системе карьерных экскаваторов, разработана новая конструкция фитинга гидравлической системы и приведены опытно-испытательные результаты новой конструкции данного фитинга.

Разработаны уплотнения по устранению протекания рабочей жидкости гидравлической системы карьерных гидравлических экскаваторов, в целях предотвращения попадания в систему загрязняющих частиц в виде пыли, разработаны сальниковые уплотнения из местного сырья, стойкие к высокому давлению, резкому изменению температуры и износу.

Сальниковое уплотнение имеет в своём составе: СКМС-30(каучук), сера, ДФГ, стеариновая кислота, каптокс, ZnO, добавки.

Сальниковые уплотнения изготовлены на «Навоийском машиностроительном заводе» Навоийского горно-металлургического комбината.

Разработанные сальниковые уплотнения имеют следующие технические характеристики: при температуре 60°C устойчивы к давлению 350 бар, скорость течения жидкости 0,5 м/с, температура применения – от 35°C до $+100^\circ\text{C}$, минеральные масла и гидравлические жидкости приспособлены к среде.

В целях определения рабочих показателей эффективности разработанных сальниковых уплотнений проведены опыты и испытания.

Факторы, влияющие на износ сальниковых уплотнений гидравлического экскаватора: воздействующая на материал жидкости сила тяжести, сопротивление материала, объём жидкости, объём частиц в жидкости, температура жидкости, температуры, воздействующие на поверхность материала.

Интенсивный гидроабразивный износ материалов и деталей зависит от следующей формулы:

$$I = \varphi(v, \rho, d, \alpha, H_a, H_m, m, \sigma_a, \sigma_m, O, T, t, A), \quad (9)$$

где I – интенсивный гидроабразивный износ, мм; v – линейная скорость абразивного течения, м/с; ρ – плотность абразивных частиц, кг/м^3 ; d – размер

диаметра абразивных частиц, мм; α – угол ударов на уплотнения абразивных частиц, град; H_a – твёрдость абразивных частиц, кг·н; H_m – твёрдость образцового материала, кг·н; m – масса частиц, кг; σ_a – прочность частицы, кг·н/м²; σ_m – прочность образцового материала, кг·н/м²; O – окатанность абразивных частиц; T – температура на поверхности материала, °С; t – время прохождения жидкости, с; A – агрессивная среда.

При этом и интенсивный износ будет пропорционален линейному абразивному износу:

$$I \sim \frac{dU_V}{dS}, \quad (10)$$

где dU_V – абразив линейного износа, м; dS – расстояние воздействующего трения на поверхность сальника, м.

На основании вышеизложенного остановимся на формуле линейного износа:

$$\frac{dU_V}{dS} = K_V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3. \quad (11)$$

Последующая формула основывается на зависимости рабочей жидкости в результате изготовления уплотнения из различных компонентов:

$$K_1 = \left(\frac{\delta}{HB}\right)^m = \left(\frac{m_s \cdot g}{HB}\right)^m = \left(\frac{p_s \cdot \pi \cdot l \cdot g \cdot D^2}{4 \cdot HB}\right)^m, \quad (12)$$

где δ – сила тяжести воздействующей на материал жидкости, Н; HB – твёрдость сальникового материала, г·Н; m_s – масса жидкости, кг; p_s – плотность жидкости, кг/м³; D – диаметр трубы, м; L – ширина резины, м; g – ускорение свободного падения, м/с²; m – степень твёрдости по шкале мосса.

Формула воздействия загрязняющих частиц в составе жидкости на уплотнения:

$$K_2 = \left(\frac{V_B + V_N}{V_N}\right)^k = \left(\frac{\frac{m_s + m_s \cdot 100\%}{p_s} + \frac{p_z \cdot m_3}{m_s \cdot 100\%}}{\frac{p_z \cdot m_3}{p_z \cdot m_3}}\right)^k, \quad (13)$$

где K_V – коэффициент пропорциональности 1-1,2; V_B – объём жидкости, м³; V_N – объём кварца в жидкости, м³; k – направление течения жидкости $k=1$; p_s – плотность жидкости (кг/м³); p_z – плотность загрязнённых частиц (кг/м³); m_3 – степень загрязнённости класса чистоты, %.

Нижеследующая формула отражает связь между температурой жидкости и уплотнением:

$$K_3 = \left(\frac{T_S}{T_M}\right)^n, \quad (14)$$

где T_S – температура жидкости, °С; T_M – температура материала, °С; n – направление течения жидкости, $n=1$.

В результате объединения вышеуказанных формул (12), (13) и (14) интенсивный износ уплотнения определяется по формуле:

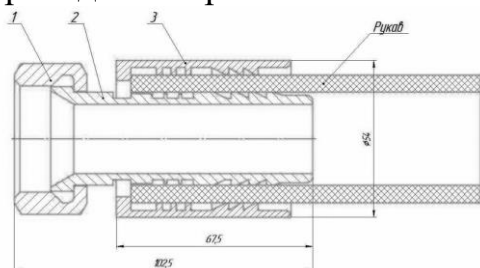
$$\frac{dU_V}{dS} = K_V \cdot \left(\frac{p \cdot \pi \cdot l \cdot g \cdot D^2}{4 \cdot HB}\right)^m \cdot \left(\frac{\frac{m_s + m_s \cdot 100\%}{p_s} + \frac{p_z \cdot m_3}{m_s \cdot 100\%}}{\frac{p_z \cdot m_3}{p_z \cdot m_3}}\right)^k \cdot \left(\frac{T_S}{T_M}\right)^n, \quad (15)$$

На основании вышеприведённой формулы (15) на программном языке Delphi было создано программное обеспечение дающее возможность

предвидения износа уплотнений гидравлической системы карьерных экскаваторов.

В целях устранения аварий, возникающих вследствие разрыва рукавов высокого давления, разработана новая конструкция фитинга гидравлической системы, имеющая соединительную часть стойкую к высокому давлению.

Разработанная новая конструкция фитинга гидравлической системы приведена на рис.4.



1 – часть фланцевого соединения;
2 – непикуль; 3 – муфта

Рис. 4. Новая конструкция фитинга гидравлической системы

Разработанная новая конструкция фитинга гидравлической системы была опробована на карьерном гидравлическом экскаваторе марки RH-40E, используемого на карьере «Аристантау» Навоийского горно-металлургического комбината.

Номинальное давление рабочей жидкости, вытекающей из гидронасоса гидравлической системы карьерных экскаваторов составляет 350 бар, среднее давление гидравлической рабочей жидкости, растекающейся по рукавам в действующие узлы из гидрораспределителя составляет 300 бар. Предлагаемый шланг высокого давления фитинга новой конструкции не теряет своей работоспособности даже при давлении 450 бар. Используемые в настоящее время фитинги при давлении рабочей жидкости свыше 200 бар могут разрываться или ломаться.

В четвёртой главе диссертации «**Разработка новых пористых фильтров для очистки гидравлической рабочей жидкости**» приводится значение очистки гидравлической рабочей жидкости, разработан пористый фильтр для очистки гидравлической рабочей жидкости, а также приведены результаты опытов и испытаний разработанного пористого фильтра и рассчитана экономическая эффективность применения предлагаемых решений.

В целях эффективности обеспечения рабочих показателей чистоты рабочей жидкости гидравлической системы горного оборудования, был разработан пористый фильтр специального состава.



Рис. 5. Пористый фильтр

Разработанный пористый фильтр состоит из следующих элементов: бикарбонат аммоний (NH_5CO_3), полиорганосилоксан (r_2SiO), акриловая эмульсия, сополимеры и винилхлорид.

На рис. 5 приведён вид пористого фильтра, изготовленного в лабораторных условиях.

Разработанный пористый фильтр будет установлен в гидравлическую систему карьерных

гидравлических экскаваторов вместо применяемых в них фильтров для очистки гидравлической рабочей жидкости гидравлической системы.

Основная цель, поставленная при испытаниях и опытах разработанного пористого фильтра, – определение возможности эффективного применения пористого фильтра для очистки рабочей жидкости и определение параметров фильтра.

На основе полученных при испытаниях и опытах результатов установлена зависимость скорости прохождения рабочей жидкости через фильтр и количества задержанных в фильтре частиц, материала фильтра к количеству пористости, данная зависимость приведена на рис. 6 и 7.



Рис. 6. Зависимость время прохождения рабочей жидкости через фильтр от количества пор материала фильтра



Рис. 7. Зависимость количества задержанных в фильтре частиц от количества пор материала фильтра

Приведённая на рис. 6 и 7 зависимости показывают, что при количестве пористости фильтра в промежутке от 45% до 60% скорость прохождения рабочей жидкости через пористый фильтр составляет 50-55 с, а при количестве пористости от 45%, уменьшаясь на каждые 5% скорость прохождения рабочей жидкости уменьшается на 10-12%. Кроме того, пористости фильтра при в 40% максимальный показатель количества задержанных в фильтре частиц составляет 2,8 гр, при пористости 50% и 60% составляет соответственно 2,2 и 2,0 грамма.

На последующих этапах испытаний и опытов при толщине разработанного фильтра в 50, 60, 70, 80, 90 мм и величине пор 4, 3, 2 и 1 мкм пористые фильтры испытаны аналогично.

На основании результатов опытов и испытаний установлен график зависимости задержанных в пористом фильтре величины загрязняющих частиц (g_3) к толщине фильтра (l_ϕ) и величине пор ($d_{пр}$), данный график зависимости приведён на рис. 8.

Также, в ходе проведения испытаний и опытов установлен график зависимости количества задержанных в пористом фильтре загрязняющих частиц (m_3) к толщине фильтра (l_ϕ) и величине пор ($d_{пр}$), график зависимости приведён на рис. 9.

При изучении с помощью цифрового микроскопа марки DMX-4 образцов гидравлической рабочей жидкости, прошедшей через гидравлический фильтр,

применяемый на карьерном экскаваторе марки RH-40E и разработанный пористый фильтр установлено, что в составе очищенной рабочей жидкости с помощью пористого фильтра объём самой большой загрязняющей частицы составляет 0,7 мкм, объём самой большой загрязняющей частицы в составе гидравлической рабочей жидкости, применяемой на экскаваторе марки RH-40E, составляет 15 мкм. На рис. 10 приведены снимки гидравлических рабочих жидкостей, полученные при помощи цифрового микроскопа марки DMX-4.

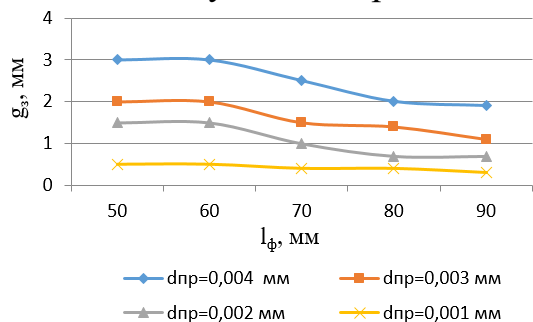


Рис. 8. График зависимости величины задержанных в пористом фильтре загрязняющих частиц (g_3) к толщине фильтра (l_{ϕ}) и величине пор ($d_{пр}$)

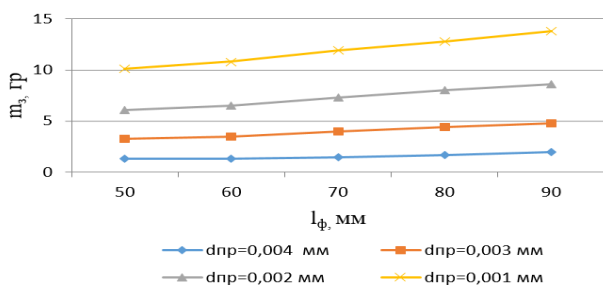
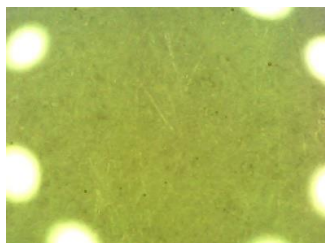
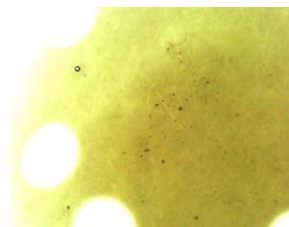


Рис. 9. График зависимости количества задержанных в пористом фильтре загрязняющих частиц (m_3) к толщине фильтра (l_{ϕ}) и величине пор ($d_{пр}$)



а



б

а – очищенная при помощи разработанного пористого фильтра рабочая жидкость; *б* – гидравлическая рабочая жидкость пропущенная через применяемые на экскаваторе марки RH-40E гидравлический фильтр

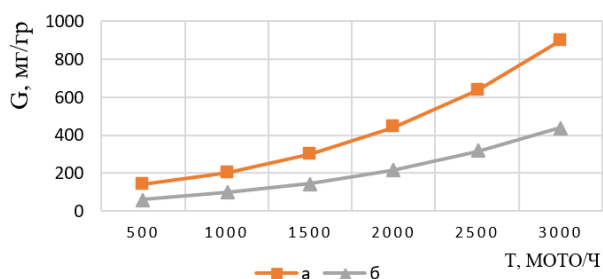
Рис. 10. Снимки гидравлических рабочих жидкостей, полученных с помощью цифрового микроскопа марки DMX-4

Для исследования эффективности разработанного пористого фильтра, было проведено его сопоставление с базовым фильтром экскаватора, сопоставление проводилось на экскаваторе марки RH-40E карьера «Аристантау». Каждый из двух фильтров был испытан в течении 3000 моточасов, в течении каждых 500 моточасов было установлено количество задержанных в гидравлическом фильтре загрязняющих частиц.

На рис. 11 приведён график количества задержанных в гидравлическом фильтре, применяемом на экскаваторе марки RH-40E, и разработанном пористом фильтре загрязняющих частиц.

Из графика, приведённого на рис.11 видно, что разработанный пористый фильтр относительно базового фильтра на 60% даёт больше возможностей задерживать загрязняющие частицы гидравлической рабочей жидкости.

Разработанный пористый фильтр при его применении в гидравлической системе карьерных экскаваторов даёт возможность задерживать в гидравлической рабочей жидкости загрязняющие частицы до 0,3-0,5 мкм.



а – разработанный пористый фильтр;
б – базовый фильтр

Рис. 15. График показателей, задержанных в разработанном пористом и базовом фильтрах загрязняющих частиц

В результате внедрения разработок эксплуатационная эффективность карьерных гидравлических экскаваторов возросла на 40%, вследствие чего годовая экономическая эффективность эксплуатации одного гидравлического экскаватора составила 17 млн сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему «Повышение эксплуатационной эффективности карьерных гидравлических экскаваторов на основе усовершенствования работы гидравлических систем» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Установлено, что повышение эксплуатационной эффективности карьерных гидравлических экскаваторов достигается за счет разработки математической модели позволяющей определить влияние загрязненности гидравлической рабочей жидкости на ресурс узлов гидравлической системы, разработки новых уплотнителей и конструкции фитинга гидравлической системы, разработки пористого фильтра для очистки гидравлической жидкости.

2. Повышение эффективности карьерных гидравлических экскаваторов осуществляется на основе совершенствования и повышения надежности их гидравлической системы. Это требует исследования основных факторов, приводящих к простоям гидравлической системы карьерных гидравлических экскаваторов, разработку технических решений по устранению простоев и повышение эксплуатационной эффективности гидравлической системы, а также разработки нового фильтра для очистки гидравлической рабочей жидкости.

3. Разработана математическая модель влияния загрязненности гидравлической рабочей жидкости на рабочий ресурс деталей гидравлической системы. На основе разработанной математической модели создано программное обеспечение, на программном языке Delphi, позволяющая

определить ресурс деталей гидравлической системы карьерных экскаваторов на основе величины загрязнённости гидравлических рабочих жидкостей.

4. Разработаны из местного сырья сальниковые уплотнители, позволяющие предотвратить утечки рабочей жидкости гидравлической системы карьерных экскаваторов, которые способны выдерживать давление рабочей жидкости до 350 бар при 60 °С и работать при температурах от -35 °С до +100 °С. Добавление анкерита в количестве 1,21% ($Cf(Vg, Fe)[CO_3]_2$), сульфата цинка (ZnS) 0,39% и сульфата калия 0,22% (K_2SO_4) в состав сальникового уплотнителя позволило снизить его хрупкость под действием резких низких и высоких температур.

5. Создано программное обеспечение на программном языке Delphi, позволяющая прогнозировать интенсивность износа уплотнений гидравлической системы карьерных экскаваторов.

6. Разработана новая конструкция фитинга гидравлической системы, отличающейся новой формой выступающей части. Новая форма нипеловой части разработанного фитинга обеспечивает его прочное крепление к рукаву и не разрушает рукаву под воздействием давления и температуры. Применение на карьере «Аристантау» Навоийского горно-металлургического комбината новой конструкции фитинга рукавов высокого давления на гидравлическом экскаваторе РН-40Е позволило снизить количество аварий связанные с обрывом рукавов высокого давления на 55-65%, кроме того снизились утечки рабочих жидкостей на 70-75%.

7. Разработана и экспериментально исследована пористый фильтр имеющий специальный состав, для обеспечения чистоты рабочей жидкости и эффективных рабочих характеристик гидравлической системы горных оборудований. В результате экспериментальных исследований установлена зависимость количество удержанных в фильтре загрязняющих частиц и скорость течения рабочей жидкости через фильтр от величины пористости фильтра, позволяющая выбрать оптимальные параметры пористого фильтра для гидравлической системы.

8. Разработанный пористый фильтр позволяет улавливать частицы загрязняющих веществ, имеющие размер меньше 18-20 раз, по сравнению с другими типами фильтров применяемых в гидравлических системах. Это, в свою очередь, позволяет увеличить эффективность работы гидравлической системы до 40% за счет улавливания загрязняющих частиц размером до 0,3-0,5 мкм в рабочей жидкости.

9. Новые сальниковые уплотнения гидравлической системы гидравлических экскаваторов, новая конструкция фитинга рукавов высокого давления и разработанный пористый фильтр были внедрены на гидравлическом экскаваторе марки РН-40Е карьера «Аристантау» ГП Навоийского горно-металлургического комбината. В результате эксплуатационная эффективность гидравлического экскаватора марки РН-40Е повысилась на 40%.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.17/04.06.2021.T.06.02 AT THE NAVOI STATE MINING INSTITUTE**

NAVOI STATE MINING INSTITUTE

JURAEV AKBAR SHAVKATOVICH

**IMPROVING THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF HYDRAULIC
MINING EXCAVATORS BY IMPROVING THEIR HYDRAULIC SYSTEM**

04.00.16 – Mining machines

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

Navoi – 2021

The topic of the dissertation of a Doctor of Philosophy (PhD) was registered at the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under №B2021.1.PhD/T2072.

The dissertation was completed at the Navoi State Mining Institute.

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

Scientific supervisor: **Abduazizov Nabijon Azamatovich**
Doctor of Technical Sciences, Associate professor

Official opponents: **Egamberdiev Ilkhom Pulatovich**
Doctor of Technical sciences, Associate Professor

Annakulov Tulkin Jovbekovich
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Associate Professor

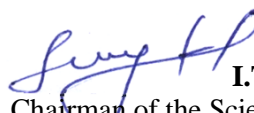
Leading organization: **Almalyk branch of the National University of Science and Technology «MISiS»**


The defence of the dissertation will be held on December 28, 2021 at 10⁰⁰ at the meeting of the Scientific council of scientific degrees DSc.17/04.06.2021.T.06.02 at the Navoi State Mining institute. Address: 210100, Navoi, Makhmud Tarobiy street, 72. Conference Hall of the Navoi State Mining Institute. Phone: (79) 223-23-32; fax: (79) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz. nsmi@gmail.com.


The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Navoi State Mining Institute under No 82. Address: 210100, Navoi, Makhmud Tarobiy street, 72. Phone: (79) 223-56-90; fax: (79) 223-49-66.

The abstract of the dissertation is distributed on December 15, 2021.
Protocol at the register No 39 dated December 15, 2021.




I.T. Mislibayev
Chairman of the Scientific Council
for awarding the scientific degrees,
doctor of Technical Sciences, Professor


Sh.Sh. Zairov
Scientific Secretary of the Scientific Council
for awarding of scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor


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

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

The aim of the research is to improve the operation of hydraulic systems to increase the operational efficiency of quarry excavators.

The research object is the hydraulic system of a hydraulic mining excavator.

The scientific novelty of the research:

determination of dependence of operation duration with degree of contamination of hydraulic fluid and on the basis of this dependence the mathematical model of influence of contamination degree of hydraulic system parts on operation life has been developed;

dependence of increasing of gland seal size of hydraulic system with high and sharp temperatures has been established, as well as addition of 1,21% of ankerite (Cf (Vg, Fe) [CO₃]₂), 0,39% of zinc sulfate (ZnS) and 0,22% of potassium sulfate (K₂SO₄) to gland seal composition, an opportunity of prevention of gland seal wear under influence of high and sharp temperatures has been established;

the mathematical model of intensive wear of seals of the hydraulic system of the quarry excavator is developed and on the basis of this model the software for anticipation of intensive wear of seals of the hydraulic system is created;

the dependence of the size and quantity of polluting particles trapped in the filter on the thickness of the filter housing, its porosity and the size of the pore size has been established.

Implementation of the research results. On the basis of the research for improving operational efficiency of the career hydraulic excavator by improving their hydraulic systems:

hydraulic system compactors of hydraulic excavators were introduced in Aristantau quarry of Navoi Mining and Metallurgical Combine (Reference number 02-06-07/7024 «Navoi Mining and Metallurgical Combine from July 7, 2021). As a result, the flow of hydraulic working fluids is reduced by 45% due to overheating and pressure increase in RH-40E quarry hydraulic excavators;

the new design of the high-pressure hose fitting was introduced at the Aristantau quarry of the Navoi Mining and Metallurgical Combine (Navoi Mining and Metallurgical Combine No. 02-06-07/7024 dated July 7, 2021). As a result, the number of accidents involving the leakage of hydraulic fluids in quarry hydraulic excavator's RH-40E has been reduced by 75%;

the hydraulic porous filter was introduced at the Aristantau quarry of the Navoi Mining and Metallurgical Combine (Navoi Mining and Metallurgical Combine No. 02-06-07/7024 dated July 7, 2021). As a result, the possibility of cleaning hydraulic working fluids from polluting particles up to 0.3 microns in size has been achieved and the operational efficiency of the quarry excavator has been increased by 40%.

The structure and content of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references and appendices. The content of the dissertation is 111 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST of PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Абдуазизов Н.А., Исломов З.Р., Джураев Р.У., Жураев А.Ш. Рациональные конструктивные решения при разработке воздушного фильтра гидравлического экскаватора // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2020. – №3. – С. 92-94.

2. Абдуазизов Н.А., Джураев Р.У., Жураев А.Ш. Повышение эффективности эксплуатации штока гидроцилиндра гидравлических экскаваторов путем защитного кольца // Инновационные технологии. – Карши, 2021. – №3. – С. 57-60.

3. Абдуазизов Н.А., Жураев А.Ш. Исследование физико-химического состава загрязняющих веществ рабочей жидкости гидравлических экскаваторов, эксплуатируемых в Кызылкумском регионе // Universum: технические науки. – Москва, 2021. – № 6(87). – С. 20-23.

4. Dzhuraev A.Sh. Development and use of a porous filter for cleaning hydraulic oil in a hydraulic system // Academicia an international multidisciplinary research journal (Double Blind Refereed & Peer Reviewed Journal). – India, 2021. – Volume 11, Issue 8. – pp. 347-360.

5. Jurayev A.Sh. Gidravlik ekskavatorlarni rivojlanishini tahlil qilish // Academic research in educational sciences. – Tashkent, 2021. – Volume 2, Issue 8. – pp. 286-294.

6. Abduazizov N.A., Jurayev A.Sh., Turdiyev S.A., Abdullayev S.X. Gidroekskavatorning gidrobakdagi havo filtrining ichida changlangan havo oqimlari harakatini modellashtirish // Academic research in educational sciences. – Tashkent, 2021. – Volume 2, Issue 3. – pp. 294-304.

7. Zhuraev A.Sh. Study of the effect of hydraulic systems operation on the general performance of a hydraulic excavator // The American Journal of Engineering and Technology. – Las Vegas (USA), 2021. – Volume 03, Issue 10. – pp. 36-42.

II бўлим (II часть; part II)

8. Abduazizov N.A., Zhuraev A.Sh., Turdiyev S.A., Abdullayev S.X. Simulation of the Motion of Dusted Air Flows Inside the Air Filter of a Hydraulic System of a Quarry Excavator // International Journal of Grid and Distributed Computing (IJGDC), ISSN: 2005-4262 (Print); 2207-6379 (Online), NADIA – Australia, 2021. – Volume 14, Issue 1. – pp. 11-18.

9. Abduazizov N.A., Jurayev A.Sh., Hoshimov O.O., Vahobova N.A. Gidravlik ekskavatorning ishchi suyuqliklar ifloslanishi va filtrlash imkoniyatlarini tahlil qilish // Journal of Advances in Engineering Technology. – Navoi, 2021. – Volume 1(3). – pp. 43-46.

10. Mardonova S.X., Jurayev A.Sh. Gidravlik ekskavatorlarni keskin iqlim sharoitida ishlatilishining tahlili // Сборник статей по материалам ССИ

международной научно-практической конференции на тему: «Молодой исследователь: вызовы и перспективы». – Москва, 2021. – С. 214-217.

11. Mardonova S.X., Jurayev A.Sh. Ishlab chiqarishda tashish, saqlash va foydalanish vaqtida gidravlik suyuqliklarning ifloslanishini tahlil qilish // «Zamonaviy ta'lim tizimini rivojlantirish va unga qaratilgan kreativ g'oyalar, takliflar va yechimlar» mavzusidagi 10-son Respublika ilmiy-amaliy on-line konferensiya to'plami. – Farg'ona, 2021. – 63-65 b.

12. Vohobova N.A., Jurayev A.Sh. Gidravlik ekskavatorlarning ishchi suyuqliklariga ifloslanishning ta'sirini tahlil qilish // «Zamonaviy ta'lim tizimini rivojlantirish va unga qaratilgan kreativ g'oyalar, takliflar va yechimlar» mavzusidagi 1010-son Respublika ilmiy-amaliy on-line konferensiya to'plami. – Farg'ona, 2021. – 85-88 b.

13. Zhuraev A.S. Methodology for the development of a local porous working fluid filter for hydraulic systems of hydraulic equipment // Conference: Proceedings of IX International Scientific and Practical Conference. – Italy, 2021. – pp. 124-128.

14. Мардонова С.Х., Жураев А.Ш. Анализ состояния эксплуатации гидравлических экскаваторов на центральных Кызылкумских месторождениях // Achievements and prospects of modern scientific research. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference. – Argentina, 2021. – №9. – pp. 160-163.

15. Абдуазизов Н.А., Жураев А.Ш., Турсунов Ф.А. Спектрально-корреляционный анализ массива температуры окружающей среды при эксплуатации гидрофицированных горных машин // The 9th International scientific and practical conference «Actual trends of modern scientific research». – Germany, 2021. – pp. 185-191.

16. Жураев А.Ш. Юлдошев Х.Э. Кескин иқлимли шароитларда гидравлик суюқликларнинг турли қовушқоқликдаги эксплуатациясининг афзалликлар // IX Международная научно-техническая конференция на тему: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 2017. – С. 165.

17. Жураев А.Ш., Полвонов Н.О., Мустафоев О.Б., Барвкаев С.У. Исследование метода центрифугирования с флиртующими перегородками для очистки рабочей жидкости. // European research: innovation in science. – Москва, 2017. – С. 291-292

18. Жураев А.Ш., Турдиев С.А., Хамроев Ш.Г., Худойбердиев Л.Н., Гаффаров А.А. Создание контура внедрения встроенного контроля чистоты рабочей жидкости гидравлических систем горных гидрооборудований // Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию НГМК на тему: «Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 2018. – С. 310.

19. Жураев А.Ш., Джураев Р.У., Тоиров М.Ш., Усмонов М.З., Хамраев И.С., Жумакулов М.Ю. Исследование гидродинамической очистки жидкостей, предложенной профессором Финкельштейном З.Л // XLI international correspondence scientific and practical conference «european research: innovation in science, education and technology». – London, 2018. – pp. 28-30.

20. Бойназаров Г.Г., Курбонов О.М., Жураев А.Ш. Разработка технических решений по обеспечению качества рабочей жидкости, обеспечивающей снижение износов оборудования // Материалы сборника статей на тему: «Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты». – Пермь, 2016. – Вып. 4. – С. 21-23.

21. Abduazizov N.A., Turdiyev S.A., Urunova X.Sh., Umurzoqov U.F., Hoshimov O.O., Jurayev A.Sh. Murakkab sharoitlarda gidravlik ekskavatorning yillik ish faoliyatini hisoblash // DGU 2021 1136 raqamli elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dastur guvohnomasi, 16.04.2021 y.



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

Бичими 60x84 1/16. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.

Шартли босма табағи: 2,75. Адади 100. Буюртма № 44.

Баҳоси келишилган нархда.

«ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.

Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.