

НУБІП України

НУБІП України

**КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА
РОБОТА**

01.12.МР.203«С»04.02.22.004 ПЗ

Пашинський Олег Миколайович

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Конструювання та дизайну

УДК 631.173:629.4.621

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

НУБІП України

Завідувач кафедри
надійності техніки
(назва кафедри)

Новицький А.В.

(підпис) (ПІБ)

НУБІП України

2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Удосконалення технології ремонту гідроциліндрів електроіскровим методом в умовах автостанції «Дефі»

НУБІП України

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Спеціалізація -
(назва)

Магістерська програма «Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва»

(назва)

НУБІП України

Програма підготовки освітньо-професійна програма
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доц.
(науковий ступінь та вчене звання)

Новицький А.В.
(ПІБ)

НУБІП України

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Новицький А.В.
(підпис) (ПІБ)

Виконав

Пацинський О.М.
(підпис) (ПІБ студента)

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри надійності техніки

К.Т.Н., доц. Новицький А.В.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Пацинському Олегу Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Спеціалізація

(назва)

Магістерська програма «Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва»

(назва)

Програма підготовки освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи тему «Удосконалення технології ремонту гідроциліндрів електроіскровим методом в умовах автостанції «Дефі»»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 04.02.2022 р. №203 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 18.11.2022 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи 1. Огляд конструкцій гідроциліндрів машин та обладнання сільськогосподарського виробництва. 1.2. Технічні

характеристики гідроциліндрів вітчизняного та закордонного виробництва. 1.3

Каталоги технологічного обладнання з ремонту гідроциліндрів. 1.4. Інструкції

на використання гідроциліндрів. 3.5. Типові норми часу на ремонт і технічне обслуговування гідроциліндрів. 3.6. ДСТУ.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: 1. Реферат. Вступ. 2. Стан питання і задачі дослідження 2.1. Огляд конструкцій гідроциліндрів сільськогосподарської техніки. 2.2. Аналіз умов роботи і характерних пошкоджень гідроциліндрів 3. Теоретичні передумови до підвищення міжремонтного ресурсу силових гідроциліндрів. 3. Методики експериментальних та теоретичних досліджень 4. Розробка удосконаленого технологічного процесу ремонту силових гідроциліндрів електроіскровим методом. Висновки. Літературні джерела. Додатки.

Перелік графічного матеріалу (за потреби) 1. Аналіз конструкцій гідроциліндрів сільськогосподарської техніки. 2. Аналіз характерних дефектів гідроциліндрів сільськогосподарської техніки. 3. Гідроциліндр, як технічна система. 4. Методи відновлення гідроциліндрів. 5. Технологічний процес відновлення гідроциліндрів. 6. Схеми ремонту гідроциліндрів 7. Маршрутна карта. 8. Операційна карта 9. Охорона праці. 10. Висновки. Додатки.

Дата видачі завдання «21» вересня 2021 р.

Керівник магістерської роботи

(підпис)

Новицький А.В.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Папінський О.М.

(прізвище та ініціали студента)

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз конструкцій гідроциліндрів.....

1.2 Аналіз методів і засобів оцінки технічного

1.3 стану гідроциліндрів.....

1.4 Дослідження характерних відмов та експлуатаційної надійності

гідроциліндрів.....

1.5 Вивчення методу електроіскрової обробки при ремонті

гідроциліндрів та відновлення деталей.....

1.6 Задачі магістерської кваліфікаційної роботи.....

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПІДВИЩЕННЯ МІЖРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ ГІДРОЦИЛІНДРІВ

2.1 Дослідження факторів, що призводять до зниження коефіцієнта
корисної дії гідроциліндрів.....

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ТА ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....

3.1 Програма та структура досліджень.....

3.2 Методика проведення стендових досліджень функціональних
параметрів роботи здатності нових та тих гідроциліндрів, які були в
експлуатації.....

3.3 Методика мікрометричних досліджень нових та визначення дефектів
та зносів гідроциліндрів, які були експлуатовані.....

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....

4.1 Результати дослідження технічного стану нових та тих гідроциліндрів,
які були в роботі.....

4.1.1 Результати вхідного контролю удільного об'єму робочої рідини, яка
виштовхується поверхнею штока.....

4.1.2 Результати вихідного контролю загального ККД гідроциліндрів.....

4.1.3 Результати мікрометражних досліджень та повторюваність дефектів деталей гідроциліндрів.....

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО

ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ СИЛОВИХ ГІДРОЦИЛІНДРІВ

ЕЛЕКТРОІСКРОВИМ МЕТОДОМ

5.1 Характеристика виробничої діяльності автостанції «Дефі».....

5.2 Маршрут технологічного процесу ремонту гідроциліндрів електроіскровим методом.....

5.3. Проект дільниці автостанції «Дефі» з ремонту гідроциліндрів.....

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Аналіз оснащення аграрних підприємств України свідчить про те, що рівень їх матеріально-технічного знижується. За даними досліджень кількість тракторів до 3 років служби сільськогосподарських підприємств АПК України складає 5,5 %, 4 - 8 років – 11,3%, 9 років і більше – 83,2%. Частка зернозбиральних комбайнів і мобільних енергетичних засобів з терміном служби до 3 років складає 9%, 4 - 8 років – 13,7%, 9 років і більше – 77%. Аналізом літературних джерел встановлено, що близько 75% машино-тракторних парків в аграрному секторі економіки нашої держави відпрацювали термін своєї служби та потребують підвищених затрат на ТО і ремонт для підтримки їх робоздатності.

Ситуація, що склалася в аграрній сфері України дає серйозну загрозу для забезпечення необхідних об'ємів виробництва, покращення ринку сільськогосподарської техніки.

В умовах обмеження фінансових і матеріальних ресурсів проблема технічного забезпечення аграрного виробництва не може бути вирішена лише за рахунок збільшення кількості нової техніки. Значна роль при цьому надається ефективному використанню парку машин та обладнання, забезпеченню його надійності, підтримці його технічного рівня за рахунок проведення ТО та ремонту, наявності кваліфікованого персоналу.

Аналізом літературних джерел встановлено, що ремонт агрегатів з відновленням і зміцненням деталей – технічно обгрунтоване та економічно оправдане рішення. Реалізація зазначеного рішення дає можливість ремонтно-обслуговуючим підприємствам, станціям технічного обслуговування та ремонтним майстерням зменшувати час простою машин та обладнання, покращити показники надійності та використання машини, забезпечити якість ремонту агрегатів та відновлення деталей.

Відомо, що надійність сучасних мобільних енергетичних засобів, включаючи трактори, автомобілі, комбайни та обладнання сільськогосподарського виробництва визначається надійністю агрегатів

гідросистем. Особливе місце серед зазначених агрегатів займають силові гідроциліндри. Практика використання гідролікованих машин та агрегатів показав, що на гідроциліндри припадає близько 17,32% відмов гідравлічних системи машин та обладнання аграрного виробництва.

За даними досліджень обласних та районних структур АПК встановлено, що кожного року списується значна кількість силових гідроциліндрів різної конструкції та призначення. Окремі аграрні підприємства вимушені проводити ремонт гідравлічних агрегатів та відновлення деталей власними силами. При цьому через відсутність досвіду проведення робіт, сучасних технологій та обладнання, кваліфікованих працівників, ресурс відремонтованих агрегатів часто не перевищує 45-65% від ресурсу нових.

У багатьох наукових роботах та наукових статтях доведена висока ефективність застосування методу електроіскрової обробки для відновлення деталей гідравлічних систем та агрегатів, в тому числі гідронасосу та гідророзподільника. Разом з тим, застосування методу електроіскрової для відновлення деталей гідроциліндрів вивчено недостатньо і потребує уточнення та удосконалення.

У зв'язку із зазначеним, розробка та впровадження нової технології ремонту силових гідроциліндрів та відновлення зношених деталей електроіскровим методом, дає можливість забезпечити вищу готовність сільськогосподарської техніки до виконання робіт протягом року.

Степінь дослідження теми. Детальний аналіз та систематизація матеріалів формування наукової проблеми та загальної гіпотези проведені на основі робіт видатних вчених Ф.Х. Бурумкулова, В. А. Дідюра, В.И. Ванова, В. Е. Черкуна, С.А. Величко, В.Н. Водякова, И.Г. Голубова, та інших вчених, праці яких присвячені підвищенню довговічності агрегатів гідравлічних систем та методам відновлення зношених деталей.

Запропоновані технології та технічні рішення, розроблені ще у 80-90-х роках минулого століття, орієнтовані на масовий та крупносерійний тип виробництва, втратили свою практичну ефективність та значущість.

Застосована на ремонтних підприємствах технологія з заміною ремонтних комплектів та усуненням локальних дефектів та шпоках напівавтоматичним направленням дозволяє відремонтувати не більше 65% гідроциліндрів, при забезпеченні міжремонтного ресурсу 30-60% від доремонтного.

Аналіз літературних джерел показує, що вирішення проблеми підвищення міжремонтного ресурсу силових гідроциліндрів відновленням зношених поверхонь та деталей, усуненням дефектів електроіскровою обробкою до використовується ще недостатньо.

Мета дослідження – підвищення міжремонтного ресурсу гідроциліндрів шляхом відновлення зношених поверхонь деталей та усунення пошкоджень електроіскровим методом.

Об'єкт дослідження – технологічний процес ремонту гідроциліндрів сільськогосподарської техніки, що забезпечує підвищення міжремонтного ресурсу, створення на зношених деталях електроіскрових покриттів.

Предмет дослідження – процесів втрати та відновлення працездатності, підвищення ресурсу гідроциліндрів сільськогосподарської техніки.

Задачі дослідження:

1. Проаналізувати будову конструкції та принцип роботи гідравлічних систем сільськогосподарської техніки.

2. Визначити характерні несправності та відмови деталей гідравлічних циліндрів сільськогосподарської техніки.

3. Дослідити та встановити параметри працездатності гідроциліндрів, їх характерні пошкодження та дослідити залежність зниження загального ККД від зношування деталей, що формують їх ресурс.

4. Встановити критерії граничного підвищення міжремонтного ресурсу гідроциліндрів серії С базуючись на використанні аналітичних залежностей впливу факторів.

5. Удосконалити технологію отримання електроіскрових покриттів відповідної якості та обґрунтувати раціональні режими відновлення зношених поверхонь деталей гідроциліндрів в умовах автостанції «Дефі».

6. Провести експлуатаційне випробування та встановити показники довговічності гідроциліндрів та їх складових частин, що відновлені методом електроіскрової обробки.

7. Удосконалити технологічний процес ремонту силових гідроциліндрів, що гарантує підвищення 80% міжремонтного ресурсу в умовах автостанції «Дефі».

Наукову новизну магістерської кваліфікаційної роботи представляють:

1) Закономірності розподілу параметричних і аварійних відмов силових гідроциліндрів, зносів та дефектів робочих поверхонь деталей.

2) Аналітичні залежності впливу зносів деталей, що визначають ресурс з'єднань на загальний ККД та величину питомого об'єму робочої рідини.

3) Математична модель та аналітичні залежності, що показують зв'язок ККД зі зносом робочих поверхонь деталей та зірнутістю штока силових гідроциліндрів лісогосподарської техніки, їх допустиме значення при ремонті.

4) Значення 80-% ресурсів силових гідроциліндрів, що відремонтовані з відновлених електроіскровим методом деталей.

Практичну значимість роботи представляють:

1) Допустиме і граничне значення зносів робочих поверхонь деталей силових гідроциліндрів сільськогосподарської техніки.

2) Раціональний режим формування електроіскрового покриття заданої товщини та якості: на чавуні СЧ21; на сталі 40Х.

3) Пристосування для оцінки технічного стану деталей силових гідроциліндрів сільськогосподарської техніки.

4) Удосконалений технологічний процес відновлення силових гідроциліндрів сільськогосподарської техніки електроіскровим методом, що гарантує 80-% міжремонтний ресурс.

Методи дослідження. Теоретичне дослідження виконані з використанням положень надійності та теорії тертя в машинах і механізмах. Експериментальні проведені виходячи з обґрунтованих граничних і допустимих зносів, з використанням сучасного науково-дослідного обладнання. Обробка результатів досліджень проведені з використанням методів теорії ймовірності і математичної статистики за використання вимірювального інструменту з допомогою програм «Statistic 8.0» та «Excel 2010».

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз конструкцій гідроциліндрів

В сучасних гідравлічних системах закордонної та української сільськогосподарської техніки застосовуються гідравлічні циліндри.

Гідравлічні циліндри призначені для зміни енергії, отриманої за допомогою робочої рідини від гідравлічного насоса в механічну енергію зворотно-поступального руху та переміщення різних робочих органів. Гідроциліндри дозволяють без кінетичних змін отримати зворотно-поступальний рух робочих органів. Зазначені робочі органи можуть бути як складові навісних та причіпних сільськогосподарських машин.

В гідравлічних приводах сільськогосподарських машин застосовуються силлові циліндри одностороннього та двохстороннього руху. Гідроциліндр одностороннього руху здатен розвивати рухаючи зусилля тільки в одному напрямку, при цьому зворотній рух проходить з допомогою сил тяжіння піднятого вгору робочого органу машини.

Гідроциліндр двохсторонньої дії розвиває зусилля руху в двох напрямках, відповідно при витягуванні та втягуванні штока.

Аналіз літературних джерел та досвід використання гідравлічних систем сільськогосподарської техніки вказує на те, що існує хибна думка про те, що гідроциліндри є надійними агрегатами. Разом з тим за результатами експлуатації встановлено, що на долю гідроциліндрів припадає від 16...33% відмов всієї гідросистеми [2]. Надійність гідроциліндра МЕЗ більше залежить від таких факторів як: швидкість переміщення робочої деталі; наявність вібрації; змінна температура; постійно діючі та змінні навантаження, знос, деформування та руйнування контактних поверхневих шарів [3]. Рівень довговічності та безвідмовності гідроциліндра визначається експлуатаційними режимами навантаження та умовами роботи. Навантажувальний режим визначається величиною тиску в гідравлічній системі та характером його зміни, числом циклів та часом роботи під тиском при виконанні трактором різних операцій. Режим навантаження оцінюється величиною кількістю навантаження

за один цикл работ, числом вмикань-вимикань за одиницю часу, використанням номінального тиску, температурою робочої рідини та навколишнього повітря та інших менш важливих параметрів. Режим роботи гідросистеми рахують важким при температурі робочої рідини нижче 20°C та вище 65...70°C [6].

Аналіз отриманих літературних джерел [2] вказує на те, що для навантажувачів ПС-08 на частку гідроциліндрів припадає найбільша кількість відмов, що становить 17,2%.

Виконаними дослідженнями встановлено, що близько 6..15 % відмов гідравлічної навісної системи сільськогосподарських тракторів тягового класу 1,4 та 3,0 пов'язано з відмовами гідроциліндра [4], з яких 43..47% випадків обумовлені несправностями ущільнених вузлів; 52% – відмовами штокового вузла, 40% – відмовами поршневого вузла.

Аналіз статей показує, що найбільшого поширення в гідроприводах тракторів, українського виробництва, знайшли поршневі гідроциліндри двохсторонньої дії С наступних модифікацій: С44/30; С75/30; С90/30; С100/40. Слід зазначити, що гідроциліндри зазначеної серії аналогічні за конструкційною формою, але відрізняються розміром таких деталей, як: гільзи, поршні, штоки. Відмінною особливістю конструкції гідроциліндра класу С є відсутність в штоковому та поршковому вузлах змінних направляючих кілець.

За даними заводів-виробників, машинно-випробувальних станцій та експлуатаційників встановлено, що нормовані показники надійності гідроциліндрів серії С є наступні: 90% ресурс становить 900 мото-год. при використанні їх гідравлічних системах тракторів та комбайнів [5].

При експлуатації в тракторах гідроциліндрів з 80% м.тамма ресурсом встановлено, що їх ресурс становить 6000 мото-год. Це вказує на те, що ресурс гідроциліндру в умовах експлуатації є в 2,5 рази нижчим ресурсу, що задекларовано заводом-виробником.

Гідроциліндри в процесі експлуатації знаходяться під впливом параметричних або ж поступових відмов. До аварійних відмов гідроциліндрів відносяться ті, які виникли у зв'язку з появою дефектів на робочих поверхнях

деталей, що знаходяться у sprzęженні з манжетами та іншими ущільненнями. До параметричних відносяться такі відмови гідроциліндрів, що пов'язані зі зносом робочих поверхонь деталей в результаті гідро абразивного, гідроерозійного або ж окислювального зношування. Поряд з цим, зігнутість штоків гідроциліндрів можна віднести як до раптових, так і до поступових відмов, причиною яких є втомні відмови та втрату зносостійкості. Причиною виникнення зігнутості при раптових відмовах є раптові навантаження, які виникають за рахунок порушення умов експлуатації та перевищення допустимих навантажень на робочий орган сільськогосподарської машини.

Після припороцвання та проходження початкового періоду роботи гідроциліндра, переважають поступові відмови, а потім зі збільшенням напрацювання, збільшується кількість не тільки параметричних, але й раптових відмов.

Окремі дослідники зазначають, що в процесі експлуатації сільськогосподарських машин робочі органи виконують різну роботу за навантаженням. Вплив на гідропривід важких умов роботи, агресивних середовищ, знакозмінних навантажень призводить до більш швидкого зносу деталей гідроприводу та зниженню їх довговічності [6].

В окремих наукових статтях зазначається, що характер зносу деталей гідроциліндрів та умови роботи можна розподілити на три характерні періоди [7]. Період I – час від моменту відриву робочого органу машини до підвищеного стану; період II – від підвищеного стану до переміщення робочого органу в просторі та очікування; третій період – від переміщення робочого органу в просторі до повної його зупинки. Під час періоду I ударний момент та сили, які можуть змістити шток вісі, призводять до ризику виникнення деформації та руйнування штоку гідроциліндра. Період II відрізняється різким погіршенням умов роботи машини, а це призводить до виникнення задирів, внутрішніх напружень в металі, згину штока. Мала площа контакту плочин та динамічні навантаження в штоковому ущільнювальному вузлі, присутність механічних

частинок в масляній плівці може призвести до руйнування шару робочої поверхні штока та утворення мікротріщин та тріщин [5].

Оскільки, згідно досліджень [2, 5, 7] деталі гідроциліндрів працюють в умовах граничного мащення, високого тиску під дією циклічно змінних навантажень, плівка оливи руйнується, а це дуже часто призводить до контакту металічних поверхонь [9]. При цьому величини контактних напружень в окремих випадках змінюється в залежності від довжини виходу штока з гідроциліндра. Результати допустимих і граничних ККД та об'єм вихідної рідини для гідроциліндрів відповідних гідроциліндрів серії С наведено в таблиці 1.1 [21].

Збільшення об'єму робочої рідини, яка виштовхується поверхнею штока, виликає у зв'язку з розгерметизацією штокового ущільнення. Штоковий ущільнення є ресурсно визначеним та використовується для запобігання попадання робочої гідравлічної рідини в навколишнє середовище. Крім того, також можливе забруднення робочої гідравлічної рідини через рухоме штокове з'єднання.

Схемне зображення конструкції штокового ущільнення гідроциліндра серії С наведена на рис. 1.1.

Таблиця 1.1
Параметричні значення ККД, об'єм вихідної робочої рідини поверхнею штока для гідроциліндрів серії С

№	Марка гідроциліндра	C75/30 200.2	C75/30 200.3	C100/40 200.3	C100/40 400/3
	Об'єм рідини яка виштовхується новим гідроциліндром	0,020	0,020	0,020	0,020
	Граничний питомий об'єм рідини яка виштовхується	0,024	0,024	0,024	0,024
	ККД нового гідроциліндра	0,92	0,92	0,95	0,95
	Допустимий ККД	0,728	0,728	0,76	0,76
	Граничний ККД	0,824	0,824	0,855	0,855

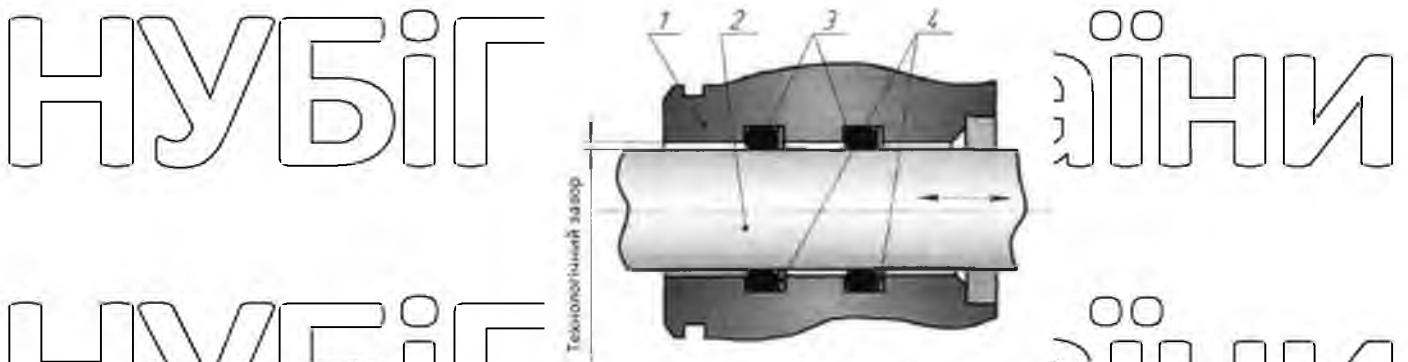


Рис. 1.1. Схемне зображення конструкції штокового ущільнювального вузла гідроциліндра серії С

Шток 2 з отвором передньої кришки 1 утворює з'єднання з технологічним зазором. З метою забезпечення герметичності з'єднання в канавках отвору передньої кришки гідроциліндра встановлені гумові кільця 3. Для запобігання видавлювання кілець в зазор з боку низького тиску встановлюються кільця 4 прямокутної форми, що виготовляються зі фторопласту.

На шток гідроциліндра навісної системи трактора при транспортних переїздах діють динамічні навантаження у вертикальній і горизонтальній площинах. Поперечні навантаження можуть негативно впливати на штоковий вузол, викликати знос поверхонь, а також згинати та деформувати шток. Знос отвору передньої кришки також може бути змінним. Різниця між зносом по пояску створу передньої кришки обумовлено умовами роботи та конструктивним виконанням гідроциліндра. Необхідно зазначити, що 3-й поясок знаходиться ближче до зовнішньої частини гідроциліндра та в процесі експлуатації працює в умовах великого навантаження. На відміну від 1-го пояска, що знаходиться в середині гідроциліндра та ізолюваний ущільненнями від зовнішнього середовища, він працює в умовах машиння. При цьому 3-й поясок гідроциліндру працює в умовах сухого тертя. Збільшення зазору в штоковому ущільнювальному вузлі вище технологічного, а це призводить до зменшення контактних напружень ущільнювальних кілець та збільшенню робочого об'єму, який вноситься на поверхню штоку. Але дослідники стверджують, що переважаючий вплив на збільшення об'єму гідроциліндра мають пошкодження.

За результатами аналізу наукової роботи [11], встановлено, що 70-80% штоків гідроциліндрів, які надійшли в ремонт мають корозійні пошкодження та потребують відновлення. Вони в середньому складають від 35-65% загальної площі поверхні штока.

Причиною появи подряпин та ерозійних каверн на поверхні штоку та гільзи гідроциліндра є заклинювання в з'єднаннях або затримання в ущільненнях дрібних частинок абразиву, що збільшує напруження в місцях контакту [12]. За результатами експериментів, що наведені в статті [13], встановлено, що 80 % абразивних пошкоджень штоків знаходяться у верхній частині поверхні, в тому місці де шток сприймає найбільше навантаження від поверхні передньої кришки.

Біля передніх кришок також спостерігаються подряпини на поверхні, що з'єднана зі штоком гідроциліндра. Зазначені пошкодження робочих поверхонь гідроциліндра спостерігаються в зоні найбільшого контактного тиску – зоні з'єднання з штоком.

Характерними дефектами поверхонь поршнів гідроциліндрів є поперечні подряпини, що становлять близько 60%. Слід звернути увагу на те, що для передніх кришок поршнів подряпини на поверхні не є вибракувальним параметром, оскільки геометрична здатність ущільнення визначається станом самого ущільнювача та поверхні, з якою цей ущільнювач з'єднаний.

Розглянемо механізм утворення та проходження підтікань гідроциліндрів при роботі на прямому та зворотньому ходах.

При роботі гідроциліндрів мобільних енергетичних засобів « на підйом» поршень 5 піднімається відносно гільзи 4 за рахунок тиску гідравлічної оливи до 20 МПа, який створюється гідравлічним насосом (рис. 13). При переміщенні поршня 5 зростає об'єм поршневої зони, а штокова зона, навпаки, зменшується в об'ємі, витісняє робочу гідравлічну рідину із гідроциліндра. Для запобігання перетікання робочої гідравлічної рідини з поршневої області в штокову використовується поршневе ущільнення.



Рис. 1.3. Схемне зображення роботи гідроциліндрів при виконанні операції «на піднімання»

Поршень зі штоком гідравлічного циліндра закріплений за допомогою гайки і при цьому утворюється нерухоме з'єднання, що герметизується гумовим кільцем (уцільненням), яке встановлене в отворі поршня.

Підтікання гідравлічної оливи через поршневий уцільнювальний вузол відбувається в результаті зносу зовнішньої поверхні поршня, а також зносу та дефектів внутрішньої поверхні гільзи. Усадка навісної машини приводить до необхідності підтримувати її в транспортному положенні.

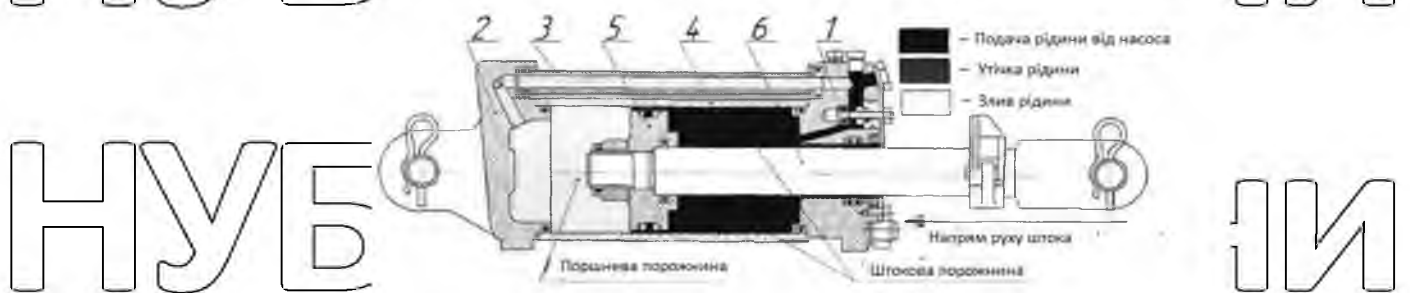


Рис. 1.4. Принципова схема роботи гідроциліндра при виконанні операції «на опускання»

Під час роботи гідроциліндра «на опускання» відбувається переміщення поршня 5 відносно гільзи 4 за рахунок тиску гідравлічної оливи до 20 МПа, який створюється гідравлічним насосом (рис. 1.4). При русі поршня 5 збільшується об'єм поршневої зони. А штокова зона, навпаки, зменшується в об'ємі, витісняє робочу рідину із циліндра. При цьому штокова зона

гідроциліндра герметизується одночасно поршковими та штоковими ущільненнями.

В процесі роботи гідроциліндра в гідравлічній системі трактора або ж МЕЗ відбувається переміщення штока 6 відносно передньої кришки 1.

Ущільнювальне кільце запобігає перенесення робочої рідини поверхнею штока.

Одночасно на шток діє осьова та радіальна сила що призводить до зносу з'єднувальних деталей. Слід зазначити, що на зменшення механічного ККД впливає зменшення сили, яка підтримується гідроциліндром. При цьому можна

прослідкувати зменшення сили, що відбувається в результаті порушення

співвідносності з'єднувальних деталей гідроциліндра. Зазначене призводить до понад допустимих витрат палива та періодичних навантажень інших агрегатів гідросистеми під час транспортування.

Після дослідження показників експлуатаційної надійності гідроциліндрів

та аналізу причин характерних відмов можемо зробити висновок:

- ресурс гідроциліндрів в умовах експлуатації в 1,5 рази нижчий ніж зазначено заводом-виробником;

- критерієм допустимого стану гідроциліндра є зменшення загального ККД або збільшення об'єму робочої рідини яка виводиться штоком,

у зв'язку з порушенням періодичного контролю та заміною ущільнення;

- на зміну загального ККД гідроциліндра впливає знос зовнішньої поверхні штока, знос внутрішньої поверхні отвору передньої кришки, знос зовнішньої поверхні поршня, знос та дефекти гільзи циліндра, зігнутість штока;

- на зміну об'єму робочої гідравлічної рідини, що виноситься поверхнею штока впливають наступні причини: знос внутрішньої поверхні отвору передньої кришки; наявність дефектів зовнішньої поверхні штока.

1.2 Аналіз методів і засобів оцінки технічного стану гідроциліндрів

Важливим завданням ремонтного виробництва при формуванні якості відновлення працездатності гідраагрегатів, є оцінка технічного стану та

визначення функціональних параметрів робоздатності об'єкту дослідження. В наукових дослідженнях [14; 15; 16] описаний метод оцінки технічного стану гідроциліндра за параметрами штокового та поршневого вузлів з використанням стенду КИ-4815М, гідравлічна схема якого представлена на рис. 1.5.

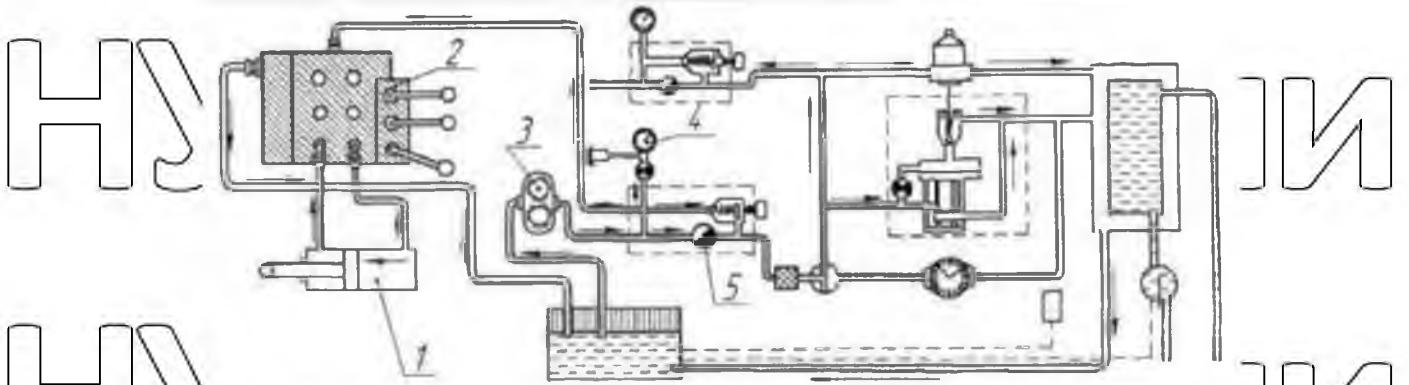


Рис. 1.5 Гідравлічна схема випробування гідроциліндрів на стенді КИ-4815М; 1 – гідроциліндр; 2 – розподільник; 3 – насос; 4 – манометр; 5 – дросель.

Перевірка герметичності поршневого та штокового ущільнення вузлів гідроциліндра проводиться при встановленні поршня в середнє або крайнє положення, при закріпленні його в нерухомиому положенні. Від'єднавши рукав поршневої області циліндра, що досліджується, від штуцера розподільника, опускаємо його в мірний стакан, а штуцер розподільника закриваємо заглушкою. Після цього, з допомогою дроселя стенда КИ-4815 встановлюємо тиск в штоковій області гідроциліндра, що становить 100 кгс/см^2 [14, 66, 18].

Витікання робочої гідравлічної рідини через ущільнення поршня та штока гідроциліндра збирають в мірну меизурку для аналізу роботи. Проведені авторами старті випробування показали, що діагностика гідроциліндрів зазначеним способом дає можливість виявити лише відмови, які пов'язані з порушенням цілісності ущільнень, протікання через які має потокоподібний вид.

В літературних джерелах [1; 13; 20] дослідниками представлено метод оцінки технічного стану за параметрами герметичності вузлів ущільнень з

використанням стисненого повітря. Так, згідно [13] діагностику проводять таким чином, що поршень циліндра встановлюють використанням тягового гідроциліндра в крайнє положення. Після цього за допомогою розподільника діагностованого гідроциліндра поршнем здійснюється повітряно-поступальний рух. Встановлюють і регулюють заданий тиск повітря в області гідроциліндра. При русі поршня діагностуючого гідроциліндра в напрямку збільшення об'єму діагностуючої області відбувається її заповнення повітрям через блок зворотних клапанів. При русі штока в бік зменшення об'єму діагностуючої області, повітря через блок зворотніх клапанів та редукційний клапан потрапляє на газовий лічильник.

Після виконання заданого числа повних рухів штока гідроциліндра проводять зняття показників газового лічильника. З отриманого показника лічильника отримують початкові дані та здійснюють порівняння за отриманою різницею з еталонною для даної конструкції гідроциліндра.

Автори наукової статті [1] представлено спосіб оцінки герметичності ущільнювальних вузлів гідроциліндрів за швидкістю витікання повітря. Принципова схема пристрою для контролю технічного стану ущільнень гідроциліндра (рис. 1.5) має розподільник повітря 1, який має один вхідний канал, який зв'язаний через зворотній клапан 12 з повітряною магістраллю, та три вихідних канали, які з'єднані з робочою областю гідроциліндра, заглушкою 4 та манометром 2. Для контролю герметичності ущільнень пристрій підключають до області гідроциліндра. Необхідно пам'ятати, що час падіння тиску повітря від 0.3 до 0.25 МПа не повинно бути меншим 60с.

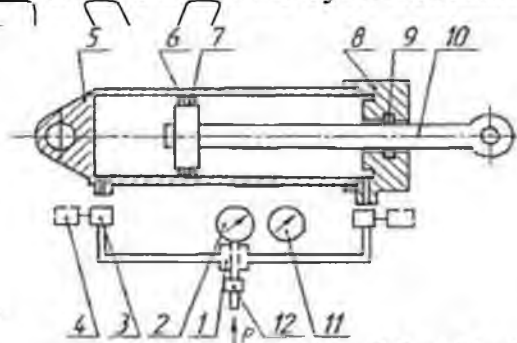


Рис. 1.6. Принципова схема пристрою для контролю технічного стану ущільнень гідроциліндра.

1 – розподільник повітря; 2 – манометр; 3,4 – зміні штуцери та заглушки;
5, 8 та 10 – корпус, кришка та шток гідроциліндра; 6, 7, 9 – контролюючі
манжети; 11 – індикатор часу; 12 – зворотній клапан

За функціональними параметрами працездатності, відповідно до ГОСТ 16514 [21], можна проводити оцінку стану силових гідроциліндрів. Зазначеними функціональними параметрами є наступні: питомий об'єм робочої рідини, що виводиться поверхнею штока; загальний коефіцієнт корисної дії. Тут також представлені вимоги до використання та допустимі значення питомого об'єму робочої рідини, яка виноситься поверхнею штока, та загального ККД для різних типів гідроциліндрів.

Авторами окремих наукових статей встановлено, що використання в ремонтному виробництві засобів діагностики гідравлічних агрегатів не дають можливість визначити вказані параметри працездатності.

Виходячи із зазначеного, необхідна розробка пристосування для визначення питомого об'єму робочої рідини, що виноситься поверхнею штока та загального ККД за методикою, що представлена в нормативних документах ГОСТ 18464-96 [22].

1.3 Дослідження характерних відмов та експлуатаційної надійності гідроциліндрів

Виходячи з представленого в параграфах 1.1 та 1.2 аналізу, можна виділити декілька способів відновлення робоздатності гідроциліндрів, які мають свої переваги та недоліки. Видно, що ресурсно визначаючим для гідроциліндрів є штоковий та поршневий ущільнюючі вузли. Найбільш широке застосування на ремонтних підприємствах та станціях технічного обслуговування набув спосіб ремонту заміною ремонтних комплектів включаючи ущільнювальні кільця на нові. У випадку наявності дефектів на робочих поверхнях штоків та гільзи, для їх усунення застосовують

напівавтоматичне наплавлення в середовищі вуглекислого газу або ж вібродугового наплавлення в струмені рідини. Собівартість зазначених способів не перевищує 30% від вартості нового гідроциліндра. Слід пам'ятати, що при цьому ресурс гідроциліндру повинен становити 30-60 % від доремонтного ресурсу [23, 25]. Недоліками нанесених для відновлення покриттів є висока температура нагрівання деталі 350-450°C та висока трудоемкість механічної обробки після відновлення.

В інтернет-джерелах запропоновано спосіб ремонту деталей гідроциліндра з використанням заміни зношеного штоку та гільзи на нові деталі: хромований шток та гільзу із хромованої труби відповідного діаметра та довжини. Шток і трубу для ремонту гідроциліндра який виготовлено з матеріалів Ст 35, Ст 45, Ст 40х [24], поверхня штока оброблена твердим хромом на глибину 20 мкм. Штоки також можуть постачатися із загартованістю на глибину до 2 мм. Зазначено, що для штоків довжиною 600...1700 мм можливе відновлення гідроциліндру гартуванням СВЧ. Проведення ремонту представленим способом забезпечує міжремонтний ресурс гідроциліндрів на 80% доремонтного ресурсу. Даний спосіб раціонально застосовувати до гідроциліндрів з дефектами які або відновити неможливо або таке рішення нерентабельне; розрив штоку, деформація гільзи, зігнутість штока з деформацією, корозія та інше. Попередній розрахунок собівартості ремонту гідроциліндрів марок С100/40х400 та С75/30х400 із врахуванням витрат на комплектуючі показав, що собівартість ремонту заміною деталей на нові складає 80% від вартості нової деталі.

Технологія відновлення штока при ремонті дуже нагадує технологію виготовлення, відмінність становить лише у введенні операції зі збільшення діаметра та проведення фінішних технологічних операцій. Відома також технологія відновлення деталей гідроциліндра, що полягає в наплавленні проточеного штока в середовищі вуглекислого газу порошковими проволками з наступним шліфуванням та хромуванням. Твердість покриття складає 50...58 одиниць HRC. Штоки гідроциліндрів також можна відновити під збільшений

діаметр, але при цьому отвори передніх кришок розточують та не відновлюють. Зазначена технологія має цілий ряд недоліків, що включають високу вартість обладнання та матеріалів для наплавлення, можливе використання гальванічних елементів, порушення ступеню стискання гумових кілець, що призводить до їх швидкому зносу при експлуатації.

В наукових статтях [15,16] авторами представлено спосіб ремонту гідроциліндрів за допомогою встановлення додаткових деталей. При цьому, зношений отвір під шток в передній кришці відновлюють розточуванням, а після розточування проводять запресування бронзової або чавунної втулки.

Потім втулки підганяють під розмір штока, витримавши при цьому зазор 0,2-0,15мм. Але застосування такого методу не можлива з серією гідроциліндрів серії С через їх конструктивні особливості. Потім зовнішню поверхню штока відновлюють шліфуванням з хромуванням. Внутрішню поверхню гільзи циліндра розточують під збільшений розмір після чого хромують. При цьому поршень замінюється на новий, який виготовлений з збільшеним діаметром циліндричної поверхні та кільцевої канавки під ущільнююче кільце. При цьому діаметр гільзи рекомендують збільшити не більше ніж на 320 мкм. Але експериментальними дослідженнями встановлено, що зі збільшенням діаметра ущільнення зовнішньої поверхні, значно зменшується контактний тиск ущільнення та виникає ймовірність його видавлення в утворений зазор. Оптимальним рішенням для відновлення є розточування та хонінгування внутрішньої поверхні гільзи під номінальний розмір після операції обтискання.

В багатьох інтернет джерелах, включаючи [25] представлено спосіб відновлення гільз гідроциліндрів методом нанесення полімерного покриття, який базується на заповненні рідкою полімерною композицією з наступним її затвердінням та утворенням щільного зазору. Після затвердіння полімеру слідує механічна обробка поверхні циліндру, що проводиться для утворення фасок. Застосування такого методу забезпечує високу точність та чистоту внутрішніх поверхонь металопластмасових циліндрів, але дана полімерна

композиція не забезпечує потрібної стійкості до утворення каверн, подряпин та задирів.

Ефективним способом відновлення деталей гідроциліндрів є електроконтактне пнапавлення присадних матеріалів [26-28]. Спосіб ззазначений полягає у приварюванні до відновлюваної поверхні деталі імпульсом до 15кА листового матеріалу, проводки або ж порошку. Недоліком зазначеного способу є те, що після зазначеного способу ускладнюється можливість шліфувати деталі понад 200 мм.

В статті [29] запропоновано метод підвищення ресурсу гідроциліндрів зі зміною конструкції елементів ущільнення з використанням технологій поверхневого змінення електроіскровим легуванням та полімерного композиційного матеріалу.

В науковій роботі [30] детально представлені способи підвищення довговічності ущільнень вузлів гідроциліндрів із застосуванням різних типів конструкцій ущільнень. Основним недоліком є те, що при втраті працездатності металічної деталі ущільнюючого вузла їх заміна не дасть можливість досягти повного ресурсу та довговічності згідно нормативів.

Авторами наукової статті [31] запропоновано спосіб реставрації та забезпечення ресурсу штоків гідроциліндрів електроіскровим легуванням. В якості матеріалу зміщення в статті запропоновано взяти матеріали 65Г, ХГСА, ВК8 та Т1К56. Одним із перспективних напрямів відновлення гідроциліндрів є метод електроіскрової обробки [32, 33].

Одним із перших зазначений метод було використано професором Х.Бурумкуловим з своїми аспірантами, роботи яких і в останні десятиліття використовують на ремонтних і сервісних підприємствах. Виходячи з аналізу розглянутих методів метод ЕІО є найбільш перспективним та ефективним для застосування при відновленні працездатності деталей гідроагрегатів, включаючи гідроциліндри.

1.4 Вивчення методу електроіскрової обробки при ремонті гідроциліндрів та відновлення деталей

Технологічний процес електроіскрової обробки металів при їх відновленні заснований на використанні явища електричного імпульсу розряду, що проходить між електродами в результаті чого має місце наплавлений викид металу (анода) [34-36]. Фізична модель процесу метод електроіскрової обробки приведено на рис. 1.7.

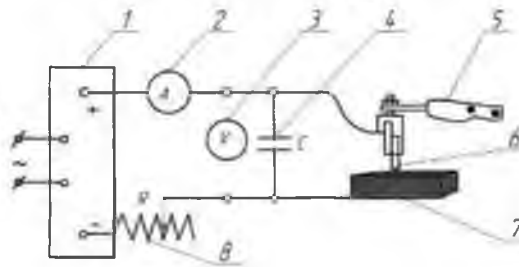


Рис. 1.7. Фізична модель відновлювального процесу ЕІО: 1 – стандартне джерело струму; 2 – амперметр; 3 – вольтметр; 4 – ємність накопичувальних батарей; 5 – вібратор; 6 – електрод; 7 – деталь; R – активний опір

За представленої фізичної моделі, (рис. 1.7), при ЕІО анодом є наплавляючий електрод, а катодом – деталь, що підлягає відновленню. Нанесені покриття, в залежності від режимів, можуть бути або деталь чистовими або грубими. Чистові покриття наносяться при струмі замикання $I_{кз} < 10$; грубі при $I_{кз} > 10$ А, напруга холостого ходу $U_{хх} < 50-60$ В. При використанні методу ЕІО, процес нанесення покриття може відбуватися при короткому замиканні поверхонь електроду та відновленої деталі або ж в режимі пробиття в межах електродного простору.

Сучасні пристрої для ЕІО типу «БІГ» мають широкий діапазон електричних режимів, яким відповідають відповідні значення середніх робочих струмів-напруг та їх розподіл, а також ємностей накопичуючи конденсаторів.

Струм характеризує потужність режиму, ємність – енергію одного розряду режиму установки при заданій напрузі на накопичених конденсаторах.

Зміна електричного режиму роботи установки ЕІО, відбуваючись в зміну енергії одного імпульсу, дає можливість керувати якісними та кількісними

характеристиками нанесеного покриття, такими як : товщина, мікротвердість, шорсткість, розмір нерівності поверхні. З аналізу попередніх досліджень відомо, що зі збільшенням електричного режиму та робочого струму шорсткість покриття буде зростати. При використанні «м'яких» режимів ЕЮ отримуємо невелику товщину покриття перехідного шару, а нанесений шар найбільш щільний та його поверхня має найменшу шорсткість. Також зі зростанням електричного струму підвищується продуктивність нанесення покриття при ЕЮ, кількість перенесеного на оброблену поверхню електродного матеріалу та витрата електроду.

Також час проходження ЕЮ впливає на якісні характеристики покриття, особливо при використанні електродів з твердих сплавів, які значно відрізняються за властивостями, хімічним складом матеріалу деталей які обробляються. Зі збільшенням часу обробки, поступово вихідна поверхня деталі при ЕЮ набуває нової особливої форми, з'являються нові ділянки поверхні деталі під впливом іскрових розрядів, в тому числі і ділянки, у яких уже є елементи матеріалу електрода. Тобто при ЕЮ зростає щільність покриття. Застосування того чи іншого матеріалу електродів дозволяють надавати поверхневому шару оброблювальної деталі особливих властивостей, що є дуже близькими до властивостей електродного матеріалу.

До I групи матеріалів ЕЮ належать нітратні, карбідні, боридні з'єднання тугоплавких металів, які можуть мати невелику кількість металічних зв'язків.

До цієї групи входить і ряд марок твердих сплавів типу ТН-20, КТН-16, Т-3, які за своїми властивостями близькі до сплаву типу ТК.

Вони мають порівняно високий коефіцієнт тертя, який знаходиться в межах від 0,3 до 0,7. Такі покриття для деталей тертя гідроциліндрів мало використовуються без додаткової обробки, яка знижує коефіцієнт тертя.

До II групи електродних матеріалів ЕЮ належать м'які метали та сплави включаючи мідь, срібло, золото, алюміній, олово, свинець. Основною перевагою нанесення покриття одним із матеріалів другої групи методом ЕЮ

перед іншими полягає в тому, що вони характеризуються високою міцністю з'єднання покриття з основним металом деталі (близько 60 МПа).

До III групи електродних матеріалів можна віднести всі інші матеріали, такі як нікель, титан, хром, вольфрам, молибден та сплави на їх основі, в тому числі і феросплавів; значну кількість чавунів а також кремній та графіти.

Формування електроіскрового шару та умови експлуатації оброблюваної поверхні деталі, як правило і формує вибір матеріалу, який буде наноситись при відновленні. Характерним недоліком ЕІО, тобто методу відновлення, є

відсутність отримання товстих покриттів з підвищеною суцільною поверхнею щільністю понад 90%, які необхідні для відновлення складових гідроциліндра.

Як висновок – в останні десятиліття технологічна основа формування товстостінних електричних покриттів при ЕІО постійно покращується та підлягає удосконаленню. Тобто даний напрям ЕІО досліджено не повністю і потребує детального вивчення, аналізу та синтезу.

Задачі магістерської кваліфікаційної роботи

1. Провести дослідження функціональних параметрів роботи силових гідроциліндрів, характерні зноси та дефекти деталей та встановити залежність зниження ККД від зносу деталей ресурсно визначених з'єднань.

2. Сформуванати напрями підвищення міжремонтного ресурсу силових гідроциліндрів серії С при ремонті сільськогосподарської техніки.

3. Розробити технологічну основу формування електроіскрових покриттів з підвищенням контактної суцільності та визначити раціональні режими відновлення зношених поверхонь силових гідроциліндрів.

4. Провести експлуатаційні випробування на встановити значення ресурсів силових гідроциліндрів, що відновлені електроіскровим методом.

5. Удосконалити технологічний процес ремонту гідроциліндрів, що забезпечує підвищення їх 80% міжремонтного ресурсу до рівня доремонтного.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПІДВИЩЕННЯ МІКРОМОНТНОГО РЕСУРСУ ГІДРОЦИЛІНДРІВ

2.1 Дослідження факторів, що призводять до зниження коефіцієнта корисної дії гідроциліндрів

З метою виявлення та дослідження факторів, які впливають на зменшення загального коефіцієнту корисної дії, пропонується провести розрахунковий аналіз через кут не співвісності вісі циліндра з віссю штока a (рис. 2.1). Попередніми дослідженнями встановлено, що при відсутності дефектів на поверхнях деталей гідроциліндра загальний ККД буде дорівнювати його механічному і обчислюватись за формулою

$$\eta = \frac{F_{\text{роз.}}}{F_{\text{ж}}}, \quad (2.1)$$

де $F_{\text{роз.}}$ – сила, що розвивається гідроциліндром, Н;

$F_{\text{ж}}$ – сила тиску гідравлічної робочої рідини на поршень гідроциліндру, Н.

Проаналізуємо сили що діють на гідроциліндр під час експлуатації трактора чи МЕЗ. Зобразимо розрахункову схему роботи гідроциліндра під навантаженням.

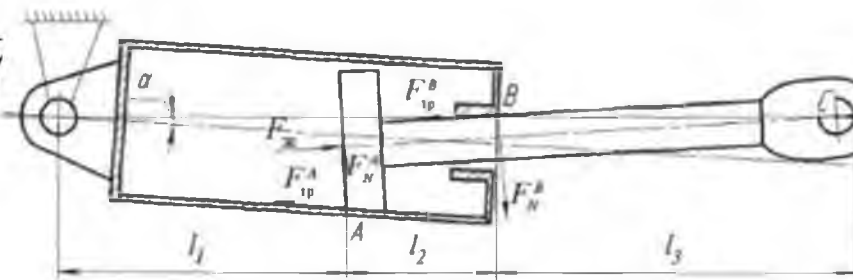


Рис. 2.1. Силова схема роботи гідроциліндра під навантаженням

На рис. 2.1 бачимо, що поршень спрягається до внутрішньої поверхні гільзи гідроциліндра в точці А. Так як площа поверхні, що дотикається значно менша площі внутрішньої поверхні гільзи гідроциліндра, точку А можна уявити як точку дотикання до лінії. Те ж стосується і точки В, яка розміщена на поверхні отвору передньої кришки гідроциліндра. Попередніми мікрометричними дослідженнями встановлено, що точки А та В розміщені в

місцях опори поверхонь гідроциліндра, які контактують у перерізах, що найбільш зношуються.

Слід зазначити, що при роботі гідроциліндра на підйом, під дією сили робочої рідини $F_{ж}$, що прикладена до поршня, та силою що ними розвивається

$F_{роз.}$, та при зазорах в ущільненнях, виникає порушення співвісності штока та

поршня відносно гільзи та передньої кришки на кут α , що призводить до підвищення тертя поверхонь в поршневому вузлі в точці А, а також в штоковому вузлі – точці В, як представлено на рис. 2.1. Слід зазначити, що в

точці А прикладена сила реакції опори – сила з якою поршень тисне на стінку

гільзи $F_{N^A}^A$, що направлена вгору, перпендикулярно внутрішній поверхні гільзи

гідроциліндра. При цьому, до точки В прикладена сила реакції опори $F_{N^B}^B$, саме з якої шток тисне на внутрішню поверхню передньої кришки гідроциліндра, яка

направлена вниз, перпендикулярно поверхні штока (рис. 2.1).

Виходячи з геометричних параметрів, що приведені на рис. 2.1 та із врахуванням їх напрямлення, проведемо складання рівняння сил:

$$F_{ж} = F_{тр}^A \cdot \cos \alpha + F_{тр}^B + F_{роз.} \cdot \cos \alpha \quad (2.2)$$

де $F_{тр}^A$ – сила тертя в спряженні «поршень-гільза» гідроциліндра, Н;

$F_{тр}^B$ – сила тертя в спряженні «шток-передня кришка» гідроциліндра, Н.

При цьому, кінематичну схему гідроциліндра та діючих на шток сил зобразимо на рис. 2.2.

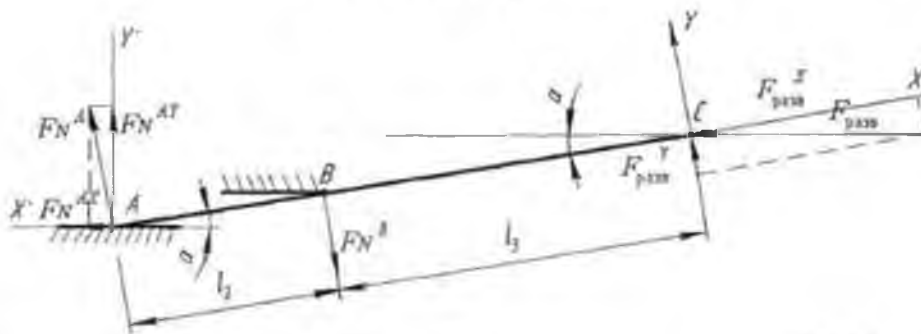


Рис. 2.2. Кінематична схема роботи гідроциліндра та діючих на шток сил під навантаженням

Оскільки сила $F_{розр}$ прикладена до точки С під кутом α , то представимо систему координат XY, при чому вісь X розмістимо паралельно лінії ABC, а силу $F_{розр}$ розкладемо на сили $F_{розр}^Y$ та $F_{розр}^X$ (рис 2.2). З наведеної на рис. 2.2 схеми, сила $F_{розр}^Y$ визначається за наступною формулою:

$$F_{розр}^Y = F_{розр} \cdot \sin\alpha, \quad (2.3)$$

Складемо рівняння діючих сил при умові $\sum M_A = 0$.

$$F_{розр}^Y \cdot (l_2 + l_3) - F_N^B \cdot l_2 = 0 \quad (2.4)$$

Враховуючи рівняння 2.3, виразимо силу F_N^B наступним чином:

$$F_N^B = \frac{F_{розр} \cdot \sin\alpha \cdot (l_2 + l_3)}{l_2}. \quad (2.5)$$

При цьому, сила тертя визначається дією сили реакції опори F_N^B на коефіцієнт тертя між деталями штокового вузла гідроциліндра:

$$F_{тр}^B = F_N^B \cdot \eta_{тр}^B = \frac{F_{розр} \cdot \sin\alpha \cdot (l_2 + l_3) \cdot \eta_{тр}^B}{l_2} \quad (2.6)$$

де, $\eta_{тр}^B$ – коефіцієнт тертя між деталями штокового вузла гідроциліндра.

Складемо рівняння діючих сил при $\sum M_B = 0$.

$$F_{розр}^Y \cdot l_3 - F_N^A \cdot l_2 = 0 \quad (2.7)$$

Враховуючи рівняння 2.4, з рівняння 2.7 виразимо силу F_N^A наступним чином:

$$F_N^A = \frac{F_{розр} \cdot \sin\alpha \cdot l_3}{l_2}. \quad (2.8)$$

До розрахунку сили реакції опори, що прикладена до поверхні ковзання точки, задамося системою координат XY, направивши вісь X паралельно поверхні ковзання. Після цього, прикладену в точці А силу розкладемо на складові сили F_N^{AY} та F_N^{AX} . Тоді реакція опори F_N^{AY} дорівнює:

$$F_N^{AY} = F_N^A \cos\alpha. \quad (2.9)$$

Із врахуванням формули 2.7 залежність 2.9 можна представити наступним чином:

$$F_N^{AY} = \frac{F_{розр} \cdot \sin\alpha \cdot l_3}{l_2} \cos\alpha. \quad (2.10)$$

Слід зазначити, що сила $F_{тр}^A$ знаходиться відношенням суми реакції опори F_{ν}^{AX} на коефіцієнт тертя між деталями поршневого вузла гідроциліндра.

$$F_{тр}^A = \frac{F_{розр} \cdot \sin a \cdot l_3 \cdot \eta_{тр}^a \cdot \cos a}{l_2} \quad (2.14)$$

Представимо рівняння 2.2 з врахуванням рівнянь 2.5 та 2.11

$$F_{ж} = \frac{F_{розр} \cdot \sin a \cdot l_3 \cdot \eta_{тр}^a \cdot \cos^2 a}{l_2} + \frac{F_{розр} \cdot \sin a \cdot (l_2 - l_3) \cdot \eta_{тр}^B}{l_2} \cdot F_{розр} \cdot \cos a \quad (2.12)$$

Згідно залежності 2.1, із врахуванням виразу 2.3 коефіцієнт корисної дії гідроциліндра розраховується за наступною залежністю:

$$\eta = \frac{l_2}{\sin a \cdot l_3 \cdot \eta_{тр}^a \cdot \cos^2 a} + \frac{l_2}{\sin a \cdot (l_2 + l_3) \cdot \eta_{тр}^B} + \frac{1}{\cos a} \quad (2.13)$$

Виходячи з проведених розрахунків, зазначимо, що теоретична залежність 2.13 показує, що підвищити ККД гідроциліндра можна зниженням коефіцієнтів тертя в штоковому та поршкових ущільнюючих вузлах. При цьому, збільшення кута неспівпадіння вісі циліндра з віссю штока приводить до зниження загального ККД гідроциліндра. Кут α , що дорівнює сумі кута неспівпадіння, що виникає через зноси деталей та кута неспівпадіння, що виникає через зноси деталей та кута, що виник у зв'язку із зігнутістю штока гідроциліндра:

$$\alpha = \alpha_{знос} + \alpha_{зігнут.шт.} \quad (2.14)$$

Переведемо формулу розрахунку кута неспівпадіння штока в залежності від зазорів в ущільненнях. Для цього представимо кінематичну схему роботи гідроциліндра на підйом при відсутності зазору в поршковому вузлі (рис. 2.3.

а) та в штоковому (рис. 2.3. б)

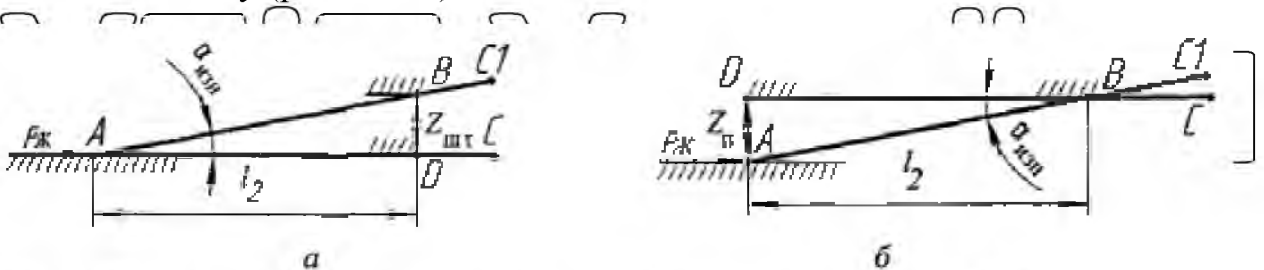


Рис. 2.3. Кінематичні схеми роботи гідроциліндра:

а – при відсутності зазору в поршковому вузлі, б – при відсутності зазору в штоковому вузлі.

На рис. 2.3. відрізок АВ відображає шток, що зміщено на кут зміщення через присутність зазору $Z_{шт}$ в з'єднанні «шток – передня кришка» та зазору $Z_г$ в з'єднанні «поршень – гільза» гідроциліндра, а відрізки AD (рис. 2.3. а) та BD (рис. 2.3 б.) – шток в не зміщеному положенні гідроциліндра. Таким чином, з аналізу рис. 2.3 встановлено, що зазори відсутні.

Зазор в штоковому вузлі $Z_{шт}$ складається з технологічного зазору, значення зносу отвору передньої кришки та зносу поверхні штоку гідроциліндру:

$$Z_{шт} = Z_{тех}^{шт} + U_{кр} + U_{шт} \quad (2.15)$$

Значення технологічного зазору нових гідроциліндрів $Z_{тех}$ за результатами досліджень підлягають нормальному закону розподілу та є постійною величиною.

Так як трикутник ABD є прямокутним, то за теоремою Піфагора, кут $\alpha_{зн}$ визначається за наступною формулою:

$$\alpha_{зн} = \arccos\left(\frac{l_2}{\sqrt{l_2^2 + (Z_{тех}^{шт} + U_{кр} + U_{шт})^2}}\right) \quad (2.16)$$

Аналогічні результати отримали при введенні аналітичної залежності для розрахунку кута $\alpha_{зн}$ в залежності від зазору в поршневому вузлі гідроциліндра, який складається з технологічного зазору, значення зносу гільзи $U_{г.ц}$ та значення зносу зовнішньої поверхні поршня U_n :

$$Z_n = Z_{тех}^n + U_{г.ц} + U_n. \quad (2.17)$$

Виходячи із зазначеного, формула матиме наступний вигляд:

$$\alpha_{зн} = \arccos\left(\frac{l_2}{\sqrt{l_2^2 + (Z_{тех}^{шт} + U_{кр} + U_{шт} + Z_{тех}^n + U_{г.ц} + U_n)^2}}\right) \quad (2.18)$$

Отримана залежність 2.18 дає можливість вирахувати величину кута $\alpha_{зн}$ в залежності від значень $U_{шт}$, $Z_{тех}^n$, $U_{г.ц}$, U_n деталей штокового та поршневого ущільнених вузлів гідроциліндра в конкретному положенні штока.

Разом з тим, порушення співвісності деталей гідроциліндрів також впливає на величину зігнутості штока.

Так, на рис. 2.4. приведена кінематична схема роботи гідроциліндра із зігнутим штоком.

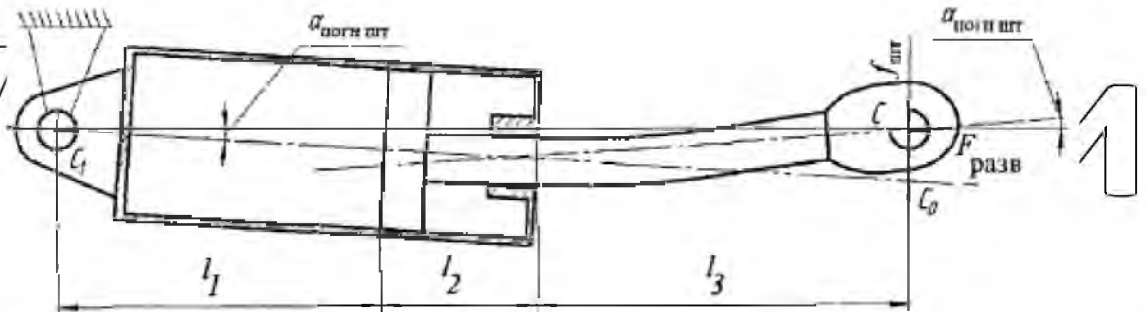


Рис. 2.4. Геометрична схема гідроциліндра під навантаженням із зігнутим штоком

На рис. 2.4 бачимо, що кут неспівпадіння штока, поршня та гільзи гідроциліндра створився через погнутість штока.

За теоремою косинусів, кут α визначається за наступною формулою:

$$\alpha_{\text{зиг.шт.}} = \arccos\left(\frac{C_1C^2 + C_1C_0^2 - C_0^2}{2C_1C \cdot C_1C_0}\right) \quad (2.19)$$

На рис. 2.4 відрізки C_1C та C_1C_0 відповідають міжосьовій відстані монтажних отворів, відповідно, при погнутому та при прямому штоку гідроциліндра. Значення їх кожної з довжин рівні між собою. Відрізок CC_0 відповідають величині погнутості зовнішньої частини штока. При повністю вийшовшому штоку, що повністю вийшов з гідроциліндра, маємо величину його погнутості.

Трикутник C_1CC_0 є рівнобедреним зі сторонами, відповідно

$C_1C = C_1C_0 = l_1 + l_2 + l_3$, та з кутом вершини $\alpha_{\text{зиг.шт.}}$. Після зміни отримаємо:

$$\alpha_{\text{зиг.шт.}} = \arccos\left(\frac{2(l_1 + l_2 + l_3)^2 - f_{\text{шт}}^2}{2(l_1 + l_2 + l_3)^2}\right) \quad (2.20)$$

Загальна залежність величини кута α від зносів деталей та поршневих ущільнень та величини погнутості штока, із врахуванням виразів 2.17 та 2.19

прийме наступний вигляд.

$$\alpha = \arccos\left(\frac{l_2}{\sqrt{l_2^2 + (Z_{\text{тех}}^{\text{шт}} + U_{\text{кр}} + U_{\text{шт}} + Z_{\text{тех}}^{\text{н}} + U_{\text{г.ц}} + U_{\text{н}})^2}}\right) + \arccos\left(\frac{2(l_1 + l_2 + l_3)^2 - f_{\text{шт}}^2}{2(l_1 + l_2 + l_3)^2}\right) \quad (2.21)$$

Отримані аналітичні залежності 2.13 та 2.21 показують, що на загальний ККД гідроциліндра впливають наступні параметри:

- коефіцієнт тертя штоком та поршнем в ущільненнях зі зменшенням їх ККД зростає, а це вказує на необхідність використання в якості покриття, при відновленні деталей гідроциліндрів, матеріалів з найменшим ККД, ніж у нових.

- знос кожної з робочих поверхонь деталей $U_{кр} + U_{шт} + Z_{тех}^n + U_{гц} + U_n$, та величини погнутості штока $f_{шт}$, при збільшенні знижують загальний ККД, а це вказує на необхідність їх усунення для досягнення максимального міжремонтного ресурсу гідроциліндра.

- важливість факторів, що впливають на загальний ККД гідроциліндра можна отримати методом експериментальних досліджень, обробки інформації та подальшого аналізу.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма та структура досліджень

Для реалізації мети і вирішення задач дослідження, урахуванням досвіду попередніх досліджень, необхідний комплексний системний підхід, який включає в себе теоретичні та експериментальні дослідження, експлуатаційну перевірку, аналіз результатів досліджень.

Проаналізуємо експлуатаційну надійність та вхідний стендовий контроль нових гідроциліндрів серії С та тих, що були в експлуатації. Попередньо гідроциліндри, що підлягали випробуванню розбиралися, проводився аналіз дефектів, зносів робочих поверхонь деталей, стаю з'єднань для встановлення закономірностей їх розподілу. За результатами отриманих вимірювань складаються статистичні ряди зносів деталей гідроциліндрів, розрахованих технологічних зазорів в з'єднаннях, відповідних для них отриманих результатів значень загального ККД. За результатами отриманих вимірювань та обробки інформації проводиться регресивний аналіз, визначались статистично залежності факторів, що впливають на загальний ККД.

За результатами проведеного регресивного аналізу проводиться багатофакторний експеримент для отримання математичної моделі, що описує залежність загального ККД від статично значущих факторів, таких: знос деталей; зігнутість штока; старіння ущільнень.

За результатам експерименту методом кругового сходження встановлювались допустимі та граничні значення зносу кожної з деталей гідроциліндра та погнутість штоку. Розглянуті способи ремонту, методи та засоби оцінки технічного стану гідроциліндрів серії С.

Для оцінки трибо-технічних та фізико-механічних властивостей електроіскрових покриттів, що будуть отримані при відновленні деталей гідроциліндра будуть проведені дослідження розподілу мікротвердості за глибиною та трибо-технічні дослідження пар тертя деталей у з'єднаннях

Виходячи з отриманих результатів досліджень та аналізу обґрунтовується технологія ремонту гідроциліндрів серії С та відновлення зношених поверхонь деталі. Буде оцінено стан усунення дефектів на робочих поверхнях штоку методом ЕЮ.

Методика передбачає встановлення відремонтованих 50 гідроциліндрів серії С на експлуатаційні випробування на трактори в аграрні підприємства України. Силкові гідроциліндри ремонтуються за обґрунтованими технологіями. Стендові випробування гідроциліндрів з оцінкою функціональних параметрів роботоздатності проводяться згідно вимогам ГОСТ 16514-96 та ГОСТ 18464 – 96.

На останньому етапі виконання магістерської роботи планується проєктувати дільницю по ремонту гідроциліндрів та впровадження результатів роботи у виробництво.

3.2 Методика досліджень технічного стану гідроциліндрів

Оцінка технічного стану нових гідроциліндрів серії С та тих, що були в експлуатації включає наразі два етапи: I етап - вхідний стендовий контроль функціональних параметрів робото здатності; II етап – мікрометраж та дослідження технічного стану деталей.

Оцінки функціональних параметрів роботоздатності нових гідроциліндрів серії С та тих, що були в експлуатації передбачає вхідний стендовий контроль таких параметрів: об'єму робочої рідини, що виноситься поверхнею штоку; значення загального ККД.

Вхідний стендовий контроль гідроциліндра виконується на стенді КИ-4815М, з додатково обладнаним гідравлічною станцією з навантажувальним гідроциліндром, при номінальному числі обертів двигуна 1200об/хв.

На стенд встановлюється насос ННІ-32К з продуктивністю 32см³/об, ККД насоса відповідно 95...97%. В якості робочої рідини застосовували індустріальну оливу И-20А ГОСТ 8581-78. Температура робочої гідравлічної

рідини при випробуваннях $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$. Для зміни витоку рідини застосовувались мензурки та мірні ємкості з поділками 1 см^3 .

Одним з етапів випробувань є обґрунтування необхідної кількості нових гідроциліндрів що досліджуються. Кількість нових гідроциліндрів, які підлягають випробуванню, для забезпечення необхідної точності розрахунків при вірогідності $\alpha = 0,95$, відносній похибці $\delta = 0,10$, законі нормального розподілу (ЗНР), загального ККД та очікуваному коефіцієнті варіації $V = 0,23 \dots 0,25$, визначається за співвідношення [13].

$$\frac{\delta}{v} = \frac{0,10}{0,22} = 0,45 \quad (3.1)$$

За таблицею 14 джерела [42], для $\alpha = 0,95$ знаходимо, що $N = 16$. З метою зменшення відносної похибки перенесення, приймаємо для забезпечення вірогідності досліджень мати 25 нових гідроциліндрів. Тому приймаємо для забезпечення досліджень 80 гідроциліндрів.

Проведемо визначення необхідної загальної кількості гідроциліндрів що були в експлуатації для дослідження їх технічного стану. Загальна кількість гідроциліндрів що були в експлуатації і підлягають випробуванню, для забезпечення необхідної точності визначення, при довірній вірогідності $\alpha = 0,95$, відносній похибці $\delta = 0,10$, закону розподілення Вейбулла-Гнеденка, очікуваному коефіцієнту варіації $V = 0,50$ та $b = 2,1$ розраховується в залежності від коефіцієнта, що розраховується за формулою [42]:

$$(\delta + 1)^b = (0,10 + 1)^{2,1} = 1,22 \quad (3.2)$$

За таблицею 14 джерела [42] для $\alpha = 0,95$ знаходимо, що число $N = 75$ шт. Для зменшення відносної похибки перенесення приймаємо для дослідження 80 гідроциліндрів, що були в експлуатації. Визначення необхідної кількості гідроциліндрів, які були в експлуатації для дослідження питомого об'єму робочої рідини що витискається поверхнею штока.

Кількість гідроциліндрів які були в експлуатації, що підлягають випробуванню, яке дає необхідну точність визначення показників при довірливій вірогідності $\alpha = 0,95$, відносній похибці $\delta = 0,10$, зону розподілу

Вейбулла-Гнеденка – розподілу питомого об'єму робочої рідини, яка вноситься поверхнею штока, що очікуваному коефіцієнту варіації $V = 0,40$ та $b = 2,7$ визначається в залежності від коефіцієнта, який розраховується по формулі [16]:

$$(\delta + 1)^b = (0,10 + 1)^{2,7} = 1,29 \quad (3.3)$$

За таблицею 14 джерела [42] для $\alpha = 0,95$ отримаємо, що $N = 48$ шт. приймаємо для дослідження 50 гідроциліндрів.

Визначення необхідної кількості гідроциліндрів які були в експлуатації для визначення загального ККД.

Число гідроциліндрів які були в експлуатації, що підлягають випробуванню, яке дає необхідну точність визначення показників при довірливій вірогідності $\alpha = 0,95$, відносній похибці $\delta = 0,10$, зону розподілу

Вейбула - розподілу удільного об'єму робочої рідини, яка вноситься поверхнею штока, очікуваному коефіцієнту варіації $V = 0,41$ та $b = 2,6$ визначається в залежності від коефіцієнта, що розраховується за формулою [42]:

$$(\delta + 1)^b = (0,10 + 1)^{2,6} = 1,28 \quad (3.4)$$

За таблицею 14 джерела [42], для $\alpha = 0,95$ знаходимо, що $N = 40$ штук.

3.2 Методика проведення стендових досліджень функціональних параметрів роботи здатності нових та тих гідроциліндрів, які були в експлуатації

В процесі випробувань і досліджень використовувались як нові так і старі силові циліндри С75. Стендові випробування функціональних параметрів роботи здатності гідроциліндрів проводились згідно ГОСТ 18464-96 [22].

Перед проведенням гідроциліндри які використовувались підлягали зовнішньому огляду та зовнішній перевірці. Після цього, гідроциліндр під

с'єднується до пристрою для оцїнки технїчного стану згїдно схеми (приведена на рис. 3.1)

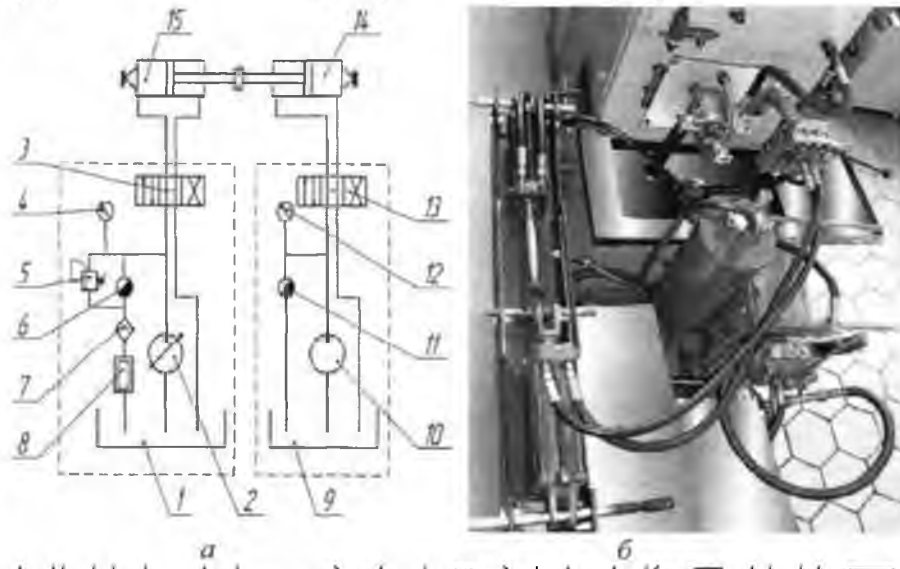


Рис. 3.1. Пристрій для оцїнки технїчного стану гїдроцилїндрів нїд навантаженням в процесї стендових випробувань

а) гїдравлїчна схема; б) фото; 1 – гїдробак стенду; 2 – насос стенду; гїдро розподїльник стенду; 4, 12 – манометри; 5 – запобїжний клапан; 6 – дресель стенду; 7 – фїльтр; 8 – охолоджуючий пристрій; 9 – гїдробак станцїї; 10 – насос гїдростанцїї; 11 – дресель гїдростанцїї; 13 – гїдро розподїльник гїдростанцїї; 14 – навантажувальний гїдроцилїндр; 15 – випробовуючий гїдроцилїндр.

З метою дослідження причини, виходячи з якої гїдроцилїндр був знятий з експлуатацїї, на I етапї визначились функцїональні параметри роботопридатностї гїдроцилїндрів в початковому станї, тобто з старим ущїльнювачем. На II етапї, згїдно ГОСТ 16514-96 [21], ущїльнення і замїнювались на новї та випробовування повторювались.

3.3 Методика мїкрометричних досліджень нових та визначення дефектїв та зносїв гїдроцилїндрів, якї були експлуатованї

- Метою проведення мїкрометричних досліджень досліджень є:
- виявлення карактерних дефектїв деталей ущїльнювачем з'єднань;
 - встановлення величин зазорів у спряженнях;

- визначення розмірів та відхилень форми гільз, поршнів, штоків, отворів передніх кришок.

Перед зміною металеві деталі розроблених гідроциліндрів очищувалися, промивалися спочатку бензином, потім водою, просушувалися та обезжирувалися.

Дефекти поверхневого шару металічних деталей (подряпини, риски, сколи) виявлялися зовнішнім оглядом, інші дефекти інструментальними методами контролю (універсальними та спеціальними засобами вимірювань), згідно вимог на капітальний ремонт гідроапаратури ТК 70.0001.018-85 [1].

Таблиця 3.1

Поверхні деталей гідроциліндра, що досліджуються

Деталь гідроциліндра	Дефект деталі	Номинальний розмір на кресленні, мм
Гільза	Знос внутрішньої поверхні	$\varnothing 75^{+0,06}$
	Попшкодження внутрішньої поверхні гільзи гідроциліндра	
Поршень	Знос зовнішньої поверхні, яка контактує з гільзою гідроциліндра	$\varnothing 75_{-0,06}^{-0,03}$
	Попшкодження зовнішньої поверхні поршня	-
Шток	Знос зовнішньої поверхні	$\varnothing 30_{-0,085}^{-0,025}$
	Попшкодження зовнішньої поверхні штока	-
Передня кришка	Знос внутрішньої поверхні, яка контактує з штоком	$\varnothing 30_{\square}^{+0,052}$
	Попшкодження внутрішньої поверхні задньої кришки	-

Методика дефектування та мікрометражних вимірювань поверхонь деталей. При виборі засобів вимірювання задовольняються наступними умови:

$$\Delta_{lim} \leq \delta \quad (3.15)$$

де Δ_{lim} – допустима похибка вибраного засобу виміру,
 δ – допустима похибка виміру.

Значення допустимої похибки δ складає 1/3 поля допуску виготовленої деталі:

$$\delta = 1/3 \cdot T \quad (3.16)$$

де T – допуск деталі,

$$T = D_{max} - D_{min} \quad (3.17)$$

де D_{max} – діаметр деталі з верхнім відхиленням;

D_{min} – діаметр деталі з нижньою межею відхилення.

У передній кришці гідроциліндра експлуатаційному зносу піддається отвір, деталі що спрягаються з робочою поверхнею штока, які мають номінальний розмір $\varnothing 30^{+0,002}$ мм, $T = 0,052$ мкм.

Звідси, за формулою 3.21 значення похибки δ буде складати:

$$\delta = \frac{1}{3} \cdot 0,052 = 0,017 \text{ мм.} \quad (3.18)$$

Для виконання рівності 3.15 вимір отвору передньої кришки слід проводити індикаторним нутроміром моделі «НИ 18-50 ГОСТ 9244», гарантія похибки вимірів 0,004 мм, з індикаторною голівкою рычажно-зубчастої групи марки 2ИГ з іншою піділки 0,002 мм. При цьому виміри проводилися відносним способом.

Так як отвір передньої кришки складається з 3 поясків, то вимір отвору слід проводити в трьох перерізах та в двох площинах під кутом 90° для визначення овальності (рис. 3.3.).

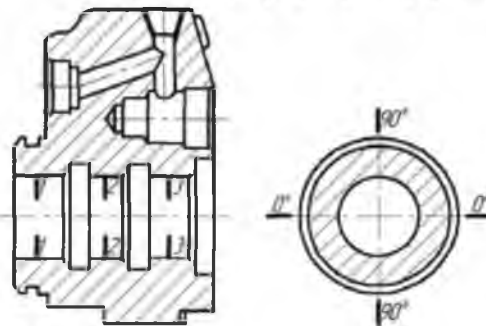


Рис. 3.3) Схема зміни отвору передньої кришки гідроциліндра

У штока гідроциліндра марки С75 зносу піддається зовнішня поверхня, яка має розмір $30_{-0,003}^{-0,025}$ мм, $T = 0,060$ мм.

Звідси, по формулі 3.15 значення похибки складає:

$$\delta = \frac{1}{3} \cdot 0,060 = 0,020 \text{ мм.} \quad (3.19)$$

У зв'язку із зазначеним, для виконання залежності (3.15) вимірювання слід проводити ричажним мікрометром моделі МР02102 з похибкою 0,003 мм та ціною поділки 0,002 мм відносним способом.

Вимірювання діаметру зовнішньої поверхні штока гідроциліндра проводиться в двох взаємо перпендикулярних площинах для визначення овальності та в п'яти перерізах для визначення конусності (рис. 3.4). Перерізи розташовані по довжині робочого ходу штока на відстані 50 мм один від одного на відстані від краю – 20 мм.

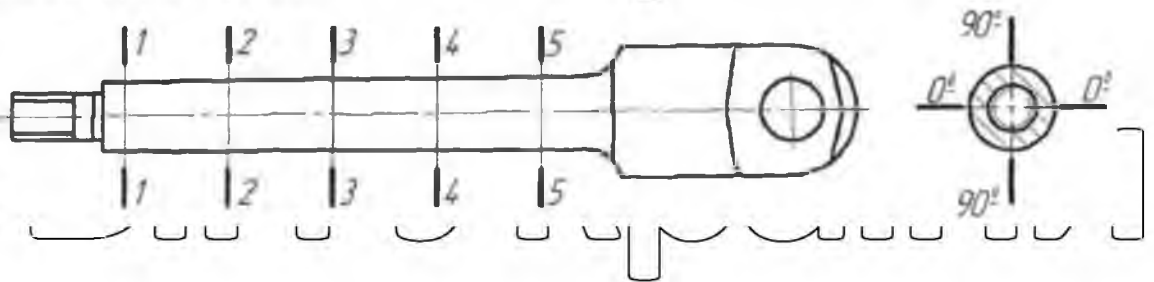


Рис. 3.4. Схема вимірювання діаметру штока гідроциліндра

Гільза циліндра піддається зносу по внутрішній поверхні, номінальний розмір якої $75_{+0,006}$ мм, $T = 0,060$ мм.

Звідси, по формулі 3.15 значення похибки складає:

$$\delta = \frac{1}{3} \cdot 0,060 = 0,020 \text{ мм.} \quad (3.20)$$

Відповідно, для виконання залежності 3.15 вимірювання розмірів внутрішньої поверхні гільзи слід проводити індикаторним нутромірмом марки НИ-100М ГОСТ 868, з похибкою вимірювання 0,015 мм, з індикаторною головкою часового типу ТЧ10 ГОСТ 577, класом точності 1 та ціною поділки 0,01 мм. Заміри потрібно проводити відносним способом.

Вимірювання внутрішнього діаметру отвору гільзи гідроциліндра проводять в двох площинах під кутом 90° для визначення овальності в 4-х

перерізах, для визначення конусності, починаючи в 20 мм від краю з відстанню між замірами 70 мм (рис. 3.4.). Слід пам'ятати, що при розробці гідроциліндра робиться мітка в вертикальній площині гільзи

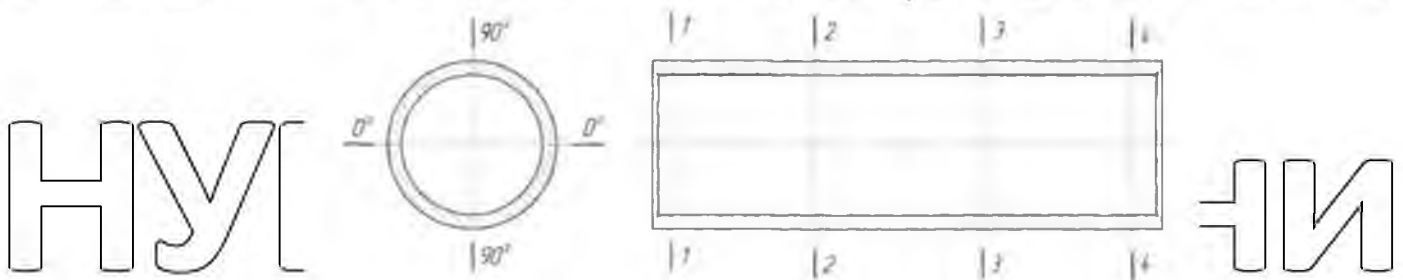


Рис. 3.4. Схема вимірювання гільзи гідроциліндра

У поршня гідроциліндра зносу піддається зовнішня циліндрична поверхня яка знаходиться у sprzęнні з внутрішньою поверхнею гільзи, яка має розмір $75_{-0,06}^{+0,03}$, $T = 0,030$ мкм.

Звідси за формулою 3.16 значення похибки буде складе:

$$\delta = \frac{1}{3} \cdot 0,030 = 0,010 \text{ мм.} \quad (3.21)$$

Для виконання (3.15) вимірювання слід проводити абсолютним способом за допомогою мікрометра МК75 2-го класу точності, ГОСТ 6507, похибка вимірів 0,004мм, ціна поділки 0,01мм.

Вимірювання діаметру зовнішньої поверхні поршня гідроциліндра виконується в двох площинах під кутом 90° для виявлення овальності в двох перерізах по поясам (рис. 3.5.). При розбиранні гідроциліндра створюється мітка в вертикальній площині поршня.

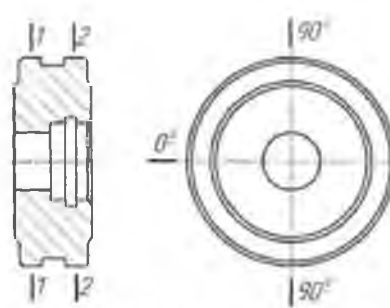


Рис. 3.5. Схема виміру поршня гідроциліндра

Одним з дефектів, що часто виявляють в процесі експлуатації гідроциліндрів є зігнутість штока. Його значення не повинно перевищувати 0,1 мм [43].

Величину зігнутості штока обирають за допомогою індикаторної головки часового типу марки ИЧ10 ГОСТ 577, клас точності 0 з ціною поділки 0,01мм, який закріплений на штативі типу ШМ – ШІ. Краї штока встановлюють на призми, до робочої поверхні торкається індикаторна головка (рис. 3.6.) повертаючи шток навколо своєї осі та переміщуючи стойки паралельно осі штока, по максимальному відхиленні стрілки індикаторної головки фіксують

зігнутість штока.

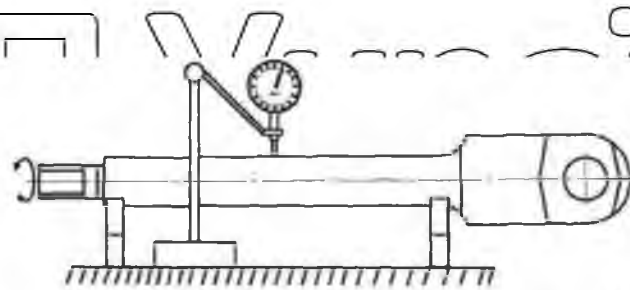


Рис. 3.6. Схема вимірювання погнутості штока

Після закінчення вимірювань проводиться первинна обробка. Після цього визначались величини зносів поверхонь. Глибина дефектів на робочій поверхні штоків визначались за допомогою приєдосування, схема якого представлена на рис. 3.7. Основа 3 яка двіма плоскими частинами опирається на поверхню штока, жорстко закріплено з індикаторною головкою часового типу 1 потрапляє в саму глибоку частину дефекту, глибину якого фіксують по різниці показників на хромовому покритті та досліджуваному дефекті.



Рис. 3.7. Схема вимірювання глибини дефектів на поверхні штока:

1 – індикаторна головка; 2 – шток; 3 – основа

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Результати дослідження технічного стану нових та тих гідроциліндрів, які були в роботі

4.1.1 Результати вхідного контролю удільного об'єму робочої рідини, яка виштовхується поверхнею штока

Розглянемо результати досліджень вхідного стендового контролю питомого об'єму робочої гідравлічної рідини, яка виштовхується поверхнею штока нових силових гідроциліндрів. Вихідний контроль нових силових гідроциліндрів показав, що винесення робочої гідравлічної рідини поверхнею штока відсутній.

Результати досліджень вхідного стендового контролю питомого об'єму робочої рідини, яка виштовхується поверхнею штока в експлуатації гідроциліндрів показала відповідний рівень параметра. Для проведення досліджень розрахунків в п. 3.2 вибірка необхідного мінімальної загальної кількості гідроциліндрів що досліджувалась і підлягала випробуванню складала 75 шт. Для досліджень було прийнято 80 шт. гідроциліндрів що були в експлуатації в сільськогосподарських підприємствах.

При цьому, гідроциліндри що прибули на ремонт, склали 80 штук і були розділені на дві групи:

- 1) I група гідроциліндрів з дефектами робочих поверхонь штоків та гільз;
- 2) II група гідроциліндрів без дефектів.

Групу I склали гідроциліндри, що мають на робочих поверхнях штоків та гільз дефекти у вигляді рисок, каверн, подряпин, залишків продуктів корозії, які впливають на величину питомого об'єму робочої рідини, яка витискається поверхнею штока, та впливає на загальний ККД гідроциліндра. Їх кількість складала 43,3% від всіх гідроциліндрів, що досліджувались із сумарної кількості 80 штук. До цієї сукупності також відносяться і гідроциліндри з дефектами на робочих поверхнях гільз в кількості 6,8%.

Групу II склали інші 56,25% із сумарної кількості гідроциліндрів, що постурили в ремонт, і не мають на робочих поверхнях штоків і жодних дефектів, але з певних причин були зняті з експлуатації.

На рис. 4.1 відображено графічне зображення відсоткового відношення гідроциліндрів які розділені на відповідні групи в залежності їх технічного стану.

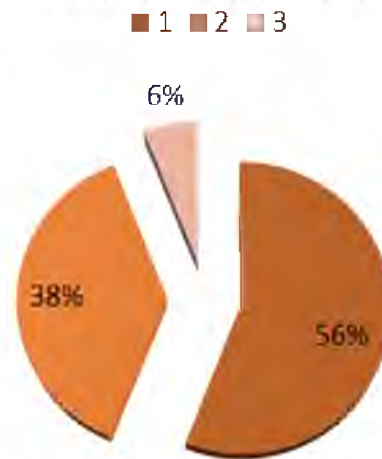


Рис. 4.1. Діаграма розподілу відмов гідроциліндрів, які розподілені відповідні групи в залежності їх технічного стану:

2 – з дефектами на поверхні штока; 3 – з дефектами на поверхні гільзи; 1 – без дефектів на робочих поверхнях гільз та штоків.

Дослідженням питомого об'єму робочої гідравлічної рідини, яка виштовхується поверхнею штока, підлягала вибірка з 45-ти гідроциліндрів, які входять до II групи, і була збільшена за результатами розрахунків в п. 3.2 до мінімальної кількості 50 шт. Результати вхідного контролю гідроциліндрів, що перебували в експлуатації в кількості 50 шт. з вихідними ущільненнями показали, що 92% мали величину питомого об'єму робочої рідини, яка виштовхується поверхнею штока вище допустимого значення. У інших гідроциліндрів, які склали 8% зазначений показник знаходиться в межах допуску.

Статистичне значення об'єму робочої рідини, яка виштовхується поверхнею штока з вихідними ущільненнями розподілені наступним чином: середнє значення $V_{cp} = 6,63 \text{ м}^3/\text{м}^2$; стандартне відхилення $\sigma = 2,81$; коефіцієнт варіації $V = 0,42$; розподіл піддається закону Вейбулла-Гнеденко. Графічне

зображення інтегральної функції розподілу питомого об'єму робочої рідини, яка виштовхується поверхнею штока з вихідними ущільненнями наведено на рис. 4.2.

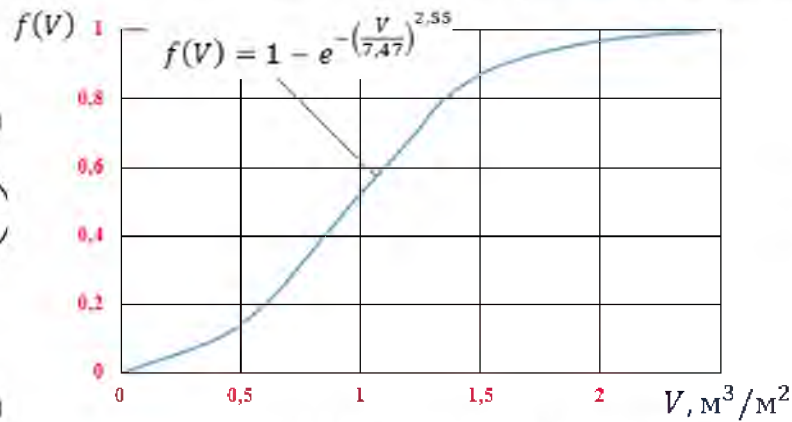


Рис. 4.2. Інтегральна функція розподілу питомого об'єму робочої рідини, що виштовхується поверхнею штока, гідроциліндрів які були в експлуатації з вихідними ущільненнями

Результати випробувань гідроциліндрів, у яких величина питомого об'єму робочої гідравлічної рідини, що виштовхується поверхнею штока, з вихідними ущільненнями виявилася вище допустимого значення. Після заміни ущільнень на нові, результати вимірювань показали, що вихід та проходження робочої гідравлічної рідини поверхнею штока не було зафіксоване. Таким чином, для усіх гідроциліндрів, що підлягали дослідженням і які не мають дефектів на робочих поверхнях штоків, герметичність штокового вузла відновлювалась шляхом заміни ущільнювального елемента.

4.1.2 Результати дослідження вихідного контролю загального ККД гідроциліндрів

Розглянемо проведені дослідження та представлені результати вихідного стендового контролю загального ККД нових гідроциліндрів МЕЗ. Вихідний контроль 25 нових гідроциліндрів підтвердив, що величина загального ККД знаходиться в межах 0,90 – 0,91, що не нижче величини загального ККД, який встановленого заводом-виробником, а саме – 0,92.

Крім того, були представлені дослідження та результати вихідного стендового контролю загального ККД гідроциліндрів, що вже були в експлуатації. Стендовому випробуванню загального ККД підлягали 50 гідроциліндрів, які пройшли випробування на питомий об'єм робочої гідравлічної рідини, що виштовхується поверхнею штока.

За результатами стендового контролю загального ККД гідроциліндрів встановлено, що у 8% величини питомого об'єму робочої гідравлічної рідини, виявилася в межах допуску з вихідними ущільненнями. Встановлено, що в 50% з 50 штук гідроциліндрів мали значення загального ККД нижче допустимого значення. Інші 50% за всіма параметрами відповідали параметрам, що відмічені в документації.

За результатами стендового контролю загального ККД, 93% гідроциліндрів, у яких величина питомого об'єму робочої рідини з новими ущільненнями мали нижчі допустиме значення. Після заміни ущільнень на нові показали, що 77% гідроциліндрів мали значення загального ККД нижче допустимого значення, а інші 23% – потрапили в ремонт через втрату працездатності ущільнень. Для 38 гідроциліндрів, у яких загальний ККД має значення нижче допустимого, розраховали значення величин відхилень

допустимого значення $\Delta\eta$ за формулами:

$$\Delta\eta = \eta_{\text{доп}}^{\text{заг}} - \eta_{\text{дійсн}}^{\text{заг}} \quad 4.1$$

Де $\eta_{\text{дійсн}}^{\text{заг}}$ – дійсне значення загального ККД.

Статичне значення відхилення загального ККД гідроциліндрів від допустимого значення розділені наступним чином: середнє значення $\Delta\eta_{\text{ср}} = 0,07$; стандартне відхилення $\sigma = 0,045$; коефіцієнт варіації $V = 0,61$. За результатами встановлено, що розподіл описується закону Вейбулла-Гнеденко. Інтегральна функція величин відхилення загального ККД гідроциліндрів від допустимого значення приведена на рис. 4.3.

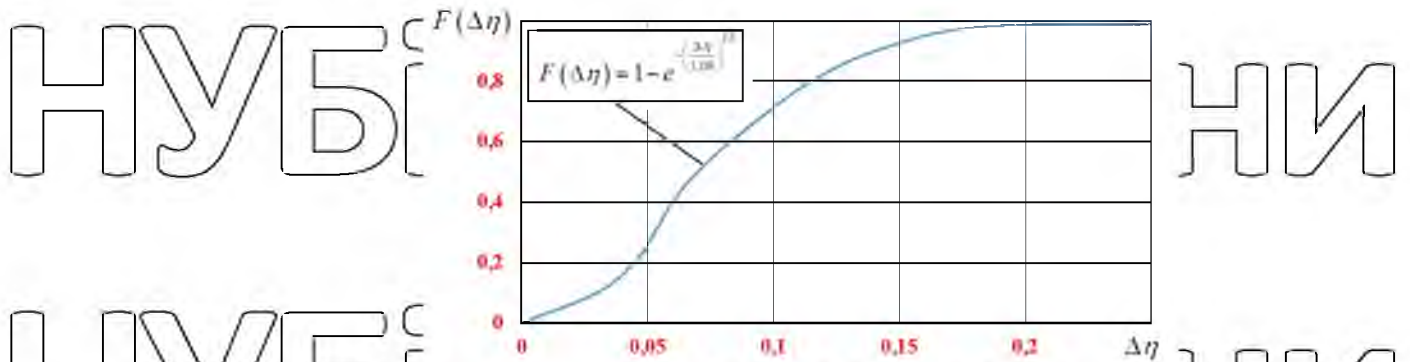


Рис. 4.3. Інтегральна функція величини відхилення загального ККД гідроциліндрів від допустимого значення

За результатами вихідних стендових досліджень 50 гідроциліндрів, що не мали дефектів та пошкоджень на робочих поверхнях штоків і гільз, встановлено, що 5% повністю відповідають вимогам технічної документації, 19% потрапили в ремонт через втрату працездатності штокового ущільнення, 6% через низьке значення ККД, а 70% – через втрату працездатності ущільнень та низького ККД.

4.1.3. Результати мікрометражних досліджень та повторюваність дефектів деталей гідроциліндрів

Проведемо аналіз результатів досліджень зазорів в з'єднаннях штокових вузлів нових гідроциліндрів, що використовуються у сільському господарстві. Результати проведених досліджень показали, що функція щільності розподілу технологічного зазору з'єднань «поршень – гільза» підпорядковується нормальному закону з коефіцієнтом варіації $V=0,24$, середнім значенням $Z_{шт.}^{cp} = 53,8$ мкм, стандартним відхиленням $\sigma = 12,76$.

Графічне зображення розподілу технологічного зазору гідроциліндрів наведено на рис. 4.4.

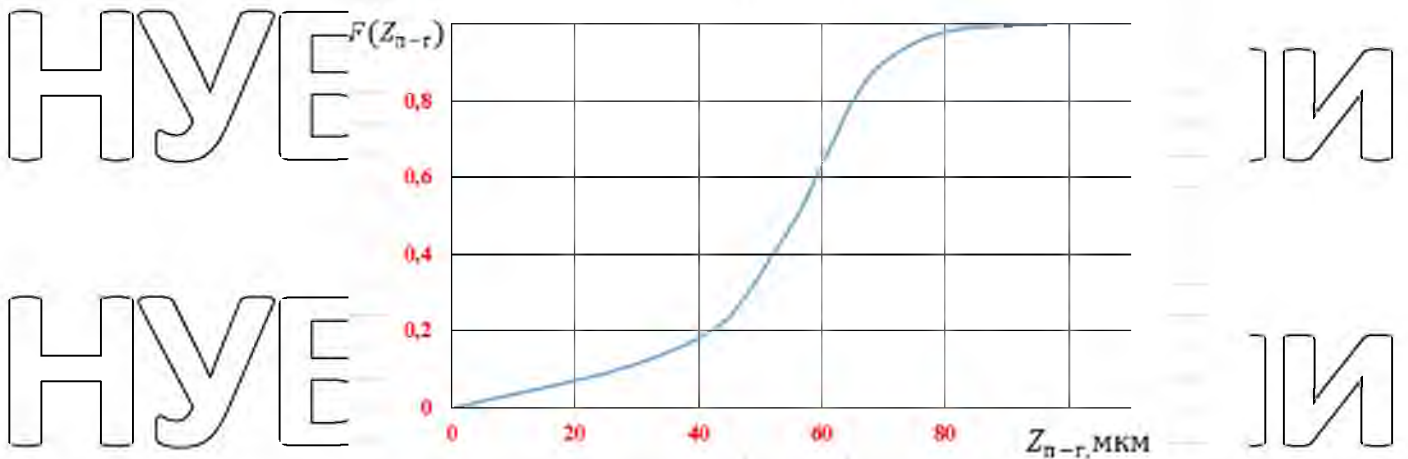


Рис. 4.4. Інтегральна функція розподілу технологічного зазору у з'єднанні «поршень - гільза» гідроциліндра

Було проведено мікрометраж деталей гідроциліндрів статистичний аналіз, дослідження та оцінка повторюваності дефектів деталей які були в експлуатації. Дослідження технічного стану деталей гідроциліндрів, що були в експлуатації, було встановлено, що близько 60% відмов відбуваються в результаті утворення дефектів на робочій поверхні штоків у вигляді подряпини, каверн, пошкоджень та руйнувань корозії.

Таблиця 4.1.

Дефекти поверхонь штоків гідроциліндрів

Вид дефекту	Коефіцієнт повторюваності	Середня глибина, мкм	Максимальна глибина, мкм
Корозія	0,08	28	72
Подряпини, пошкодження	0,32	73	128
Деякі дефекти	-	-	-
Без дефектів	0,45	-	-

З таблиці 4.1 бачимо, що найбільш поширеними дефектами, що були зафіксовані, є подряпини та пошкодження з коефіцієнтом 0,32. Інтегральна функція розподілу глибини дефектів на поверхні штоків представлена на рис. 4.5.

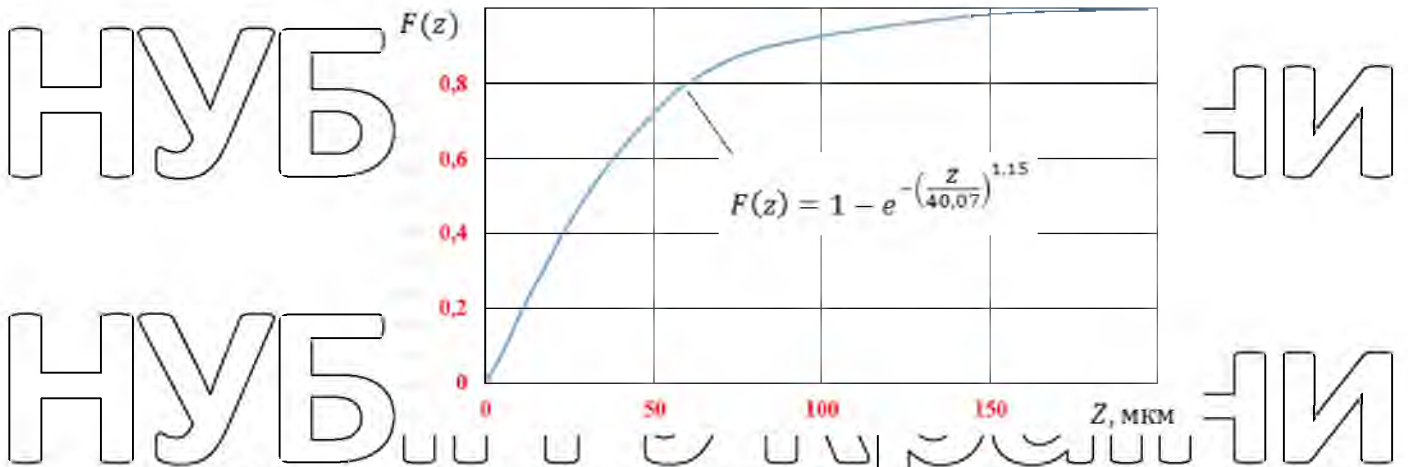


Рис. 4.5. Інтегральна функція розподілу глибини дефектів на поверхні штоків гідроциліндрів


Функція розподілу глибини дефектів на поверхні штоків піддається закону розподілу Вейбулла-Гнеденко з коефіцієнтом варіанції $V=0,68$.

Для дослідження зносів деталей приймалися гідроциліндри сумарною кількістю 46 штук, які відносяться до II групи (без дефектів поверхонь штоків та гільз) за результатами вхідного контролю яких після заміни ушільнень значення загального ККД виявилось нижче допустимого значення $\eta_{заг}^{доп} = 0,824$. Результати мікрометричних досліджень гідроциліндрів С75, проведених згідно методики, представленій в п. 3.2.2, та повторюваності дефектів деталей 46-ти гідроциліндрів, які були в експлуатації представлені в таблиці 4.2.

Зноси та дефекти деталей гідроциліндрів, які були в експлуатації

Найменування деталі	Найменування поверхні	Дефект	Розмір за кресленням, мм	Діапазон зношування, мкм	Середнє значення, мкм	Стандартне відхилення, мкм	Коефіцієнт варіювання	Параметри закону Вейбулла		Коефіцієнт повторюваності	
								a	b		
<p>Передня кришка</p> <p>Отвір під шток</p> <p>СНЧ ГОСТ 1412-79</p>		Тріщини, скли	-	-	-	-	-	-	-	0,05	
		Різьба	Зрив різьблень	-	-	-	-	-	-	0,12	
			Знос $I_{кр}$: площина $0^\circ-0^\circ$		16-200 26-302 28/438	55,69 95,31 202,9	47,43 65,46 107,14	0,85 0,69 0,53	60,0 3 109,8	1,2 1,4 8	0,86 0,90 0,92
			перетин 1-1 перетин 2-2 перетин 3-3 площина $90^\circ-90^\circ$	$30^{+0}_{0,052}$	8-380 22-498 140-728	83,24 153,5 2	82,59 100,43 144,74	0,99 0,65 0,58	10 214, 28	1,8 4 1,0	0,87 0,93 0,94
								82,5	0		

		перетин 1-1			304,6			9	1,5		
		перетин 2-2			9			173,8	8		
		перетин 3-3						16,8	1,8		
		Дефекти (задири, ризики)	0	2-128	48,60	16,90	0,68	283,8	7	5	0,56
		Погнутість	Не більше 0,1	130-2000	767,76	624,52	0,81	832,69	4	1,2	0,82
		Знос И _{шт.} : площина 0°-0°		2-15	7,29	3,67	0,50	10,26	5	2,1	0,30
Шток Сталь 40X ГОСТ 4543-71	Зовнішня поверхня	перетин 1-1		1-16	7,23	4,21	0,58	6	2,5	0,30	
		перетин 2-2		1-16	7,88	4,18	0,53	1,03	0	0,30	
		перетин 3-3	30 ^{-0,0}	3-16	9,66	3,90	0,43	3	3,1	0,30	
		перетин 4-4	0	5-16	10,12	3,53	0,35	1,1	0	0,33	
		перетин 5-5						0	0	0,36	
		площина 90°-90°		4-24	13,47	6,04	0,45	16,6	2,3	5	0,33
		перетин 1-1		4-25	14,41	5,81	0,40	0	5	0,34	
		перетин 2-2		5-26	15,41	5,82	0,38	0	2,7	0,36 0,36	
		перетин 3-3		6-26	16,53	5,81	0,35	17,1	0	0,36	
		перетин 4-4		8-28	17,41	5,92	0,34	2	2,9	0,36	
Гільза циліндра Сталь 40X ГОСТ 4543-71	Внутрішня поверхня	Дефекти (задири, ризики)								0,06	
		Знос Игц: площина 0°-0°		5-35	23,60	29,14	1,04	22,16	1,0	5	0,16
		перетин 1-1		10-40	25,88	23,53	0,79	7	5	0,16	
		перетин 2-2		10-55	24,47	21,53	0,75	26,3	1,2	0,18	
		перетин 3-3	75 ^{+0,06}	5-60	28,15	23,67	0,82	6	2	0,18	
		перетин 4-4									
		площина 90°-90°		10-55	30,83	33,65	0,87	34,69	1,1	5	0,8
		перетин 1-1		5-60	31,20	32,44	0,66	9	5	0,8	
		перетин 2-2		6-60	35,59	26,75	0,52	39,2	1,5	0,20	
		перетин 3-3		5-55	33,68	27,63	0,88	2	5	0,22	
		перетин 4-4						39,1	1,6	5	
		Знос Ип: площина 0°-0°	75 ^{-0,0}	10-240	69,77	59,69	0,86	40,07	1,1	5	0,62
Поршень СЧ21	Зовнішня поверхня	перетин 1-1		5-235	89,83	74,50	0,83	8	8	0,68	
		перетин 1-1		10-240	98,17	68,11	0,69	9,4	1,2	0,70	

 ГОСТ 1412-79	перетин 2-2	10-250	125,0	79,55	0,64	109,1	1,4	0,72
	площина 90°-90°		0			85,39,56	8,60	
	перетин 1-1							
	перетин 2-2							

Результати досліджень показали, що отвір передньої кришки має нерівномірність зносу по площинах та по перерізах. Також за результатами мікрометричних досліджень отвору передніх кришок гідроциліндрів отримані основні статистичні характеристики і параметри розподілу зносів отвору, які представлені в таблиці 4.3.

При проведенні досліджень оцінки технічного стану гідроциліндрів, перевірялись на зігнутість також і штоки. Фіксувались максимальні величини згинів штоків гідроциліндрів. Результати досліджень показали, що середнє значення зігнутості склало 0,767 мм, мінімальне – 0,0130мм, а максимальне – 2мм.

Таблиця 4.3

Основні статистичні характеристики і параметри розподілу зносів отвору передньої кришки

№	Найменування параметра	Функція закону розподілу
1	Зношування 1-го пояска (січ 1-1), (площина 0°-0°), мкм	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{60,03}\right)^{1,2}}$
2	Зношування 1-го пояска (січ 1-1), (площина 90°-90°), мкм	$F(U) = 1 - e^{-\frac{U}{82,59}}$
3	Зношування 2-го пояска (січ 2-2), (площина 0°-0°), мкм	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{109,1}\right)^{1,48}}$
4	Зношування 2-го пояска (січ 2-2), (площина 90°-90°), мкм	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{173,16}\right)^{1,58}}$
5	Зношування 3-го пояска (січ 3-3), (площина 0°-0°), мкм	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{214,28}\right)^{1,34}}$
6	Зношування 3-го пояска (січ 3-3), (площина 90°-90°), мкм	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{283,8}\right)^{1,8}}$

Розподіл величин згину штоків підпорядковується закону Вейбулла (рис 4.6) з коефіцієнтом варіації 0,81.

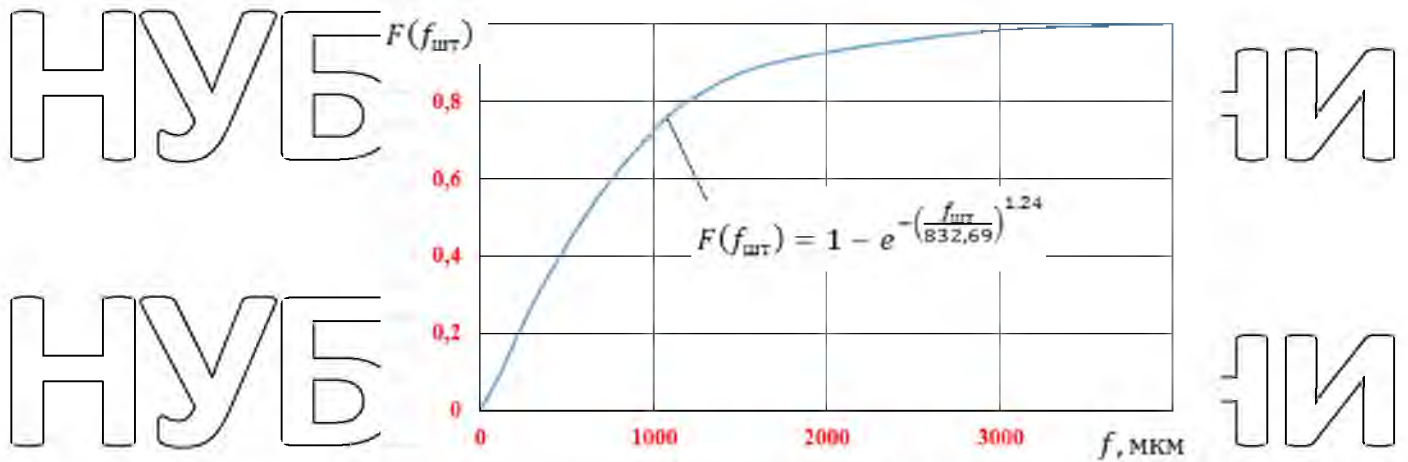


Рис. 4.6. Интегральні функції розподілу величин зігнутої штоків

Основні статистичні характеристики та параметри розподілу зносів внутрішньої поверхні гільзи в кожному перерізі та в різних площинах представлені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Основні статистичні характеристики та параметри розподілу зносів внутрішньої поверхні гільзи

№	Назва параметру	Функція закону розподілу
1	Знос перерізу 1-1, (площина $0^{\circ}-0^{\circ}$), МКМ	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{22,16}\right)^{1,05}}$
2	Знос перерізу 1-1, (площина $90^{\circ}-90^{\circ}$), МКМ	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{34,65}\right)^{1,15}}$
3	Знос перерізу 2-2, (площина $0^{\circ}-0^{\circ}$), МКМ	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{23,06}\right)^{1,3}}$
4	Знос перерізу 2-2, (площина $90^{\circ}-90^{\circ}$), МКМ	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{39,22}\right)^{1,55}}$
5	Знос перерізу 3-3, (площина $0^{\circ}-0^{\circ}$), МКМ	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{28,77}\right)^{1,35}}$
6	Знос перерізу 3-3, (площина $90^{\circ}-90^{\circ}$), МКМ	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{39,15}\right)^{1,65}}$
7	Знос перерізу 4-4, (площина $0^{\circ}-0^{\circ}$), МКМ	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{26,36}\right)^{1,22}}$
8	Знос перерізу 4-4, (площина $90^{\circ}-90^{\circ}$), МКМ	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{40,07}\right)^{1,15}}$

За результатами досліджень на рис. 4.7. та рис. 4.8. представлені графіки розподілу зносів внутрішньої поверхні гільз гідроциліндрів.

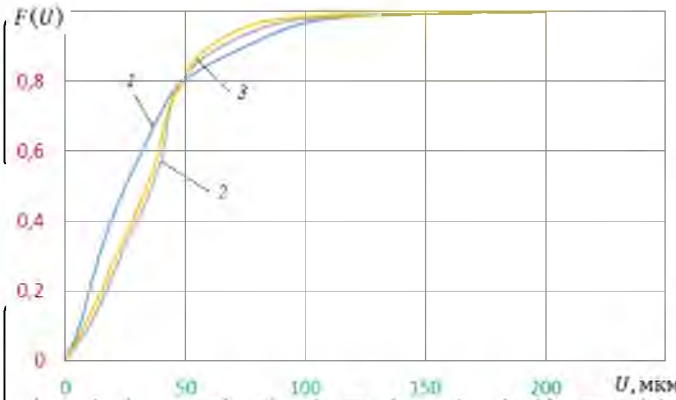


Рис. 4.7. Розподіл зносів внутрішньої поверхні гільзи в площині $0^{\circ}-0^{\circ}$

За результатами мікрометричних досліджень гільз гідроциліндрів можна зробити висновок, що внутрішня поверхня має нерівномірність зносів по площинах та по перерізах. Найбільше значення зносів спостерігається в вертикальній площині ($90^{\circ}-90^{\circ}$). Це обумовлено силами, які діють на деталі гідроциліндра в процесі експлуатації, аналіз яких приведений в п. 2.2.

Знос внутрішньої поверхні гільзи гідроциліндра максимальне значення зносу має в 1 перерізі та мінімальний в – 6 перерізі. Це пов'язано з умовами роботи робочого органу, отже найчастіше при експлуатації гідроциліндр витягується не на головний робочий хід. Результати мікрометричних досліджень поверхонь поршнів приведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Основні статистичні характеристики та параметри розподілу зносів внутрішньої поверхні поршня

№	Назва параметру	Функція закону розподілу
1	Знос перерізу 1-1, (площина $0^{\circ}-0^{\circ}$), мкм	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{72.78}\right)^{1.18}}$
2	Знос перерізу 1-1, (площина $90^{\circ}-90^{\circ}$), мкм	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{109.85}\right)^{1.46}}$
3	Знос перерізу 2-2, (площина $0^{\circ}-0^{\circ}$), мкм	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{95.47}\right)^{1.22}}$
4	Знос перерізу 2-2, (площина $90^{\circ}-90^{\circ}$), мкм	$F(U) = 1 - e^{-\left(\frac{U}{139.56}\right)^{1.6}}$

На рис. 4.9. представлені результати досліджень та графіки розподілу зносів зовнішніх поверхонь поршнів гідроциліндрів.

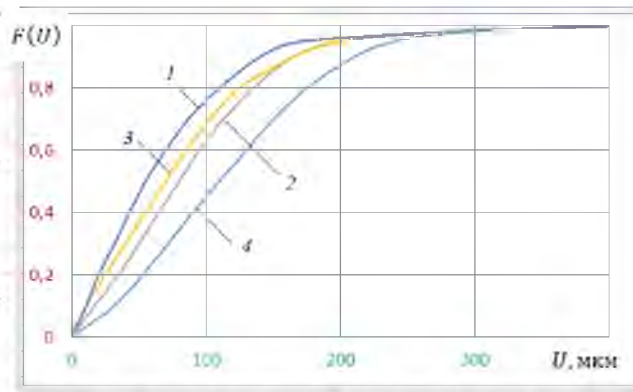


Рис. 4.9. Розподіл зносу зовнішніх поверхонь поршнів гідроциліндрів.

За результатами мікрометричних досліджень поршнів гідроциліндрів можна зробити висновок, що зовнішня поверхня має найбільш зноси в 2-му перерізі та в вертикальній площині.

4.3 Результати дослідження режимів формування електроіскрових покриттів для усунення зношування та дефектів деталей гідроциліндрів

Проведемо вибір раціональних режимів нанесення «бугристих» покриттів. З аналізу, представленого в параграфі 1.4 встановлено, що з досліджених бронзових електродних матеріалів БрАЖМц10-3-1,5, БрАМц9-2, БрКМц3-1, які широко застосовуються для електроіскрового наплавлення, більшу схильність до ерозії має бронза БрКМц3-1. Максимальна товщина «бугристих» покриттів даним електродом досягається на 18-му умовному енергетичному режимі установки БІГ-4 (рис. 4.10).

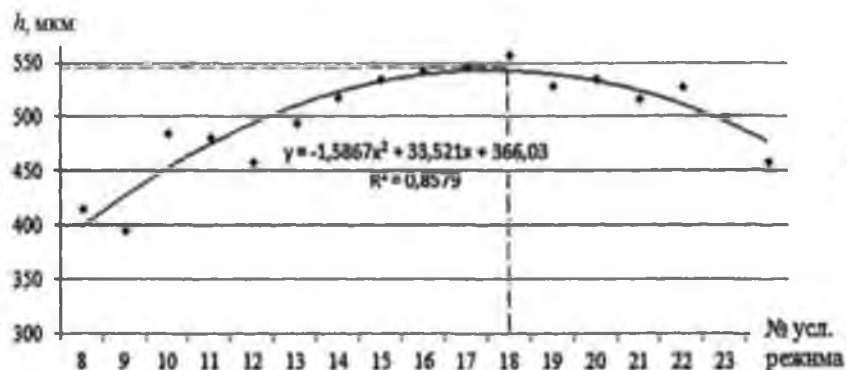


Рис. 4.10. Графік залежності товщини горбистих покриттів від номерів досліджуваних умовних енергетичних режимів

Рациональний час нанесення «бугристих» покриттів визначено за залежністю, представленою на рис. 4.12, отриманої з кінетики процесу нанесення «бугристих» покриттів (рис. 4.11) шляхом їх оплавлення ерозійно стійким електродом з міді М1 за критерієм забезпечення суцільності не менше 95% на попередньо вибраному умовному енергетичному режимі.

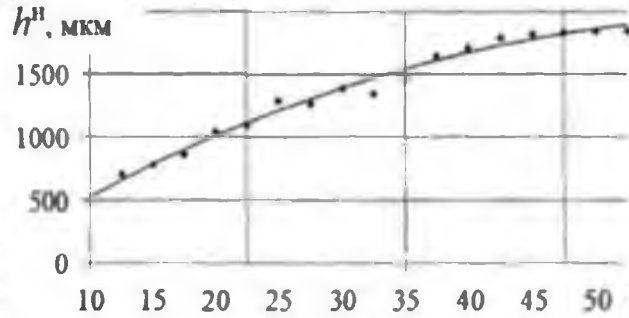


Рис. 4.11 Кінетична залежність товщини «бугристих» покриттів від часу нанесення на 18 умовному енергетичному режимі.

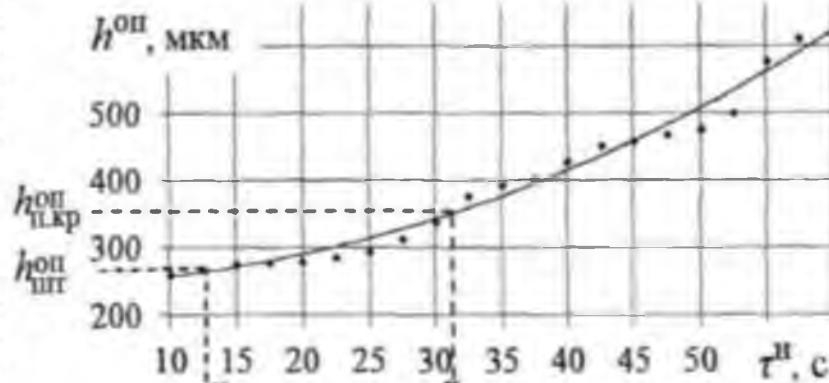


Рис. 4.12 Залежність товщини покриттів після оплавлення від часу нанесення «бугристих» покриттів.

З рис. 4.12 видно, що для покриття товщиною $h^{on}_{шт} = 260$ мкм, необхідного для усунення дефектів штока гідроциліндра, час нанесення становить $\tau^n_{шт} = 12$ сек, а для відновлення отвору передньої кришки, при необхідній товщині покриття $h^{on}_{п.кр} = 350$ мкм, час нанесення $\tau^n_{п.кр} = 31$ с.

Розглянемо особливості вибору раціональних режимів оплавлення «бугристих» покриттів. Для отриманих значень часу нанесення «бугристих» покриттів встановлено залежність часу оплавлення τ^{on} до забезпечення

контактною суцільністю щонайменше 95 % від умовних енергетичних режимів (рис. 4.13).

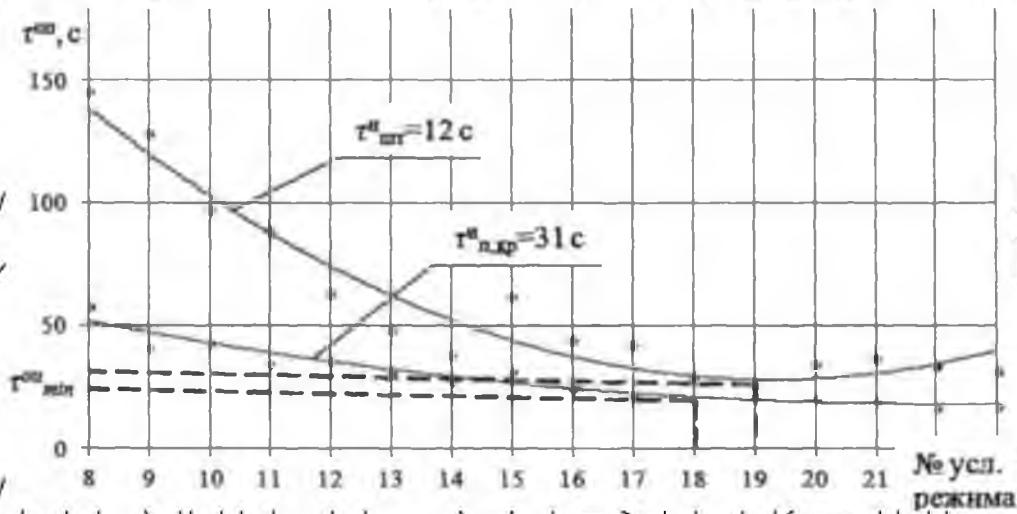
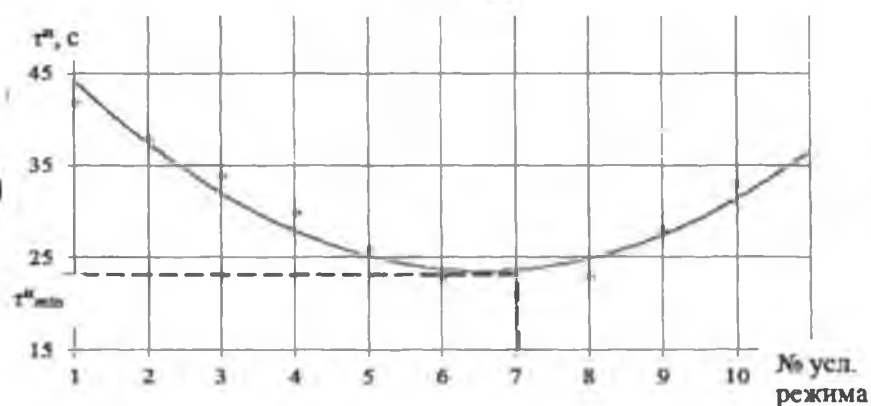


Рис. 4.13. Залежність часу оплавлення від умовних енергетичних режимів

З рис. 4.13 видно, що мінімальний час оплавлення τ^{op}_{min} для $\tau^{оп}_{кр} = 12\text{ с}$ досягається на 18 умовному енергетичному режимі, для $\tau^{оп}_{кр} = 31\text{ с}$ - на 19-му.

При усуненні дефектів на поверхні штока та відновлення отвору передньої кришки достатньо формування покриттів за один цикл нанесення та оплавлення. Рациональні режими формування електроіскрових покриттів заданої товщини підвищеної контактної суцільності, одержуваних за допомогою установки БІГ-4, зведено в таблицю 4.1.

Розглянемо особливості вибору раціональних режимів нанесення електроіскрових покриттів на поверхню поршня. Для вибору режиму нанесення



покрив на робочу поверхню поршня побудовано залежність товщини покрив від номерів досліджуваних умовних енергетичних режимів (рис. 4.20).

Рис. 4.20. Графік залежності товщини електроіскрових покрив від номерів досліджуваних умовних енергетичних режимів.

З залежності, представленої на рис. 4.20, видно, що раціональним режимом нанесення електроіскрових покрив на поверхню поршня є 7 умовний енергетичний режим установки БГ-4, що володіє максимальною продуктивністю при забезпеченні контактної суцільності не менше 95%.

Час нанесення τ_n вибиралося за кінетичною залежністю формування покрива (рис. 4.21) для необхідної товщини h_n .

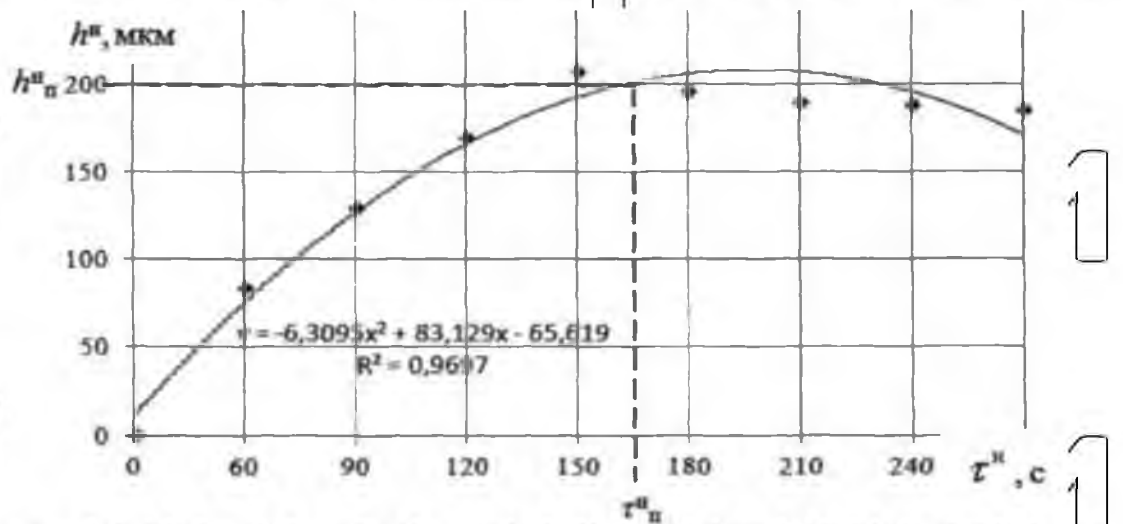


Рис. 4.21. Кінетична залежність формування електроіскрових покрив від часу нанесення на 7 умовному енергетичному режимі

Раціональні режими формування електроіскрових покрив поверхні поршнів, сдержуваних з допомогою установки БГ-4, зведемо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5

Рациональні режими формування електроіскрових покриттів на деталях гідроциліндрів

Вид ЕІО	Матеріал електрода	Площа поперечного перерізу електрода, мм ²	№ умовного режиму / за паспортним установкам	Керовані параметри установки БП-4		Амплітудний струм, А	Тривалість імпульсу, мкс	Час обробки т-1, см ² ·с
				Режим енергія імпульсів, Дж	Коефіцієнт енергії частота імпульсів, Гц			
Усунення дефектів на поверхні штоків								
Нанесення «бугристих» покриттів	Бронза БрКМц 3-1	7	18/19	4/0,61	0,8/336	200	170	12
Оплавлення покриттів	Мідь М1	7	18/19	4/0,61	0,8/336	200	170	32
Відновлення отвору передніх кришок								
Нанесення «бугристих» покриттів	Бронза БрКМц 3-1	7	18/19	4/0,61	0,8/336	200	170	31
Оплавлення покриттів	Мідь М1	7	19/15	3/0,29	1/750	200	80	21
Відновлення зовнішньої поверхні поршнів								
Нанесення покриттів	Бронза БрКМц 3-1	7	7/12	3/0,29	0,4/300	200	80	150

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ СИЛОВИХ ЕЛЕКТРОІСКРОВИХ ЦИЛІНДРІВ ЕЛЕКТРОІСКРОВИМ МЕТОДОМ

5.1 Характеристика виробничої діяльності автостанції «Дефі»

Діяльність автостанції «Дефі» розпочалася в 2001 році з розбирання-складання, демонтажу агрегатів автомобілів Fiat & Lancia. В тому ж році було відкрито Станцію технічного обслуговування. Завдяки великому складу якісних бувших у використанні та нових запчастин автостанція «Дефі» завоювала велику довіру та гарну репутацію серед власників даних авто. Закріпившись, почали займатися автомобілями Hyundai & Kia.



Рис. 5.1. Робоча зона автостанції «Дефі»

Автостанції «Дефі» обладнана трьома робочими постами з гідравлічними підіймачами, що дозволяє виконувати широкий спектр робіт з ремонту автомобілів, а також окремий бокс для розбирання-складання автомобілів, які купуються за кордоном для своєчасного поповнення запчастин.

Станція технічного обслуговування виконує наступний перелік робіт:

- діагностику та ремонт ходової частини;
- діагностику та ремонт паливних систем;
- діагностику та ремонт двигунів (як бензинових так і дизельних);
- ремонт та заміну навісних частин автомобілів;
- авто електричні роботи (встановлення сигналізації, парктроніків, відновлення проводки тощо);
- технічне обслуговування (заміну фільтрів, мастила, ГРМ обслуговування гальм тощо).

В перспективі відкриття наступних виробничих підрозділів:

- дільницю для ремонту кузовних деталей та фарбувально сушильно камеру;
- дільницю з ТО і ремонту гідравлічних систем.

Вище перераховані роботи виконуються за допомогою наступного обладнання: автомобільні гідравлічні підіймачі, гідравлічні домкрати, крани, слюсарне обладнання, діагностичне обладнання, труби для витяжки вихлопних газів, зарядні пристрої для акумуляторів, точильні верстати, свердлильні верстати, токарні верстати; фрезерні верстати.

Також на станції обладнана спеціальна кімната для відпочинку, де відвідувачі можуть з комфортом зачекати доки відремонтують їх транспортний засіб.

Площа автостанції «Дефі» становить 600 м² з яких 100 м² відведено на ремонтну зону, 50 м² становить приміщення магазину, 50 м² займає бокс для розбирання-складання транспортних засобів, близько 70 м² технічні приміщення та санвузли, решту займає склад з запчастинами.

Завдяки великому складу автозапчастин наші відвідувачі не стикаються з такою проблемою як пошук потрібної деталі, а майстри можуть спокійно займатися ремонтом без очікування запчастин.

Наш штат становить 8 співробітників: 1 майстер приймальник, 3 слюсарі з ремонту автомобілів, 3 менеджери з продажу та консультації та безпосередньо керівник підприємства.

5.2 Маршрут технологічного процесу ремонту гідроциліндрів електроіскровим методом

Технологічний процес відновлення деталей гідроциліндрів розробляється у відповідності зі стандартами ЕСКД та ЕСТД, а також із врахуванням роз'яснень та обмежень, викладених в ТК 70.0001.-18-85 [1], ГОСТ 16514 – 96. Маршрут технологічного процесу ремонту гідроциліндрів та відновлення зношених поверхонь деталей представлено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Маршрут технологічного процесу ремонту гідроциліндрів

Назва операції	Вміст операції	Штучно-калькуляційний час $T_{\text{шт.}}$, год.
005. Слюсарна	1. Розібрати гідроциліндр. 2. Заповнити відомість комплектації гідроциліндра	0,17
010. Мийна	1. Промити деталі гідроциліндра в мийчій машині розчином ТОС «МР-25»	0,24
015. Дефектувальна	1. Дефектувати деталі гідроциліндра.	0,40
020. Слюсарна	1. Виправити погнутість штока.	0,13
025. Електроіскрова обробка	1. Нанести на дефектні частини робочої поверхні штоку гідроциліндра горбистий шар металопокриття електродом з бронзи БрКМц 3-1. 2. Наплавити на дефектні зони штока горбистий шар металопокриття електродом із міді М01	0,4
030. Слюсарна	1. Вирівняти нанесене покриття до рівня хромової поверхні. 2. Полірувати робочу поверхню штока до забезпечення вирівнювання нанесеного металопокриття з поверхнею основного металу	0,12
035. Електроіскрова обробка	1. Нанести на внутрішню поверхню отвору передньої кришки горбистий шар металопокриття електродом з	0,50
040. Слюсарна	1. Повернути отвір передньої кришки гідроциліндра до нормального розміру.	0,15
045. Електроіскрова обробка	1. Нанести на зовнішню поверхню поршня шар металопокриття електродом з бронзи БрКМц3-1	0,31
050. Слюсарна	1. Обкатати нанесене на поршень покриття на токарно-гвинторізному станку роликвою укладкою	0,11
055. Складальна	1. Зібрати гідроциліндр	0,22
0.60 Контрольна	1. Перевірити роботу здатність гідроциліндра	0,36
Загальний штучно-калькуляційний час ремонту		3,13

Відновлення деталей штокового ущільнюючого вузла. Перед

відновленням зношеного отвору передньої кришки вимірюються пояски в двох

взаємно перпендикулярних площинах внутрішнім діаметром 18-50 ГОСТ 9344. Найбільше значення відхилень від номіналу пояска кожного отвору фіксується в журналі дефектації.

Зношений отвір в передній кришці 2 відновлюють формуванням покриттів методом електроіскрової обробки на установці БИГ-4 і в ручному режимі (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Відновлення отвору передньої кришки методом ЕІО. 1 – установка БИГ – 4; 2 – передня кришка; 3 – електрод; 4 – вібратор

Потім слідує механічна обробка нанесених покриттів. Обробка отвору передньої кришки створюється розгортанням до нормального розміру циліндричною розсерткою.

Зігнутість штоку усувають на електрогідравлічному пресі марки ОМА 665 в холодному стані. (рис. 5.2.).



Рис. 5.2. Усування зігнутості штоку на електрогідравлічному пресі марки ОМА 665: 1 – манометр; 2 – упор гідроциліндра пресу; 3 – шток; 4 – призми

Шток 3 встановлюють на пресі в призмі 4 таким чином, щоб зігнута його частина знаходилась між призмами.

Дефекти на робочій поверхні штоку 2 в виді корозії, задирів усувають нанесенням покриттів ЕЮ на установці БІГ – і в ручному режимі з послідовною шліфувкою та полірувкою відновленої поверхні (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Усунення дефектів на поверхні штока (плунжера) методом ЕЮ:
1 – установка БІГ – 4 ; 2 – шток; 3 – електрод, 4 – вібратор

Потім нанесення покриття вирівнюють до рівня поверхні хромового покриття нождачним папером марки Р120 з розміром зерна абразиву 125 мкм, після чого слідує чистова фінішна обробка. Фінальну обробку отриманих металопокриттів проводять за допомогою полірувальної установки (патент № Т18577), яка встановлена на супорт токарно-гвинтового станка. Зовнішній вигляд установки представлений на рис. 5.4.

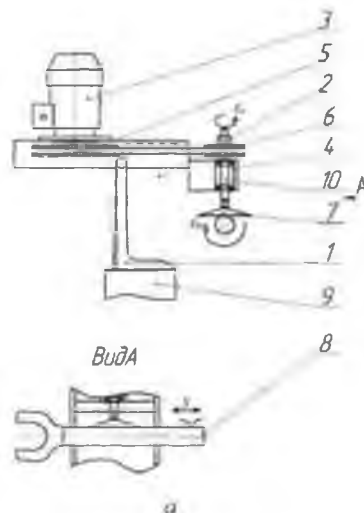


Рис. 5.4. Пристрій для фінішної обробки зовнішніх циліндричних поверхонь: а – основні вузли; б – загальний вигляд: 1 – основа; 2 – швелер; 3 – електродвигун; 4 – корпусний вузол; 5 – ведучий шків; 7 – насадка для обробки; 8 – шток гідроциліндра; 9 – супорт установки

Представлений для фінішної обробки зовнішніх циліндричних поверхонь пристрій складається з наступних елементів (рис. 5.4): основа 1 зварна конструкція, яка встановлюється на супорт станка 9; швелер 2 встановлюється шарнірно на основу; електродвигун 3 встановлюється зверху на швелер; опора 4 корпусний вузол, в якому на конічних підшипниках обертається вал 10, кріпиться до бокової частини швелера; ведучий шків 5 кріпиться до вала електродвигуна; відомий шків 6 кріпиться до входної частини вала опори; насадка для обробки 7 кріпиться до входної частини опори.



Рис. 5.5. Нанесення електроіскрових покриттів на зовнішню поверхню поршня: 1 – установка БІГ – 4; 2 – поршень; 3 – електрод; 4 – вібратор

Після нанесення на робочу поверхню поршня гідроциліндра одношарового електроіскрового покриття проводиться його обкатування роликом на токарно-гвинтовому верстаті (рис. 5.6) за наступних режимів: частота обертання поршня – 80 об/хв.; подача – 0,3 мм/об; зусилля притискання ролика до поверхні – 50кН.



Рис. 5.6. Обладнання для нанесення електроіскрових покриттів на зовнішню поверхню поршня

5.3 Проект дільниці автостанції технічного «Дефі» з ремонту гідроциліндрів

Для впровадження розробленої технології ремонту гідроциліндрів, що забезпечує 80% міжремонтний ресурс, обґрунтована та спроектована дільниця в умовах станції технічного обслуговування «», визначені склад та оснащення постів, встановлені необхідні кількості робочих місць. Представлені рекомендації по організації ділянок ремонту силових гідроциліндрів лісогосподарської техніки електроіскровим методом на підприємствах технічного сервісу.

Розрахунки проведені з врахуванням програми ремонту 500 гідроциліндрів в рік.

Річна трудомісткість ремонту (T_2), год. гідроциліндрів марки С75 розраховується за наступною залежністю:

Де $T_{ш-к}$ загальний штучно-калькуляційний час операцій технологічного процесу (таблиця 5.1), г;

N – програма ремонту гідроциліндрів, шт.

Тоді за формулою (5.1) річна трудомісткість ремонту T_2

$$T_2 = 3,13 \cdot 500 = 1565 \text{ год.} \quad (5.2)$$

Розрахункова кількість робітників на дільниці з ремонту гідроциліндрів P , чол.

Де $T_{ш-к}$ загальний штучно-калькуляційний час ремонту гідроциліндрів, год.:

t – такт ремонту гідроциліндрів, год.

Такт ремонту t , год.:

де Φ_n – річний номінальний фонд часу роботи ділянки гідроциліндрів, г.

Номінальний фонд часу Φ_n , г

$$\Phi_H = (K_p \cdot t_{cm} - K_n \cdot t_c) \cdot n \quad (5.5)$$

Де K_p – число робочих днів в рік ($K_p = 253$ дні);

t_{cm} – час зміни (8 годин);

K_n – число передвихідних та святкових днів з скороченням зміни (6 днів);

t_c – час, на який зменшується зміна в передвихідні та святкові дні (1 година);

n – число змін, $n = 1$.

Тоді за формулою (5.5) значення номінального фонд часу Φ_H

$$\Phi_H = (253 \cdot 8 - 6 \cdot 1) \cdot 1 = 2018 \text{ год.} \quad (5.6)$$

При підстановці в формулу (5.4) отриманих значень отримаємо

$$t = \frac{2018}{500} = 4,03 \text{ год} \quad (5.7)$$

По формулі (5.2) кількість працівників

$$P = \frac{3,06}{4,03} = 0,76 \approx 1 \text{ чол.} \quad (5.8)$$

Кількість обладнання розраховуємо за співвідношенням з технологічним процесом, трудомісткістю виконаних робіт та фондом часу. Результати розрахунків кількості обладнання, їх габаритні розміри та встановлена потужність представлені в таблиці 5.2.

При розрахунку площі потрібно виходити з площ, які зайняті обладнанням та стелажми з ремонтним фондом, із врахуванням робочих зон проходів для кожного посту дільниці СТО «Дефі».

Площа дільниці для умов СТО «Дефі» $F_{дн}, \text{ м}^2$:

$$F_{уч} = \sum F_n \cdot K \quad (5.9)$$

Де $\sum F_n$ - сумарна площа, м^2 (таблиця 5.2);

K - перехідний коефіцієнт, який враховує робочі зони та переходи, приймаємо $K = 4$.

Таблиця 5.2

Положення (рис. 5.7)	Назва обладнання	Кількість, шт.	Габаритні розміри (Д×Ш), мм	Площа обладнання, м ²	Додаткове обладнання
1	Ванна мийна ВМ1-7/8БН	1	750×750	0,56	Стиснуте повітря. Подача та віддача води. Витяжна примусова вентиляція. Розетка 220В. Електроенергія 380В. Освітлення.
2	Ванна мийна MAGIDO LI52	1	2160×1800	3,88	
3	Пристрій для оцінки роботоздатності гідроциліндрів	1	7500×750	5,63	
4	Верстат ВС-3М-ПШД	1	2000×700	1,4	
5	Установка Бид - 4	1	-	-	
6	Електро-гідролічний прес	1	650×1380	0,90	
7	Шафа ШК1	2	1260×500	1,26	
8	Пристрій для кінцевої обробки поверхонь штоків на базі токарно-гвинтового верстата ІК62	1	2780×1200	3,34	
9	Стілець СТ-012	1	900×600	0,54	

Тоді за формулою (5.9) можемо записати:

$$F_{\text{гв}} = 17,51 \cdot 4,0 \approx 70 \text{ м}^2 \quad (5.10)$$

Прийmemo, що нова дільниця ремонту гідроциліндрів СТО «Дефі» спроектована за заданою висотою $H = 6$ м, об'єм дільниці, м³ становить:

$$O_{\text{нов}} = F_{\text{гв}} H, \quad (5.11)$$

Підставляючи дані в формулу 5.11, отримаємо

$$O_{\text{нов}} = 70 \cdot 6 = 420 \text{ м}^3 \quad (5.12)$$

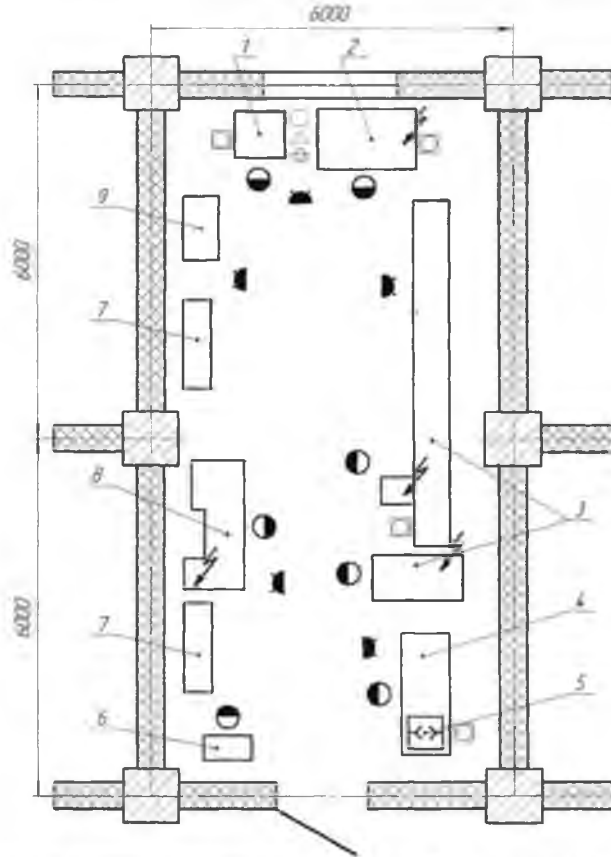
За даними таблиці 8 розроблено проект дільниці по ремонту гідроциліндрів в умовах СТО «Дефі» (рис. 5.7).

НУЕ

НУЕ

НУЕ

НУЕ



НИ

НИ

НИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВІСНОВКИ

1. Проведено дослідження функціональних параметрів роботи силових гідроциліндрів, встановлені характерні зноси та дефекти деталей.

2. Сформовані напрями підвищення міжремонтного ресурсу силових гідроциліндрів серії С при ремонті сільськогосподарської техніки.

3. Встановлено, що розподіл питомого об'єму робочої рідини, яка вноситься поверхнею штока, підпорядковується закону Вейбулла-Гнеденка з коефіцієнтом варіації 0,42, середнім значенням $6,63 \text{ м}^3/\text{м}^2$ та максимальним значенням $16,83 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

4. Зноси деталей підпорядковуються закону розподілу Вейбулла-Гнеденка: для штоків середнє значення $I^{cp} = 17,4 \text{ мкм}$, максимальне $I^{max}_{шт.} = 28 \text{ мкм}$, для передніх кришок $I^{cp}_{п.кр} = 153,5 \text{ мкм}$, $I^{max}_{п.кр} = 498 \text{ мкм}$; для гільз $I^{cp}_g = 35,59 \text{ мкм}$, $I^{max}_g = 84 \text{ мкм}$. Глибина дефектів, які зустрічаються на поверхні штоків з коефіцієнтом повторюваності 0,56, підпорядковуються закону розподілу Вейбулла-Гнеденко з коефіцієнтом варіації 0,68, середнім значенням 70 мкм та максимальним 150 мкм . Зігнутість штоків з коефіцієнтом повторюваності 0,82 підпорядковується закону розподілу Вейбулла-Гнеденко з коефіцієнтом варіації 0,81, середнім значенням 767 мкм , максимальним – 2150 мкм .

5. Встановлено, що праездатність штокових вузлів гідроциліндрів, які були в експлуатації, відновлюється заміною ущільнень на нові, при цьому ресурс вузла знижується при збільшенні в ньому зазору.

6. Аналіз отриманих аналітичних залежностей показав, що для підвищення міжремонтного ресурсу силових гідроциліндрів серії С при ремонті необхідно забезпечити технологічний зазор в з'єднанні «шток – передня кришка» та «поршень – гільза».

7. Удосконалено технологічний процес ремонту силових гідроциліндрів методом ЕЮ, який забезпечує підвищення їх міжремонтного ресурсу, відновленням зношених та дефектних поверхонь деталей з'єднань «шток – передня кришка» та «поршень – гільза» нанесенням антифрикційного покриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрегаты гидроприводов сельскохозяйственной техники. Технические требования на капитальный ремонт. ТК 70.0001.018-85. – М. Наука 1981.-284с.

2. Дидур В. А., Малый Ю. С.. Эксплуатация гидроцилиндров сельскохозяйственных машин. М.: Россельхозиздат, 1982.127 с.

3. Морозов В. А. Технические методы и средства повышения ресурса гидроцилиндров / В. А. Морозов, А. А. Кошелев, В. А. Магин, О. М. Кривошеев, В.М. Потайчук // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1986. № 4. с. 38-39.

4. Чабан С. Г. Разработка технологии восстановления штоков гидроцилиндров сельскохозяйственных машин электрическим хромированием: автореф. Дис. Канд.техн. наук / С.Г. Чабан. Кишинев, 1984. 16 с.

5. Ганкина Е. В. Обеспечение работоспособности штоковых уплотнительных узлов при ремонте гидроцилиндров путем применения рационального способа восстановления штока: дис. канд. техн. Наук 05.20.03 / Гранкина Елена Владимировна. – Ленинград, 1989. – 158 с.

6. Матвеев А. С. Влияние режимов эксплуатации на износ агрегатов навесных гидравлических систем тракторов / А. С. Матвеев // Тракторы и сельхозмашины. – 1971. - № 2. – С. 10-12.

7. Савинкин В. В. Повышение долговечности восстановленных деталей элементов гидропривода строительно-дорожных машин: дис. Канд. техн. Наук: 05.05.04 / Савинкин В. В.. – Петропавск, 2009. – 227 с.

8. Анилович В. Я. Эксплуатационная надежность сельскохозяйственных машин. Минск: Ураджай, 1974. 204 с.

9. Крагельский И. В. Трение и износ. М.: Машиностроение, 1968. 370 с.

10. Сребряков А. Б., Сафонов Г. А.. Техническое обслуживание и регулировки гидравлического оборудования трактора. М.: Колос, 1969. 199 с.

11. Хаятрян Г. Р. Исследование работоспособности резиновых уплотнений гидроагрегатов при возвратно-поступальном движении: автореф. дис. Канд. техн. наук. Л., 1971 – 22 с.

12. Дидур В. А., Ефремов В. Я. Диагностика и обеспечение надежности гидроприводов сельскохозяйственных машин. Киев: Техніка, 1986. 128 с.

13. Фролов И. О. Влияние эксплуатационных повреждений на работоспособность гидроцилиндров и способы повышения их надежности, применительно к одноковшовым строительным экскаваторам: дис. Канд. тех. Наук: 0505.0. Л., 1984. 220 с.

14. Ремонт приборов системы питания и гидравлической системы тракторов, автомобилей и комбайнов: ученик / К. А. Ачкасов, В. П. Вегера. 3-е изд., испр. И доп. М.: Высш. Школа, 1981. 288 с., ил.

15. Черкуп В. Е. Ремонт тракторных гидравлических систем /– 2-е изд., перераб. И доп. М.: Колос, 1984. – 253 с., ил.

16. ГОСТ 11.004-74. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для диаметров нормального распределения. – М.: Изд-ство стандартов, 1974. – 20 с.

17. Казакевич И. И., Виноградов Ю. В., Толока В. И. Исследование гидроцилиндров, прогнозирование их надежности и долговечности. // Вестник машиностроения. 1982. - № 8. С. 6 – 8.

18. Электронный каталог РУП «Бобурский завод тракторных деталей та агрегатів» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bztda.com>. – Заол. з екрану.

19. Авдонькин Ф. Н. Изменение интенсивности изнашивания деталей в зависимости от величины зазора в сопряжениях. Автомобильная промышленность. 1965. № 9. С. 21 – 24.

20. ГОСТ 16514-96. Гидроприводы объемные. Гидроцилиндры. Общие технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 5 с.

21. ГОСТ 18644-96. Гидроприводы объемные. Гидроцилиндры. Правила приемки и методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 12 с.

22. ЗАО «Гидросила». Комплектующие для ГЦ [Электронный курс]. – Режим доступа: <http://www.rg-gidrosila.ru/?id=571> – Заяв. Энергоэффективность

технологий и средств механизации в АПК: материалы Междунар. Науч.-практ. Конф. – Саранск, 2011. – С. 211-2017.

23. Поляченко А. В., Бурмистров В. И. Восстановление деталей контактной правкой присадочных материалов. Техника в сельском хозяйстве. – 1985. - №5. – С. 60.

24. Коротаев Д. Н., Машков Ю.К. Повышение надежности гидроцилиндров // Д.Н. Коротаев, // Строительные и дорожные машины. 2008. № 4. С. 28-31.

25. Буренип В. В. Уплотнения для поршня и штока силовых гидроцилиндров. Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2001. № 9. С. 36 – 38.

26. Бушмин А. П. Прогрессивные способы восстановления и ремонта деталей сельскохозяйственных машин. Краснодар, 1985. – 159 с.

27. Золотых Б. Н., Круглов А. И. Тепловые процессы на поверхности электродов при электроискровой обработке металлов. Проблема электроискровой обработки металлов. Вып. 1. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 65 – 76.

28. Красюк Б. А. Исследования некоторых процессов, происходящих при электрической обработке металлов / автореф. дис., д-ра техн. наук / Б. А. Красюк. М., 1950. 43 с.

29. Пат. 017066 Евразийская патентная организация, МПК В23Н9/00, С23С8/00. Электроискровой способ нанесения толстослойных покрытий повышенной оплошности / В. И. Иванов, Ф. Х. Бурумкулов, В. А. Денисов; патентообладатель В. И. Иванов, Ф. Х. Бурумкулов, В. А. Денисов. - № 201100015; опубл. 28.09.2011, - 4 с.

30. Бурумкулов Ф. Х. Электроискровая обработка деталей. Восстановление и упрочнение деталей машин. М.: ГОСНИТИ, 1999. С. 171-203.

31. Бойко А. І., Новицький А. В., Карабиньош С. С. та інші. Аналіз та синтез наукових досліджень спрямованих на забезпечення надійності машин, як систем «людина – машина – середовище». Вісник Львівського національного

аграрного університету. Серія: агроінженерні дослідження. Дубляни. 2012. Том 15. С. 125–131.

32. Кобзов Д. Ю., Войтов В. Г. Анализ вариантов учета возможного начального искривления длительных элементов гидроцилиндра. Деп. В МАШМИР № 47-сд92. – Братск, 1992. – 17 с.

33. Стецюк С. В. Етапи управління якістю продукції машинобудування / С. В. Стецюк, А. В. Новицький, А. І. Нікітюк, В. В. Дукач // Програма V Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 111-ї річниці від дня народження д. т. н., проф., Крамарова В. С. (1906-1987) 22-23 лютий 2018 р., м. Київ / МОН України, НУБіП України, ННЦ «ІМЕСГ» НААН. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2018. С. 163–165.

34. Чумаков П. В. Технология ремонта силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники электроискровым методом: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: 05.20.03 - «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»: Мордовский гос. ун-т им Н. П. Огарева. Саранск, 2013. 24 с.

35. Дидур В. А., Ефремов В. Я. Диагностика и обеспечение надежности гидроприводов сельскохозяйственных машин. Киев: Техніка, 1986. 128 с.

36. Новицький А. В. Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Центральнотрапнський науковий вісник. Технічні науки, Кропивицький, Україна. 2022. Вип. 6(37), ч. I. С. 134–143.

37. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.

38. Новицький А. В., Бистрий О. М. Системи управління якістю продукції машинобудування. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems: III Міжнародна науково-практична конференція.

м. Кропивницький, Україна 14–16 квітня 2021 року: тези конференції. Кропивницький: ЦНТУ, 2021. С. 166–168.

39. Чумаков П. В. Анализ методов оценки технического состояния гидроцилиндров. Энергоэффективность технологий и средств механизации в АПК: материалы Международ. науч-практ. конф. Саранск, 2011. С. 211–217.

40. Величко С. А., Чумаков П. В., Коломейченко А. В. Оценка технического состояния силовых гидроцилиндров серии с навесных гидросистем тракторов. Вестник МГУ. 2019. №3. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tehnicheskogo-sostovaniya-silovvhy-gidrotsilindrov-serii-s-navesnyh-gidrosistem-traktorov>.

41. Новицький А. В., Ревенко Ю. І., Пашинський О. М. Оцінка технічного стану гідролінійних циліндрів сільськогосподарської техніки.

Збірник тез доповідей ІХ Міжн. науково-технічної конф. «Крамаровські читання» з нагоди 115-ї річниці від дня народження д.т.н., проф. Крамарова В.С. 24-25 лют. 2022 р., м. Київ // МОН України, НУБіП України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2022. С. 101-103

42. Пашинський О. М., Новицький А. В. Особливості конструкцій та експлуатаційної надійності гідроциліндрів. Збірник наукових праць / Вісник студентів факультету конструювання та дизайну Науковий вісник НУБіПУ. Вип. 10 К. 2022. С. 48–51.

43. Ружилю В. В., Новицький А. В., Крамар А. С. Формування інженерних заходів державного регулювання с.-г. виробництва. Науковий вісник НУБіПУ. Серія: техніка та енергетика АПК. Вип. 185. Ч. 3. С. 338–346.

44. Большаков В. Н., Новицький А. В., Тарасенко С. Є. Правове забезпечення проведення моніторингу надійності сільськогосподарської техніки. Науковий вісник НУБіПУ. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2014. Вип. 196. Ч. 2. С. 179–187.

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

ДОДАТКИ

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

--	--	--	--	--	--

0

Дубл.	Взам.	Підп.	Зм.	Лист	№докум	Підпис	Дата											
Розроб	Пацицький О.М.	К-ра НТ	Ц100x200-3		10.190-00001													
Перевірів	Новицький А.В.		Відновлення гідроциліндра															
Н.контр.	Бистрий О.М.																	
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код і назва операції	Позначення документа												
Б	Код та назва приладів				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	Ен	ОП	Кшт	Тп.з	Тшт			
К/м	Назва деталі, складальної одиниці або матеріалу				Назва, код				ЕВ	ЕН	кг	Н.вит						
А 01	005 Слюсарна												17					
Б 02	Верстат ОРГ 1468-01-060А																	
Т 04	Лещата слюсарні 7827-0268 ГОСТ 4045, набір ключів гайкових ГОСТ 2838, молоток																	
Т 05	ТУ 3926-001-55174218, пасатижі ГОСТ 17438, контейнер для деталей гідроциліндра																	
О 06	1. Розібрати гідроциліндр.																	
О 07	2. Заповнити відомість.																	
А 08	010 Мийна												23					
Б 09	Машина мийоча MAGIDO L152.																	
Т 10	ТОС МС-25 ТУ-38-10738-73.																	
О 11	1. Встановити гідроциліндр в мийну машину.																	
Р 12	Промити деталі гідроциліндра мийочим розчином ТОС МС-25 концентрацією 300..60г/л, температура розчину +50...+60°C																	
А 13	015 Дефективна												40					
Б 14	Верстат ОРГ 1468-01-060А, Лещата слюсарні 7827-0268 ГОСТ 4045																	
Т 15	Мікрометри МК Ц50,МК75-1,МК100-1 ГОСТ 6507; нутромір НИ -50М-0,002 ГОСТ																	
Т 16	9244; нутромір НИ 50-100-ІГОСТ 868; кінцеві міри І-Н2 ГОСТ 9068; штангель- циркуль ШЦ-І 0-125-0,05 ГОСТ 166; тримач; ЛИ 3-10 ГОСТ 25706.																	
МК	Маршрутна карта						Аркуш 1											

Взам. Підл.				Зм.	Лист	№докум	Підпис	Дата																	
Розроб		Папичський О.М.		К-ра НТ		Ц100x200-3		10.190-00001																	
Перевірив		Новицький А.В.																							
Н.контр.				Бистрий О.М.		Відновлення гідроциліндра																			
А		Цех	Діл	РМ	Опер			Код і назва операції						Позначення документа											
Б		Код та назва приладів													СМ	Проф	Р	УТ	КР	КООИД	Ен	ОП	Кшт	Тп.з	Тшт
К/м		Назва деталі, складальної одиниці або матеріалу											Назва, код							ЕВ	ЕН	кг	Н.вит		
О 01		1. Провести дефектацію деталей гідроциліндра.																							
Б 02																									
А 03				020	Слюсарна																			13	
Б 04		Прес гідравлічний ОМА 650.																							
Т 05		Призми; індикатор ИЧ-10-0.01 ГОСТ 577; штатив магнітний ШМ-ІІН ГОСТ 10197.																							
О 06		Правити шток гідроциліндра.																							
07																									
А 08				025	Електроіскрова																			25	
Б 09		Установка для електроіскрової обробки поверхні деталей БІГ-4 ТУ 3312-001-02069964-2012.																							
Б 10		Верстат ОГР 1468-01-060А, лещата слюсарні 7827-0268 ГОСТ 4045.																							
Т 11		Електроди : ББКМц3-1 та М1.																							
О 12		1. Встановити та закріпити шток в лещата, закріпити масу.																							
О 13		2. Нанести на зношені області d робочої поверхні штоку бронзове електроіскрове покриття вібратором №1.																							
О 14		3. Провести згладження бронзового покриття мідним електродом, попередньо переключивши вібратор №2																							
15		ОК 2069964325																							
16																									
А 17				030	Слюсарна																			8	
МК		Маршрутна карта																							Аркуш 2ф