

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра надійності і ремонту машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ
ЗАСОБІВ МАЛОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-3-20
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ Сапіга Ярослав Олегович

Керівник: _____ Васильєв Дмитро Леонідович

Рецензент: _____

Дніпро 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Надійності і ремонту ма-
шин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

НРМ

(назва кафедри)

Д.Т.Н. професор

(вчене звання)

Дирда В.І.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Сапігі Ярославу Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення довговічності деталей двигунів засобів малої ме-
ханізації

Керівник роботи д.т.н, доц.. Васильєв Д.Л.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

року № _____

2. Строк подання студентом роботи до 3.12.2021

3. Вихідні дані до роботи Існуючі методи покращення сервісного обслуго-
вування мотоблоків. Аналіз роботи існуючих сервісних центрів та їх струк-
тура. Показники стану охорони парці в базовому господарстві. Техніко-
економічні показники роботи базового господарства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) 1. Стан питання та задачі досліджень. 2. Теоретичні дослідження
показників роботи підшипникових вузлів. 3. Методика та результати дослі-
дження 4. Охорона праці та захист у надзвичайних ситуаціях. 5. Техніко-
економічні показники роботи. Загальні висновки та пропозиції. Список літе-
ратури.

Додат-
ки

РЕФЕРАТ

Дана магістерська робота на тему: «Підвищення довговічності деталей двигунів засобів малої механізації» розглядає питання удосконалення технологічного процесу відновлення спряження вал-втулка турбокомпресора.

Робота включає в себе вступ, зміст, 5 розділів, висновки, літературу. В першому приведено аналіз базового господарства, стану ринку України з продажу та сервісу мотоблоків, аналіз надійності роботи мотоблока та способи її підвищення. Другий розділ включає в себе прогнозування ресурсу деталей спряження вал-підшипник та розробку технологічного процесу відновлення даного спряження. Третій розділ присвячено методиці експериментальних досліджень та їх результатам. Частина з охорони праці, розглядає питання по удосконаленню організаційної та технічної сторони охорони праці при роботі з електроіскровим обладнанням. В розділі 5 приведена техніко-економічна оцінка та показана економічна доцільність прийнятих рішень.

Магістерська робота включає в себе пояснювальну записку, яка складається із 92 сторінок друкованого тексту, та 12 аркушів графічної у вигляді слайдів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1. Характеристика селянського фермерського господарства "Головянко"	10
1.2. Аналіз використання машинно-тракторного парку.....	14
1.3. Аналіз існуючого ринку засобів малої механізації.....	16
1.4. Аналіз надійності та дефектів деталей мотоблоків.....	24
1.5. Висновки та задачі роботи.....	28
2. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСУ ШАТУННОГО ПІДШИПНИКА ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЙОГО ПІДВИЩЕННЯ.....	30
2.1. Способи зміцнення відновлених поверхонь деталей машин.....	30
2.2. Прогнозування ресурсу деталей в спряженні вал-підшипник	41
2.3. Розробка технологічного процесу відновлення колінчатого валу двигуна	46
2.4. Висновки до розділу	60
3. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ.....	61
3.1. Методика мікрометражу шийки колінчатого валу	61
3.2. Методика проведення відновлення та зміцнення поверхні деталі методом електроерозійної обробки	62
3.3. Методика визначення інтенсивності зношування	65
3.4. Результати мікрометражу	67
3.5. Результати експериментальних досліджень динаміки зношення	

з'єднання вал-втулка	67
3.6. Висновки до розділу	71
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ....	72
4.1. Дослідження стану з охорони праці в господарстві.....	72
4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на ділянці відновлення деталей зварюванням та наплавленням.....	73
4.3. Заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів.....	75
4.4. Дії працівників при виникненні надзвичайної ситуації.....	78
4.5. Висновок.....	79
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....	80
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	86
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	88
ДОДАТКИ.....	92

ВСТУП

На ринку сільськогосподарської техніки представлено більш 100 найменувань засобів малої механізації. Приблизна кількість експлуатованих на них двигунів 2,5 млн. шт. Двотактні двигуни становлять 37%, що відповідає 750 млн. шт. [1].

Існують кілька об'єктивних причин популярності засобів малої механізації, що випускаються Українськими та закордонними підприємствами. До них належить порівняно низька вартість самих засобів малої механізації й запасних частин до них.

Недоліком є їхня низька надійність. На ремонтні заводи й заводи виробники, що надають сервісні послуги, щорічно надходить 400.500 тис. шт. мотоблоків і інших засобів малої механізації, причому більшість із дефектами двигунів внутрішнього згорання. Дані цифри не враховують кількість засобів малої механізації, що ремонтуються самостійно, власниками й іншими шляхами в обхід сервісних структур.

Вартість ремонтів за період експлуатації перевищує по самих малих підрахунках вартість двигуна в 5.6 раз. Крім того після ремонту, як правило, знижуються продуктивність і ресурс двигуна [2, 3, 4]. Через усе вищесказаного можна зробити вивід про необхідність підвищення якості виробництва й ремонту двигунів внутрішнього згорання, установлюваних на засоби малої механізації.

Важливим резервом підвищення якості ремонту як мотоблоку у цілому, так і їхніх вузлів, економії матеріальних і інших ресурсів є застосування прогресивних технологічних процесів відновлення й остаточної (фінішної) обробки деталей, що забезпечують підвищення ресурсу відремонтованих машин. Двигуни мотоблоків за весь термін служби ремонтуються до 5 раз, а їх ресурс після ремонту в більшості випадків становить 30-50 % ресурсу нового двигуна [5]. Сумарна вартість ремонту й технічного обслуговування двигунів в 5-7

раз перевищує витрати на їхнє виробництво, при цьому частка запасних частин за термін служби становить 70-120 % вартості нового двигуна [6].

Основними причинами малого ресурсу двигунів після ремонту є:

- низька якість обробки тертьових поверхонь деталей; верстати ремонтних підприємств не забезпечують тієї точності обробки, яку мають деталі, виготовлені на заводах серійної продукції; впровадження нових методів обробки в більшості ремонтних підприємств не представляється можливим внаслідок більших матеріальних витрат;

- погане припрацювання деталей після ремонту, відсутність сучасних іспитових стендів, приладів, що контролюють процес приробляння, забруднення абразивами мастильних і гідравлічних систем;

- відсутність засобів надійного промивання деталей перед складанням, запиленість абразивним пилом складальних цехів, у цілому - невисока культура виробництва й експлуатації;

- недостатня спеціалізація виробництва на ремонтних підприємствах у порівнянні з її рівнем на заводах серійної продукції, що не дозволяє розробляти й реалізовувати найбільш раціональні технологічні процеси, недоліки в цьому питанні проявляються, у першу чергу, у малому терміні служби деталей [7].

Найбільшою мірою перераховане вище характерно для ремонтних підприємств у сільському господарстві. Усе це тягне те, що ресурс відремонтованих двигунів виробляється до 20-30% за перші години його експлуатації, тобто в період припрацювання після ремонту [8].

Зношування - головна причина зняття машин і встаткування з експлуатації для проведення ремонту, втрати від цього можуть бути скорочені раціональним застосуванням способів обробки, заснованих на триботехніці, і інтенсифікацією процесу припрацювання зі зменшенням припрацьовочного зношування.

Апробація роботи. Сапіга Я.О. Прогнозування ресурсу деталей в спряженні колінчатий вал-підшипник мотоблоку / Я.О. Сапіга, Д.Л. Васильєв

// Актуальні проблеми розвитку науки в контексті глобальних трансформацій інформаційного суспільства: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України. Київ. – 2021. – С. 70 - 74.

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Характеристика селянського фермерського господарства "Головянко"

СФГ Головянко розташоване в східній частині Олександрійського району Кіровоградської області в с. Куцеволівка. Керівник господарства Головянко Володимир Миколайович. За положенням господарство розташоване у степовій зоні України. Клімат зони розташування господарства помірно-континентальний [9].

Транспортне сполучення між господарством і місцями отримання та здачі продукції, а також отримання Паливо-мастильних матеріалів і запасних частин дуже вигідне, так як є дорожнє покриття і залізничні шляхи.

По території господарства проходять асфальтовані дороги їх близько 80 %. Також досить зручно вивозити врожаї в м. Кропивницький де є приймальний пункт, отримання добрив відбувається через залізницю.

СФГ Головянко утворилося в 2000 році внаслідок банкрутування та розпаду КСП.

В результаті розпаду КСП до підприємства відійшли земельні паї пайщиків які і становлять основу трудового колективу приватного підприємства.

СФГ Головянко на сьогодні в своєму активі має 1466 га. земельних угідь.

Структура земельних угідь СФГ Головянко наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1-Структура земельних угідь СФГ Головянко

№ п/п	Назва	Показник
1	Загальна земельна площа, га.	1466
2	рілля	1414
3	багаторічні	52

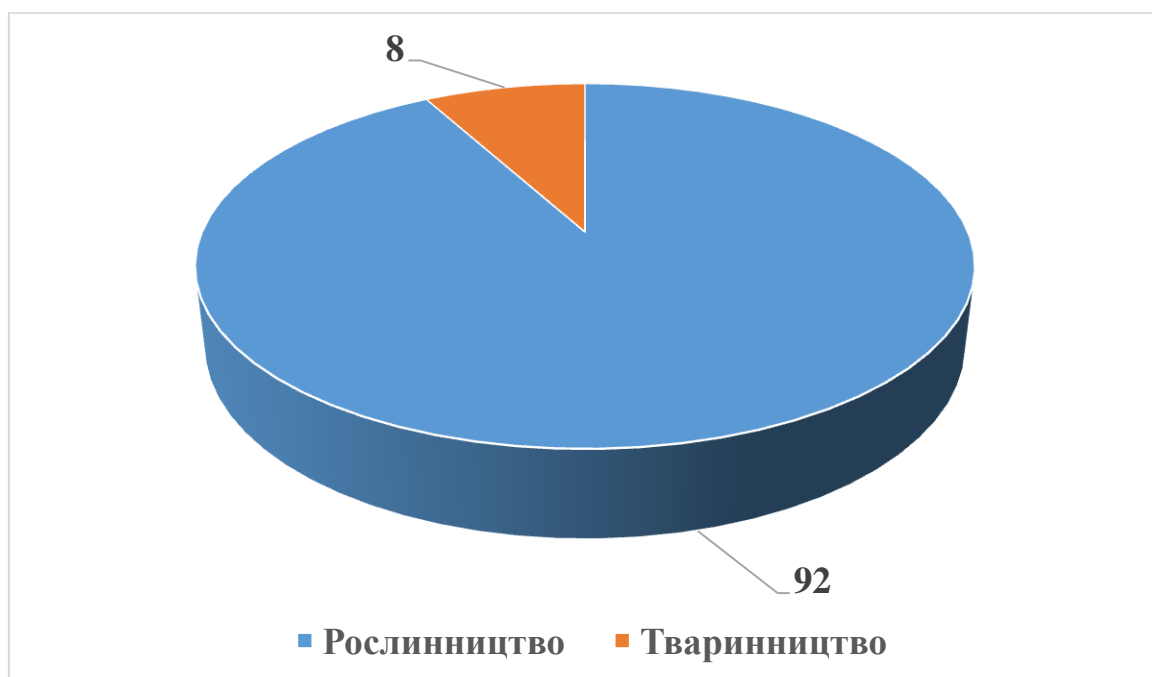
СФГ Головянко має основну орієнтацію на виробництво продукції рослинництва але утримує і свиней.

Свині відгодовуються для власних потреб (приготування їжі механізаторам).

Кількість працівників 25 чоловік, пайщиків – 102 чоловіки.

Структура товарного виробництва СФГ (рис. 1.1):

- рослинництво – 92% товарного об'єму,
- тваринництво – 8%,



Урожайність культур за останні роки представляємо у (таблиці 1.2).

Таблиця 1.2-Урожайність культур в період 2019-2021 рр. (ц/га)

Культура	2019 р	2020 р	2021 р
Кукурудза на зерно	50	17	-*
Яровий ячмінь	29	7	36
Горох	14	3	19
Соняшник	15	7,5	-*
Соя	14,7	-	16
Озима пшениця	50,2	20	62
Озимий ячмінь	40	-	45,4

*У 2021 році на час написання звіту врожайність по кукурудзі та соняшнику не була відома.

По даним (таблиці 1.2) видно, що врожайність культур у 2020 році дуже низька, що пов'язано з засухою.

Предметом діяльності СФГ "Головянко" є вирощування сільськогосподарської продукції та надання послуг з ремонту автомобілів, саме станція технічного обслуговування є підрзділом підприємства яке працює круглий рік і приносить дохід. Особливо це відчутно в зимовий період коли сільськогосподарські роботи не виконуються.



Рис. 1.2. Структура господарства

Як зазначалось раніше господарство має СТО яке працює круглий рік і саме на базі СТО буде спроектовано відділення з ремонту засобів малої механізації. Тому подальший огляд проведемо по СТО таблиця 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.3 – Характеристика СТО та ремонтної бази

Дільниця	Габаритні розміри, м	Площа, м ²
----------	----------------------	-----------------------

Оглядний майданчик	24x6	144
Технічного обслуговування трансмісії і ходової частини	6x9	54
Ремонту агрегатів	6x9	54
Бокс для автомобілів	9x18	162
Магазин з продажу запчастин та міні техніки	6x6	36
Склад	5x8	40

Таблиця 1.4-Режим роботи СТО

№	Найменування ділянки	Режим роботи		
		Початок	Кінець	Перерва
1	Прийом і видача	8 ⁰⁰	17 ⁰⁰	1зм 1год
2	Ремонту та обслуговування	8 ⁰⁰	17 ⁰⁰	1зм 1год
3	Поточний ремонт агрегатів	8 ⁰⁰	17 ⁰⁰	1зм 1год

З 2015 року СФГ "Головянко" займається продажем міні техніки (в основному мотоблоки та тримери), продаж здійснюється за попереднім замовленням.

Результати продажу наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5-Продаж міні техніки за останні три роки

№ п/п	Марка	Кількість			Примітка
		2019	2020	2021 (на 1.10)	
1	Мотоблок	8	16	25	Покупці з навколишніх сіл та місцеві
2	Тример	16	16	15	
3	Пристосування до мотоблоків	26	25	22	Плуг, окучник, борона, косарка, кар-

					топлесаджалка, адаптер, причеп
4	Запасні частини	-	-	126 одиниць	Поршнева, бак паливний*, інше
5	Бензопили	2	9	6	

* - при переобладнанні мотоблока під косарку, рукоятками пошкоджують паливний бак.

1.2. Аналіз використання машинно-тракторного парку

У СФГ Головянко техніка використовується переважно на тракторних бригадах. При використанні сільськогосподарських агрегатів організовують комплексні загони:

- основного обробітку ґрунту;
- посіву основних культур;
- збирання врожаю;
- післязбирального обробітку ґрунту.

Організація таких загонів дозволяє якісно та своєчасно використовувати всі необхідні роботи, що дозволяє зменшити витрати на проведення цих робіт. За даною системою використання техніки відбувається більш повно, зменшується собівартість продукції як наслідок злагодженої роботи загонів. У господарстві немає диспетчерської служби, але всі питання вирішується керівниками структурних підрозділів одразу ж по мірі виникнення на нараді за участю директора, його замісників, та головних спеціалістів господарства.

СФГ Головянко має потужну матеріально-технічну базу, сучасні машини та обладнання, що дозволяє здійснювати процес розширеного виробництва. Склад машинно-тракторного парку господарства СФГ Головянко та його чисельність за останні роки представлено в (таблиці 1.5).

Таблиця 1.5 – Склад машино-тракторного парку СФГ Головянко

Марка машини	Кількість, шт.
1	2
ТРАКТОРИ	
К-700	1
Т-150 (1 трактор з двигуном Камінз)	2
ЮМЗ-6Л	6
МТЗ-892	2
МТЗ-82	2
МТЗ-80	3
Atles-946	1
КОМБАЙНИ	
ДОН-1500	1
CLAAS mega 360	2
CLAAS medion 310	2
АВТОМОБІЛІ	
КамАЗ	2
ГАЗ-53 (3 с двигуном каміннс)	9
КрАЗ	2
ВАЗ (НИВА)	1
УАЗ	1
ПЛУГИ	
ПЛН-8-35	1
ПЛН-5-35	8
ПЛН-3-35	6
КУЛЬТИВАТОРИ	
КПС-4	7
КРН-5,6	4

БОРОНИ	
БДТ-7	2
БЗСС-1	25
1	2
СІВАЛКИ	
СЗ-3,6	7
УПС-8	2
СУПН-8	4
МАШИНИ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН	
ОП-2000	1
Оприскувач PRIMUS 25/28	1

1.3. Аналіз існуючого ринку засобів малої механізації

Сьогодні ринок засобів малої механізації досить розбалансований. Про розбалансованість ринку свідчать дослідження [10, 11, 12] в яких наведено рейтинги продажу мотоблоків (рис. 1.3).

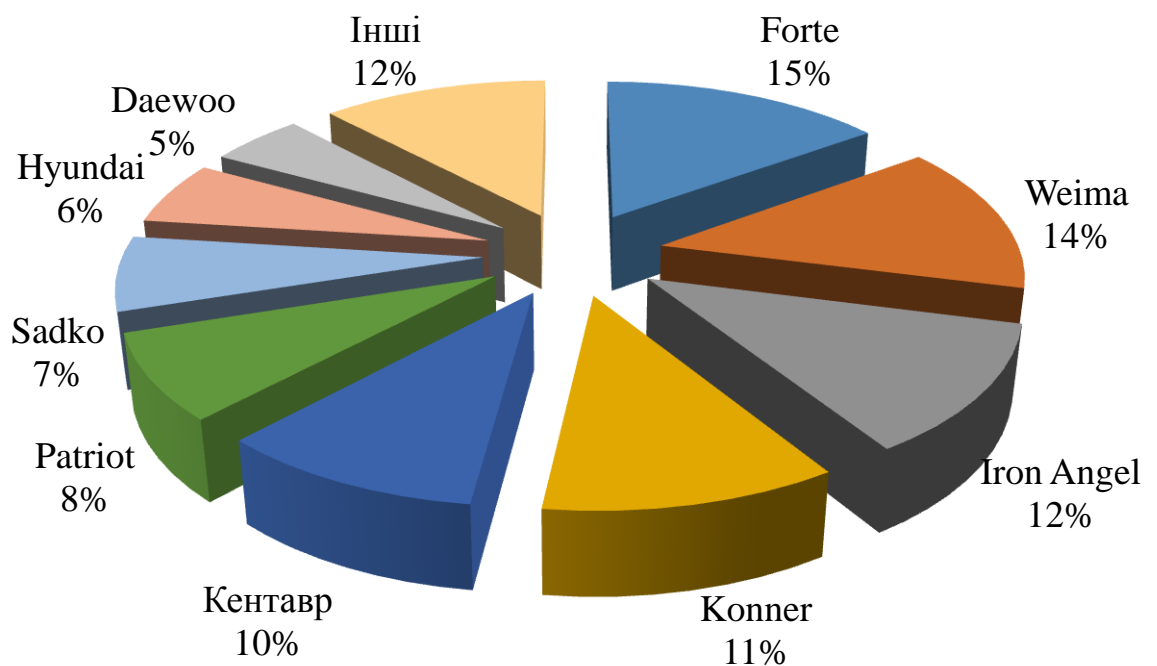


Рис. 1.3. Реалізація мотоблоків

Дослідженнями авторів [11] левову долю покупок складають мотоблоки оснащені дизельним двигуном 61 %, бензиновим 29 %, електричним 10 %. Розподіл за типом двигуна представлено на рис. 1.4.

По методиці вибору того чи іншого типу мотоблока надруковано багато робіт та знято багато відеороликів [11, 12, 13]. Також багато робіт приділено агрегуванню з обладнанням та експлуатацією, робіт по ремонту та обслуговуванню дуже мало.

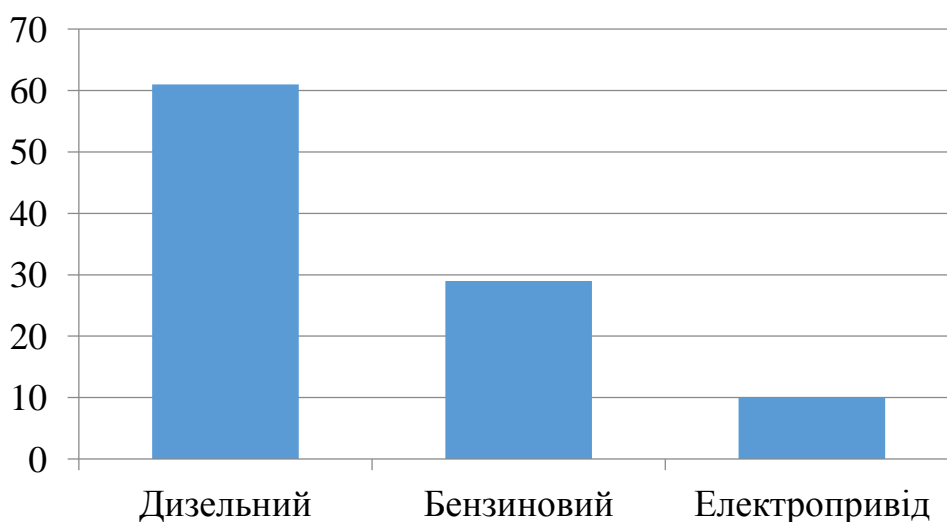


Рис. 1.4. Розподіл засобів малої механізації за типом приводу

Мотоблоки розподіляються не тільки за типом двигуна, а і за шириною захвату та глибиною обробітку рис. 1.5, рис. 1.6.

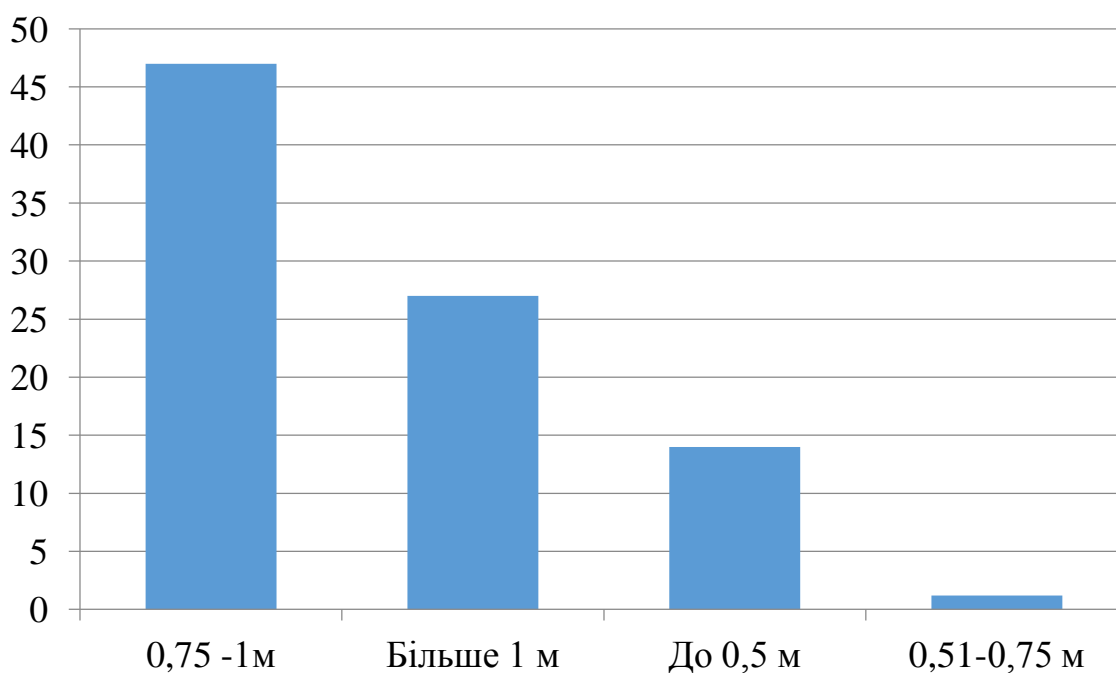


Рис. 1.5. Розподіл мотоблоків за шириною захвату

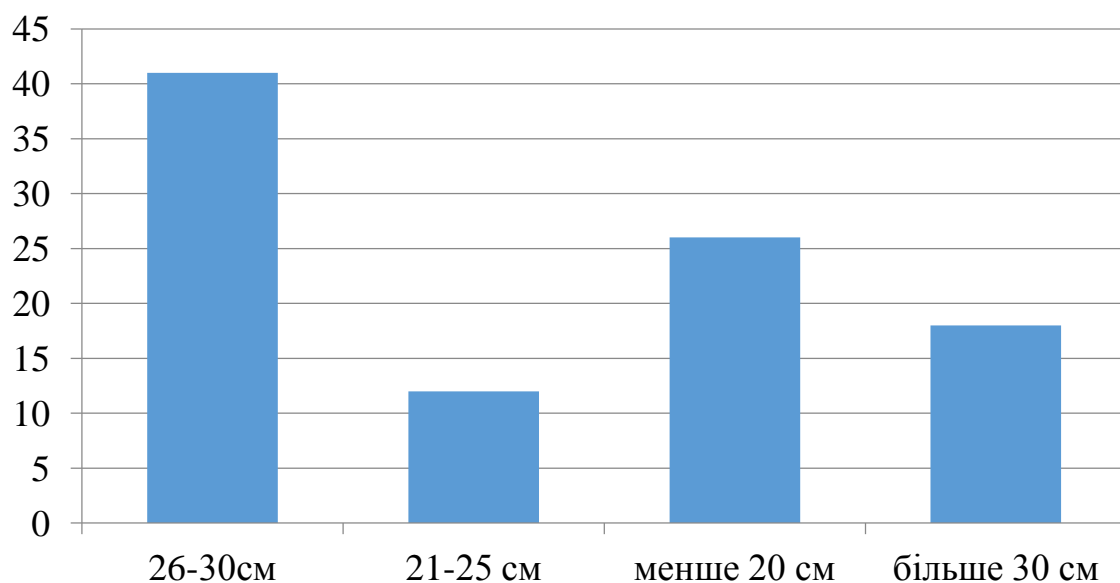


Рис. 1.6. Розподіл попиту на мотоблоки за глибиною обробітку

Реалізовані мотоблоки за вагою розподілились наступним чином рис.

1.7.

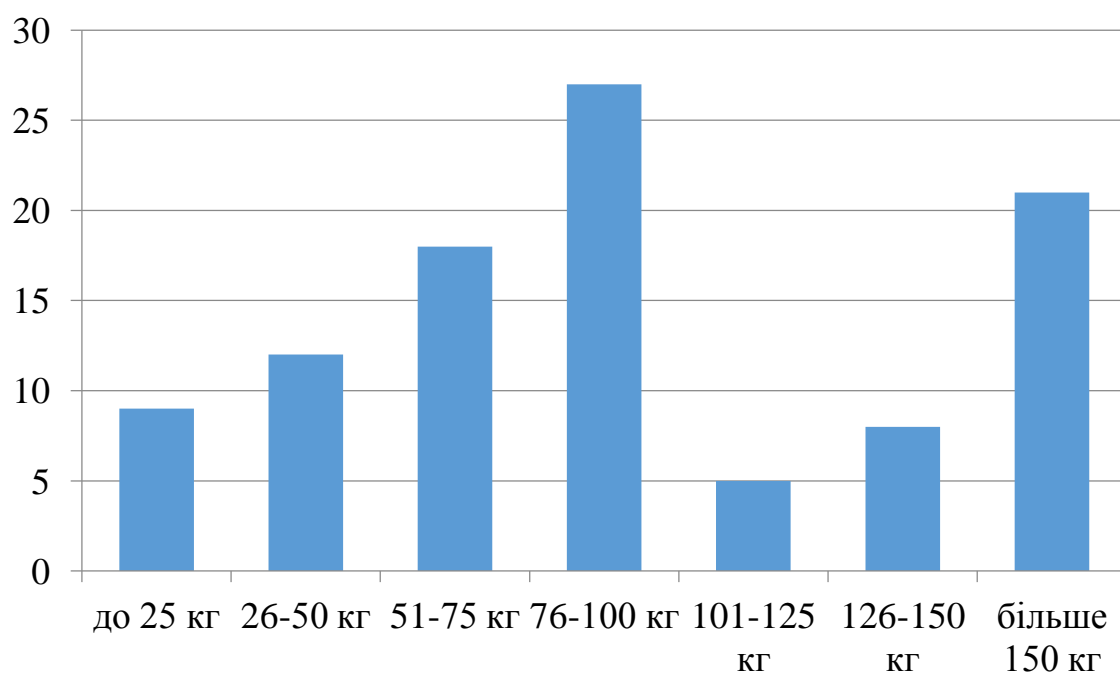


Рис. 1.7. Розподіл попиту на мотоблоки за вагою

Як зазначалось раніше СТО фермерського господарства займається реалізацією засобів малої механізації. Основна продукція яка реалізується це мотоблоки, тримери та бензопили [11, 12, 13].

Мотоблок рис. 1.8. [14]

При обробці фермерських та присадибних ділянок не обійтися без використання мотоблоків. Це багатофункціональний пристрій може застосовуватися як для обробки ґрунту, так і для робіт, пов'язаних з прибиранням снігу або листя.



Рис. 1.8. Мотоблок Кентавр МБ 1010

Мотоблоки розрізняються за потужністю, вазі і функціональності. Для невеликої дачної ділянки цілком вистачить потужності середнього мотоблока. Для професійної обробки ґрунту в промислових масштабах потрібен більш потужний агрегат. Для обробки землі та спашування краще придбати мотокультиватор, однак для оптимізації роботи в цілому, мотоблок підійде набагато краще.

Розрізняються мотоблоки і за швидкістю роботи. Мотоблок з клиноре-мінною або ланцюговою трансмісією забезпечить якісне виконання невеликого обсягу робіт, а от мотоблок з черв'ячним і шестерними редукторами впорається з більш серйозними завданнями. Працюють мотоблоки на електриці, бензині та дизельному паливі. Як і будь-який вид техніки, мотоблоки потребують регулярного профілактичного техогляді. Однак через неправиль-

ну експлуатацію або неправильно обрану модель, мотоблоки приходять в непридатність і вимагають ремонту.

Для профілактики поломок не можна допускати попадання в механізм великих сторонніх елементів. Для цього перед обробкою ділянку краще відчистити від великих гілок, шматків мотузки і дроту. Не можна також давати велике навантаження на двигун при першому використанні - в перебігу певного терміну мотоблок повинен пройти обкатку і притирання.

Якщо ремонту таки не уникнути, підходити до цього питання потрібно з урахуванням всіх особливостей пристрою мотоблока. Справитися з цим завданням можуть тільки досвідчені майстри, тому за ремонтним обслуговуванням краще відразу звертатися в спеціалізовані центри. Фахівці повинні обов'язково визначити тип редуктора, рік його випуску (майстри знають, що залежно від часу виробництва в збірці могли використовуватися різні деталі), особливості використання. Складність ремонту мотоблоків в першу чергу полягає в рідкісній наявності комплектуючих деталей і вузлів для цих механізмів. Тому ремонт може зайняти деякий час.

Тример рис. 1.9. [15]



Рис. 1.9. Триммер Mächtig MGB-2815 S

Триммер - простіше кажучи, ручна газонокосарка - інструмент потрібний і дуже зручний. Використання тримерів рятує власника земельної ділянки від необхідності проробляти монотонну і малоприємну роботу. З його допомогою можна обробляти газони та їх окремі ділянки, облагороджувати клумби, газони, кущі і т.д. Завдяки своїй невеликій вазі, зручності використання, простоті конструкції тримери вже щільно увійшли в життя любителів садових робіт. Єдиний недолік триммера - мала площа скошування трави.

В сільській місцевості тример використовують для скошування трави на сіно або для годування худоби зеленою травою. Звісно тример не розрахований на скошування наприклад суданської трави, тим паче укладання її у валок.

Придбання тримера - завдання непросте і підійти до нього потрібно з усією серйозністю. У першу чергу варто визначити тип двигуна - електрич-

ний або бензиновий. Електричний тример працює практично безшумно, не забруднює навколишнє середовище і запускається одним натисненням кнопки. Однак він не дуже зручний при скошуванні високої трави і у боротьбі з бур'янами. Крім того, електричними тримерами не можна підстригати вологі газони. Не варто забувати і про маневреність такого типу тримера - вона завжди буде обмежена довжиною шнура, а значить, з'являється необхідність робити на ділянці додаткові джерела живлення.

Окремо варто сказати про тримери, що працюють на бензині - бензотример. На сьогоднішній день вони є найбільш продаваними моделями. Вони працюють набагато краще електричних, забезпечуючи якісно скошування трави. Незважаючи на це, бензотримери мають і явні недоліки - високий рівень шуму і складність обслуговування. Однак все це меркне в порівнянні з головною перевагою тримера на бензині - він зрізає абсолютно все на своєму шляху, і з легкістю впорається з бур'янами, пересохлою або мокрою травою. Він стане незамінним помічником для сезонних дачників, які приїжджають на свої ділянки після довгої перерви і змушені витратити сили на приведення їх у порядок, а також для скошування трави на корм худобі.

Залежно від розташування двигуна розрізняються особливості роботи бензотримера. Інструмент з низьким двигуном працює ніжно і застосовується для підстригання та підкошування трави. Тримери з верхнім розташуванням двигуна - більш потужні і надійні, не бояться поганої погоди і справляються зі складними заростаннями.

На відміну від електричних аналогів, вартість бензотримера значно вище.

При покупці тримера також варто звернути увагу на його потужність і швидкість роботи, вагу, комплектуючі інструменти (ніж, волосінь), компанію-виробника. Не варто купувати дешеву техніку - її ремонт обійдеться дорожче. А купівля інструменту на один сезон - це вже розкіш. Краще вибирати надійних виробників зі світовим ім'ям.

Купуючи тример, обов'язково потрібно перевірити його роботу. Він повинен бути зручним у використанні і мати низький рівень вібрації.

Ще одна умова довгої і надійної служби тримера - його правильна експлуатація: не варто перегрівати двигун, косити без перерви більше 20 хвилин, косити мокру траву і використовувати волосінь, не відповідає вимогам виробника.

Бензопилка рис. 1.10. [16]



Рис. 1.10. Бензопилка Mächtig MCG-3545

Бензопила - необхідний в господарстві інструмент. Він стане в нагоді як в приватному будинку, так і на будь-якій присадибній ділянці. З її допомогою ви зможете з легкістю позбутися старих дерев або нарізати дрова.

Як правило, розрізняють два типи бензопил: професійні (для великої валки дерев, що працюють 6-8 годин) і побутові (періодичне використання для домашніх потреб).

При виборі бензопили необхідно враховувати такі характеристики як потужність, довжина шини, зручність запуску, антивібраційний механізм і пр.

При неправильній експлуатації, бензопили дуже часто виходять з ладу, що тягне за собою необхідність ремонту або заміни деяких деталей. Якщо

ваш інструмент потребує ремонту - краще довірити його професійним майстрам.

Гарантійне і ремонтне обслуговування бензопил зазвичай включає в себе такі етапи:

- Ремонт та заміна стартера (шморгалки);
- Чистка, налагодження та регулювання карбюратора;
- Заміна поршневої групи;
- Ремонт катушки запалювання;
- Чистку маслососа;
- Заміну маслососа;
- Заточку ланцюгів і пильних дисків;
- Заміну ланцюгів і пильних дисків;
- Чистку фільтрів.

Щоб скоротити час ремонту, краще звертатися в сервісні центри, оснащені широким асортиментом запасних деталей і комплектуючих. Цей момент варто врахувати ще при покупці техніки, тоді при необхідності сервісного обслуговування у вас не виникне зайвих проблем.

Не варто нехтувати і періодичним сервісним обслуговуванням. Своєчасне змащування вузлів і заміна дрібних недорогих деталей обійдеться значно дешевше, ніж дорогий ремонт всього механізму.

1.4. Аналіз надійності та дефектів деталей мотоблоків

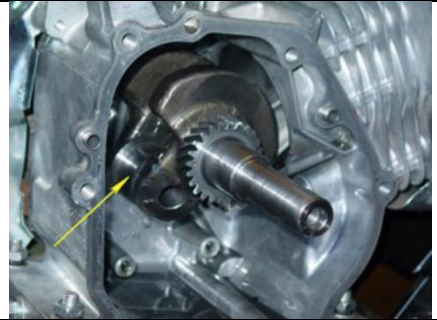
Реалізація засобів малої механізації відбувається в основному за попереднім замовленням але на складі як правило є найбільш ходові моделі. Реалізується міні-техніка різних виробників Україна, Білорусь але в основному це Китай. Люди віддають перевагу китайській міні-техніці із-за її ціни, як правило вона набагато менша ніж аналоги виробництва України, Білорусі, а про міні-техніку Європейську взагалі не ведеться розмова. Так за останні 3

роки було придбано 2 Італійські мотоблоки Ferrari 340 PowerSafe (вартість близько 120000 грн).

Надійність мотоблоків не досить висока особливо це стосується міні-техніки китайського виробництва, розподіл та аналіз поломок наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Поломки та відмови деталей мотоблоків

№	Дефект	Загальний вигляд
1	Неякісні деталі з полімерного матеріалу (крила, кожухи та інше)	
2	Зрив кріплення зубчатого вінця маховика або він взагалі не закріплений	
3	Поломка компресійних та маслозгінних кілець	
4	Інтенсивний та нерівномірний знос компресійних і маслозгінних кілець. В зонах А і Б.	

5	Руйнування зубчатих передач	
6	Знос шийок колінчатого валу	
7	Знос головки (нижньої) шатуна	
8	Зхватування, задири, подряпини (в основному на шийці колінчатого валу)	

Проаналізувавши проведені дослідження відмов деталей міні-техніки можна зробити висновок про її досить низьку надійність і як зазначалось раніше в основному китайського виробництва. Це пов'язано з недотриманням режимів термообробки деталей, економією на матеріалах, неякісним складанням та інше.

Тому питання підвищення надійності міні-техніки є актуальним і потребує розгляду.

Більш глибокий аналіз надійності мотоблоків дав змогу визначити розподіл відмов по складовим частинам рис. 1.11.

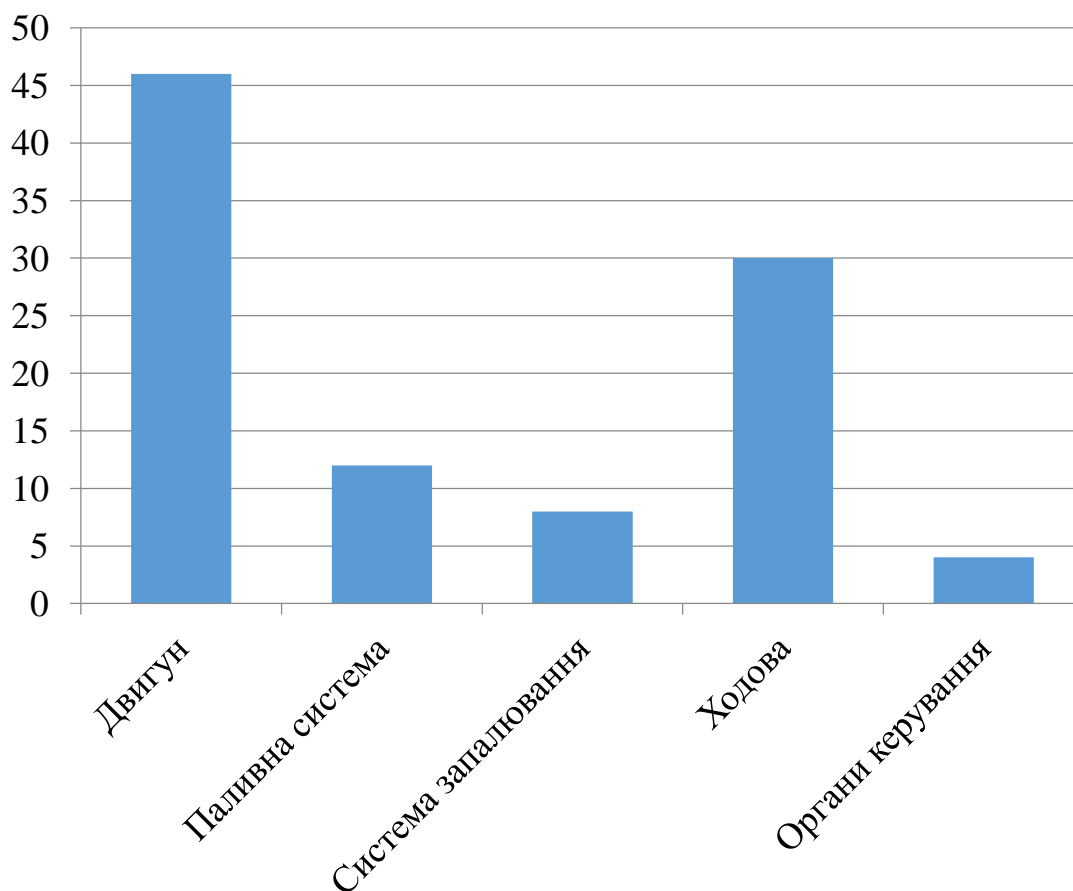


Рис. 1.11. Розподіл відмов мотоблоків

Як видно з діаграми лівова доля відмов припадає на двигун. Більш детальний аналіз відмов деталей двигуна вказав на те, що більшість відмов припадають на колінчатий вал, а саме на відмови підшипникового вузла "Шийка – вкладиш". Дефекти двигуна наведено в таблиці 1.7. та на рис. 1.12.

Таблиця 1.3 - Відмови двигунів мотоблоків

№	Назва дефекту	Кількість
1	Провертання вкладишів	149
2	Перевитрата масла	52
3	Задир циліндро-поршневої групи	69
4	Витік масла	91
5	Знос корінних шийок колінчатого валу	17

6	Поломка шатунів і болтів кріплення кришки шатуна	143
7	Поломка кол. валу	22
8	Поломка поршня	17
9	Поломка штовхачів	43

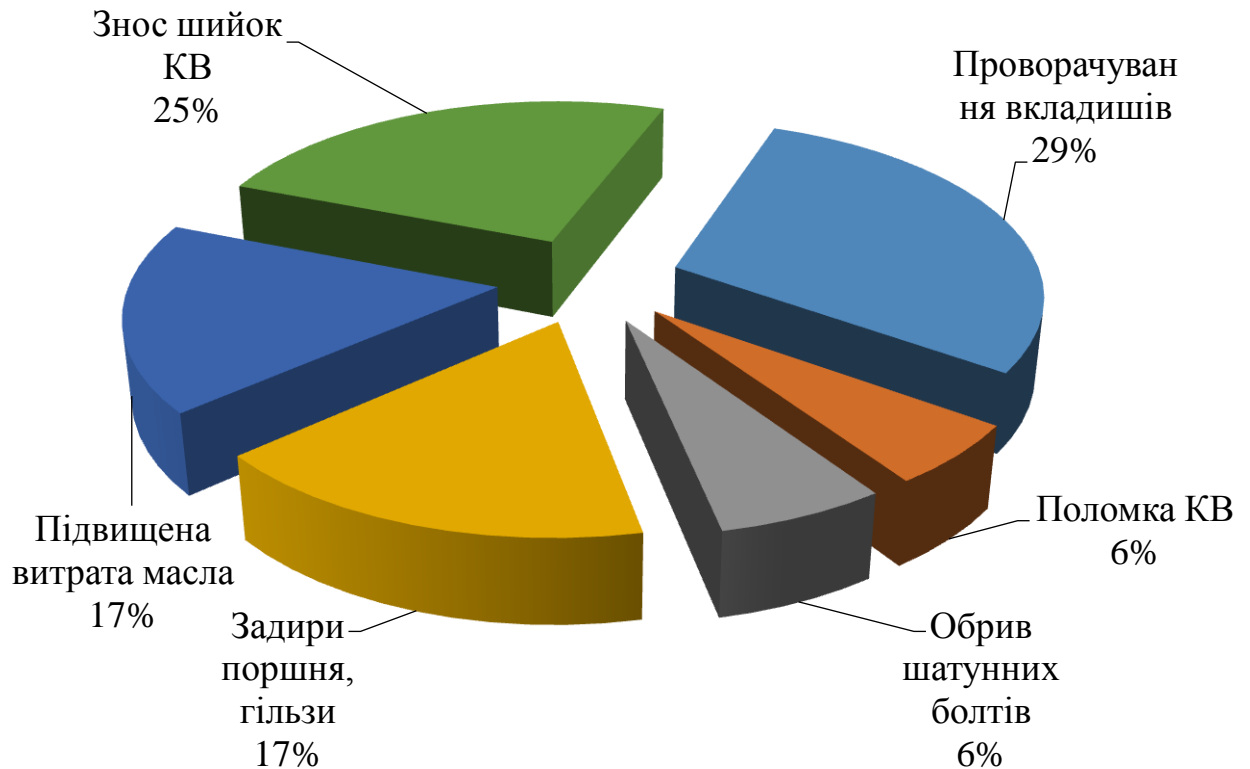


Рис. 1.12. Відмови двигунів мотоблоків

Як видно з діаграми проблемним вузлом мотоблока є з'єднання "Шийка КВ - вкладиш" тому подальші дослідження будуть присвячені саме цьому вузлу.

1.4. Висновки та задачі роботи

Проведене дослідження потреби населення у міні техніці вказало на великий інтерес до даного виду продукції.

Села знаходяться на значній відстані від районного центру, а тим паче від обласного чи міст в яких організовано продаж та сервіс міні техніки.

Якщо з покупкою більш менш все зрозуміло тобто придбати мотоблок чи тример чи іншу техніку можна в райцентрі чи у приватних підприємців, то з ремонтом та обслуговуванням виникають великі труднощі.

Проведений аналіз виробничої діяльності господарства дав можливість зробити наступні висновки:

- господарство розвивається і веде різносторонню діяльність;
- в господарстві вирощуються овочеві культури і обслуговуються міні технікою;
- господарство має власне СТО;
- господарство займається продажем мінітехніки і є потреба в обслуговування та ремонті проданої техніки, а також техніки придбаної у інших продавців.

Детальний аналіз надійності мотоблоків вказав га досить низьку надійність двигунів, а саме шатунних та корінних підшипників.

Тому метою роботи є підвищення надійності деталей двигунів засобів малої механізації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз ринку засобів малої механізації та провести аналіз надійності мотоблоків і обґрунтувати шляхи її підвищення.
- провести теоретичні розрахунки з прогнозування ресурсу шатунних підшипників колінчатого валу та розробити технологію їх відновлення.
- розробити методику проведення експериментальних досліджень.
- визначити динаміку зносу зміцнених зразків різними матеріалами та на різних режимах.
- побудувати залежності зносу з'єднання шийка колінчатого валу – отвір нижньої головки шатуна та порівняти їх з теоретичними.
- провести трибо логічні випробування зміцнених зразків.
- розробити заходи з покращення техніки безпеки і умов праці;
- провести техніко-економічну оцінку проектних рішень.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСУ ШАТУННОГО ПІДШИПНИКА ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЙОГО ПІДВИЩЕННЯ

За даними власних досліджень та рекомендаціями різних авторів [17 - 23] основний шлях підвищення ресурсу деталей типу вал, а колінчастий вал двигуна мотоблоку саме до цієї групи деталей і відноситься, є відновлення поверхонь різними способами наплавки з використанням якісних дротів у склад яких входять легуючі елементи. Інший шлях це зміцнення поверхні різними способами.

2.1. Способи зміцнення відновлених поверхонь деталей машин

Довговічність відновлених поверхонь деталей спряжень дозволяють підвищити наступні види поверхневого зміцнення [2, 4]:

- механічний;
- ультразвуковий;
- термічний;
- лазерний ;
- електромеханічний.

Механічний спосіб полягає в тому, що під впливом елемента (кулі, ролика), який діє на поверхню при взаємному відносному переміщенні інструменту і деталі або одноразовому контакті (ударі), нерівності оброблюваної поверхні пластично деформуються, зерна металу витягуються у напрямку деформації, кристалічні решітки викривлюються, внаслідок чого змінюється структура і властивості поверхневого шару: знижується пластичність і ударна в'язкість, збільшується втомлена міцність (на 30...70%), підвищується твердість і стійкість проти зношування (у 1,5...2 рази), шорсткість зменшується (до 0,04 мкм) [2, 4, 24, 25].

Дробоструминна обробка дає змогу підвищити показники зносостійкості відновлених поверхонь. Завдяки кінетичній енергії дробу, що рухається зі

швидкістю 30...90 м/с, утворюється наклепаний шар глибиною 0,5...0,7 мм. Подача дробу на поверхню деталей виконують під кутом 70°. Розмір і матеріал дробу вибирають залежно від параметрів оброблюваної поверхні. Для сталевих деталей використовують дроб з відбіленого чавуну або сталюго дроту, а для деталей з кольорових металів – алюмінієвий дроб. Обробку проводять в дробоструминних установках з пневматичним або відцентровим прискорювачем потоку дробу.

Обкатування та розвальцьовування кульками та роликками також дає змогу зміцнити відновлену поверхню деталі.

Глибина і інтенсивність зміцнення металу залежать від параметрів режиму обкатки і властивості самого зміцнюваного матеріалу, яка визначається використаними наплавлювальними матеріалами і видом наплавлення.

Залежно від початкової твердості наплавлених деталей рекомендується застосовувати наступні режими підвищення міцності поверхонь деталей.

Для деталей з наплавленим шаром твердістю HV 200... 300 нормальний тиск інструменту $p = 2...2,5$ кПа, позадвжжня подача $S = 0,1...0,25$ хв – 1, діаметр кульки $d_k = 15...20$ мм або ролик з профільним радіусом $r = 10...15$ мм, швидкість обкатки $v_{об} = 15...125$ м/хв, число проходів – один або два;

Для деталей з наплавленим шаром твердістю HV 300 і вище нормальний тиск повинен бути збільшений до $P = 3...4$ кПа, значення решти параметрів зберігаються.

Після операції обкочування за один прохід можна підвищити клас шорсткості поверхні з $Ra = 2,5...0,63$ до $Ra = 0,32...0,08$ мкм. Особливо актуальним є використання технології обкочування роликками при відновленні валів складної конструкції, що працюють в знакозмінних навантаженнях. Так при зміцненні обкочуванням галтелей колінчастих валів, забезпечується втомна міцність відновлених деталей до рівня нових, а у деяких випадках навіть підвищується на 15...50%.

Конструкцію роликового розкочувача для обробки циліндричних і конічних поверхонь показано на рисунку 2.1.

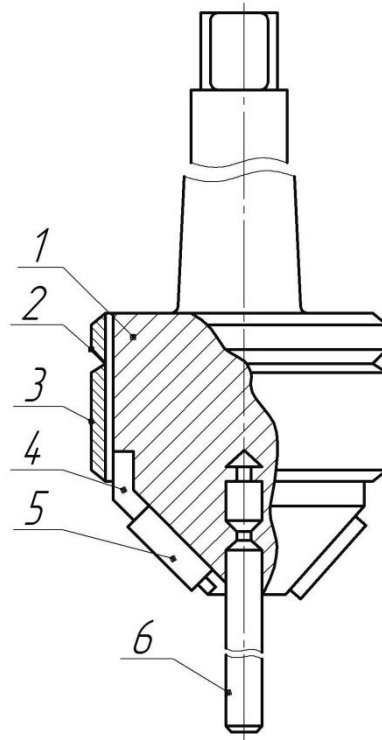


Рис. 2.1. Конічний розкочувач для обробки фаски клапанного сідла:
 1 – корпус з хвостовиком; 2 – контргайка; 3 – гайка; 4 – сепаратор;
 5 – ролик; 6 – направляючий пілот.

Ще одним різновидом зміцнення роликами є зміцнення з нагрівом поверхні, що оброблюється. Цей спосіб отримав назву *термомеханічне зміцнення*. Він розроблений в 1968...1972 рр. під керівництвом професора І.А. Бегагоєна. Суть заключається в тому, що перед проведенням накатування зміцнювальну поверхню нагрівають (електроконтактним, індукційним або газополумєневим способами) до 350...500 0С. Зусилля притискання роликів при цьому зменшують на 15%. Поєднання механічних та теплових режимів дозволяє в порівнянні з звичайним накатуванням отримати додатковий приріст втомної міцності вала на 5...20%.

До числа технологічних процесів обробки деталей холодною пластичною деформацією відноситься також *вигладжування алмазним і твердосплавним інструментом*.

Воно полягає в пластичній деформації поверхневих шарів деталі інструментом, робоча частина якого являється кристал природного алмазу масою 0,4...0,8 карати, обмежений поверхнею сфери або циліндра з радіусом 1...3 мм або надтверді матеріали з нітриду бору (гексаніт, кубоніт тощо).

Зовнішні циліндричні поверхні вигладжуються алмазним наконечником, встановленим в пружинній оправці, яку кріплять в різцетримач супорта токарного верстата. Режими вигладжування змінюють в порівняно невеликих межах: подача – 0,02...0,06 мм/об, швидкість вигладжування – 40...100 м/хв, зусилля притиску алмазного наконечника – 120...300 Н, число проходів – 1, у якості мастильно – охолоджувальної рідини використовувати: для чорних металів індустріальне масло, а для кольорових сплавів – гас.

Кінцева обробка деталей алмазним вигладжуванням в порівнянні з шліфуванням, дозволяє поліпшити шорсткість поверхні (не нижче $Ra=0,04...0,08$ мкм), підвищити мікротвердість на 25...35%, зносостійкість – на 35...65% і втомну міцність – на 30...60%.

Застосування алмазного вигладжування ефективно і для чистової обробки деталей, відновлених різними металопокриттями. Так, при алмазному вигладжуванні хромового покриття (замість полірування) на оптимальному режимі (радіус сфери алмазного наконечника – 1,2 мм, зусилля притиску алмаза – 140 кН, подача – 0,03...0,5 мм/об) вдається підвищити клас шорсткості поверхні, збільшити поверхневу твердість покриття на 12...15%, знизити його пористість, підвищити зносостійкість на 35%, а контактну витривалість – в 1,5 рази.

Ультразвукове зміцнення полягає в тому, що спеціальний інструмент (гладилка), яка вібрує з частотою ультразвука і певною амплітудою зсуву, здійснює ударну дію на зміцнювану поверхню і піддає її пластичній деформації (табл. 2.1) [2, 4, 24, 25].

Таблиця 2.1 – Режими ультразвукової зміцнювальної обробки

Параметри	Значення
Статичне зусилля притиску інструмента, кН	400...500
Резонансна частота коливань інструмента, кГц	18...24
Амплітуда коливань інструмента, мкм	20...25
Швидкість обертання деталі, м/с	0,9...1,0
Продольна подача інструмента, мм/об	0,125

Джерелами електричної енергії ультразвукової частоти служать лампові генератори 1 (рис. 2.2) типу УЗМ-1,5; УЗГ5-1,6 або УМ1-4. Електрична енергія ультразвукової частоти перетвориться в енергію механічних коливань тієї ж частоти акустичною головкою, яка складається з трьох частин: вібратора 2 типу ПМС-1,5, конічного концентратора 3 і твердосплавної пластини 4 (Т15К6). Форма пластини така ж, як і для електромеханічного вигладжування.

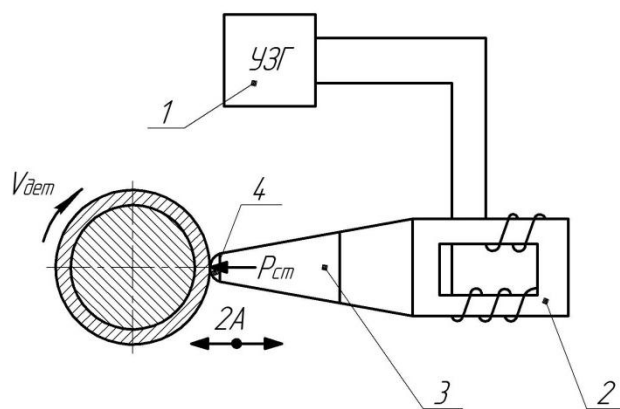


Рис.2.2. Принципова схема ультразвукової зміцнювально-вигладжувальної обробки:

1 – генератор; 2 – вібратор; 3 – концентратор; 4 – пластинка;

$2A$ – амплітуда коливань.

Спеціального припуску під дану обробку планувати не потрібно, оскільки зміна розмірів деталі не перевищує 0,02 мм

Ультразвукове зміцнення підвищує мікротвердість в 1,5...2 рази і за-

безпечує рівномірний її розподіл по глибині зміцненого шару 0,3...0,4 мм, підвищує чистоту поверхні і створює залишкові напруження стиску, забезпечує велику, в порівнянні з поліруванням, площу контакту поверхонь і більш сприятливу форму нерівностей.

Термічна обробка. Основні способи термічної обробки: відпалювання, нормалізація, загартовування, відпуск. (табл. 2.2.) [2, 4, 24, 25].

Відпалювання – вид термічної обробки, при якій деталь нагрівають до певної температури і потім поволі охолоджують (разом з піччю) для зниження внутрішніх напружень, зниження твердості і збільшення в'язкості металу. Температура нагріву сталі при відпалюванні залежить від вмісту в ній вуглецю.

Швидкість охолодження при відпалюванні середньовуглецевих сталей досягає 200...300° С за 1 год. Спеціальні сталі охолоджуються ще повільніше.

Таблиця 2.2 – Температура нормалізації, загартовування і відпалювання сталей

Марка сталі	Температура, °С		
	нормалізації	загартування	відпалювання
08	920...950	–	920
Ст1, Ст2, Ст3, сталь 10 та 15	870... 885	–	900
Ст4, сталь 20 та 25	830...855	880	880
Ст5, сталь 30 та 35	800...820	840... 860	840... 860
Ст7, сталь 50, 55, 65, У7	770...785	780	780
Ст6, сталь 40 та 45	780...800	800... 820	800... 820
У8, У9	830...855	760	760
У10	900...930	760	760
У12	920...950	760	760

Нормалізація – вид термічної обробки, при якій деталь нагрівають з

подальшим охолодженням на повітрі для зняття внутрішніх напружень і отримання дрібнозернистої структури. Її широко застосовують замість відпалювання для мало- і середньовуглецевих сталей. При нормалізації сталь нагрівають на 25...50° вище, ніж при відпалюванні.

Загартовування – вид термічної обробки, при якій деталь нагрівають до певної температури і потім швидко охолоджують у воді, маслі або якій – небудь іншій речовині. Твердість загартованих поверхонь при охолодженні в різних рідинах (твердість по Бринелю) може мати такі значення (твердість сталі до загартовування HB 202): кипляча вода – до HB 217; розплавлений свинець при 320° С – HB 251; нафта – HB 248; мильна вода – HB 600; вода при 20° С, насичена сіллю – HB 625; вода при 20° С, насичена содою – HB 652.

Поверхнєве загартовування з нагрівом струмами високої частоти (СВЧ) заснований на використуванні явищ індукції і поверхневого ефекту струмів Фуко.

Таблиця 2.3 – Залежність глибини проникнення струму від його частоти і температури нагріву вуглецевої сталі.

Частота струму, f, Гц	108	106	105	104	2·103	0,5·102
Глибина проникнення в холодну сталь h, мм	0,002	0,02	0,07	0,2	0,5	2,4
Глибина проникнення в сталь, нагріту до 800 °С h800, мм	0,065	0,65	2,1	6,5	14,5	91,4

Чавунні і сталеві деталі для підвищення міцності і зносостійкості піддають загартовуванню з подальшим відпуском.

Відпуск – термічна обробка, при якій загартовану деталь нагрівають до температури 100...700 °С, а потім охолоджують для зняття внутрішніх напруг і зменшення крихкості, що утворилися в процесі загартовування.

Лазерне зміцнення має ряд істотних переваг в порівнянні з іншими методами термічної і хіміко-термічної обробки: локальність, відсутність деформації (виключена подальша механічна обробка), можливість зміцнення важкодоступних місць.

Лазерне зміцнення може знайти широке використання в ремонтному виробництві як найефективніший метод підвищення ресурсу працездатності складальних одиниць і агрегатів автомобілів і тракторів.

Наприклад, доцільно використовувати лазери для зміцнення отвору направляючої втулки клапана, сідла клапана, кулачків розподільного валу, канавок поршневих кілець, корпуси картера рульового управління.

Наприклад, для лазерного зміцнення коробок диференціала заднього моста автомобілів використовують газовий лазер (на вуглекислому газі) безперервної дії потужністю до 1 кВт, працюючий на багатоходовому режимі. Довжина хвилі світла, що генерується 10,6 мкм (невидимий інфрачервоний).

Деталь (рис.2.3.) закріплюють в пристосуванні, де регулюється швидкість обертання деталі. На зміцнювану поверхню при лазерній дії наносять дві доріжки шириною 1,6 мм на відстані 2...3 мм одна від одної.

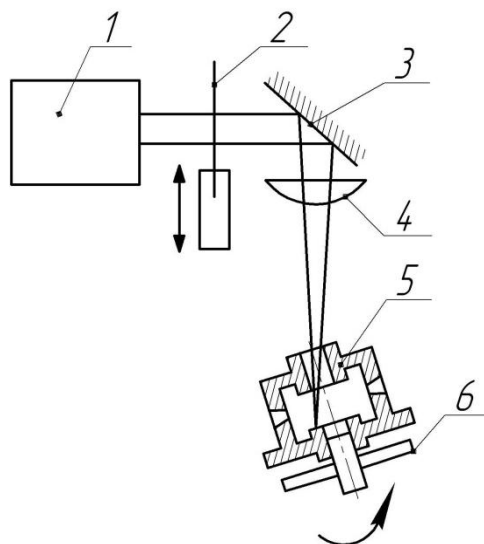


Рис. 2.3. Схема обробки деталі газовим лазером на CO₂:

1 – лазер; 2 – вимірник потужності; 3 – дзеркало; 4 – фокусуюча лінза;

5 – деталь; 6 – пристосування.

Для зменшення коефіцієнта віддзеркалення чавунні деталі заздалегідь піддають фосфатуванню в препараті КПФ-1.

В зоні дії лазерного випромінювання мікроструктура чавуну є подрібненим деформованим феритом. Окрім нього, при охолодженні розплаву, що утворився в місцях контакту ферит-графіт, з'являються ділянки аустеніт-но-феритної суміші.

Оптимальний режим обробки досягається при щільності потужності лазерного випромінювання (7...8,5) 103 Вт/см².

При відновленні деталей лазерною обробкою твердість робочого шару становить 60...63 HRC.

Електро механічне зміцнення – це поєднання термічної і силової дії на поверхневий шар відновлюваної деталі. Суть процесу полягає в тому, що при обробці, через місце контакту інструменту і деталі, пропускають струм великої сили і низької напруги (рис. 2.4), унаслідок чого гребені мікронерівностей сильно нагріваються і під тиском інструменту деформуються і згладжуються. Поверхневий шар зміцнюється. Інструментом може служити або нерухомо закріплена пластина, що має тороїдальну робочу поверхню або ролик, вісь обертання якого лежить в одній площині з віссю обертання оброблюваної заготовки. Для запобігання хвилястості оброблюваної поверхні застосовують деформуючий ролик, залишаючий каплевидний відбиток.

Підвищення якості наплавленого поверхневого шару. Наплавлення середньо- і високовуглецевими електродами при швидкому охолодженні викликає пористість і тріщини в наплавленому металі. Значні внутрішні напруги і низька втомна міцність обмежують вживання цього способу для деталей, що працюють в умовах знакозмінних навантажень.

Для поліпшення якості поверхневого шару і підвищення зносостійкості застосовують електро механічну обробку (ЕМО). Задача полягає у тому, щоб зробити поверхневий шар однорідним по структурі і рівномірним по твердості, а також по можливості ліквідувати мікротріщини.

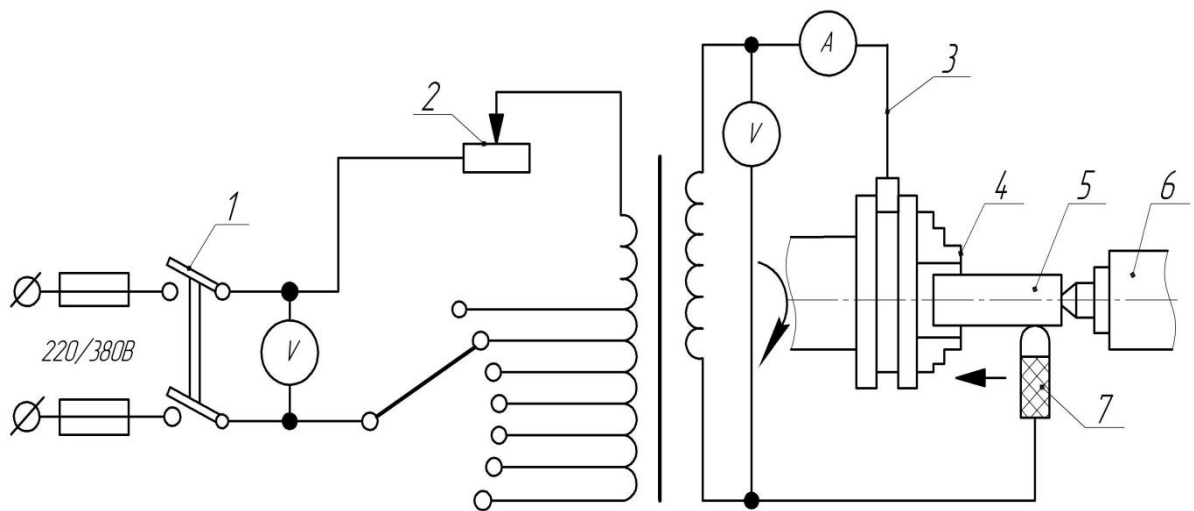


Рис. 2.4. Принципова схема установки для електромеханічної обробки:

1 – рубильник; 2 – реостат; 3 – дріт вторинної обмотки; 4 – патрон верстата; 5 – деталь; 6 – задня бабка верстата; 7 – оброблювальний інструмент.

Після обробки утворюється шар глибиною 0,09...0,10 мм, мікротвердість зміцнених зразків різко підвищується, а на глибині 0,03 мм вона збільшується в 2 рази. Твердість зміцненого шару після ЕМО підвищується в 1,5...2,5 рази. При цьому велика ефективність зміцнення відноситься до наплавлень, які мають знижену твердість.

Таблиця 2.4 – Режим зміцнення середньовуглецевих конструкційних сталей

Вид зміцнення	Інструмент	Сила струму, А	Швидкість, об ⁻¹	Подача, мм/об	Клас шорсткості	Глибина зміцненого шару, мм	Кількість проходів
Чистовий швидкісний режим							
З малою глибиною зміцнення	пластина	350...400	80...130	0,2...0,3	8...9	0,02...0,03	1...2
Із середньою глибиною	Те ж	480...600	8...15	0,2...0,3	8...9	0,06...0,1	2...3

зміцнення							
Високий режим							
Із більш значною глибиною зміцнення	ролик	800...1200	8...10	0,2...0,3	6...7	0,15...0,3	1...2

Підвищення якості поверхневого шару, утвореного залізненням.

При зміцненні поверхні після залізнення, так само як і при зміцненні чавуну, перевага залишається за роликівим інструментом, виготовленим зі сплаву Т15К6 діаметром 40 мм і радіусом профілю 7 мм. Режими електромеханічного зміцнення деталей, відновлених залізненням: $I = 650...850$ А, $v = 12...20$ м/хв; $P = 600...700$ Н; $S = 0,195...0,390$ мм/об; $n = 1$ або 2 проходи. Для отримання більшого ефекту глибина зміцнення повинна перевищувати товщину покриття. У ряді випадків залізнення знижує втомну міцність до 50%, а в результаті ЕМО вона підвищується до 63%, що для сталі 45 перевищує її початкове значення на 14%.

Зносостійкість зміцнених зразків, що працювали з мастилом, підвищується в 1,4...1,6 рази в порівнянні з залізненими зразками, обробленими шліфуванням, а при терті без мастила зносостійкість підвищується в 1,5...1,8 рази.

Настання заїдання пари, що третється, після зміцнення відбувається при питомому навантаженні 128 МПа, а незміцненої – при навантаженні 57 МПа. Це має особливе значення для підшипникових вузлів, що працюють при високих швидкостях і тиску, де збільшується вірогідність схоплювання поверхонь, що взаємодіють. Міцність зчеплення покриття з основним металом в результаті ЕМО підвищується на 15...40%. Більший відсоток збільшення міцності відноситься до більш глибокого зміцнення.

Електро-механічна обробка проводиться на токарно-гвинторізних та горизонтально-фрезерних верстатах. В якості джерела змінного струму за-

стосовують понижувальний трансформатор потужністю до 25 кВ·А. Існують спеціальні установки УЕМО-1 і УЕМО-2 для обробки тіл обертання.

Таким чином найбільш перспективним є зміцнення деталей електромеханічною обробкою.

2.2. Прогнозування ресурсу деталей в спряженні вал-підшипник

Врахуємо декілька здогадів, для прогнозування строку роботи в з'єднанні вал-підшипник:

- не враховуємо зону припрацювання;
- знос прямопропорційний напрацюванню;
- за первинні розрахункові розміри рахуємо:
 - а) для валів – нижній граничний розмір d_{min} ,
 - б) для отворів – верхній граничний розмір D_{max} ,
 - в) для спряжень – найбільший початковий зазор $S_{п max}$.

Довговічність спряження в більшості випадків залежить від граничного значення спрацювання, а також від швидкості спрацювання. Граничні і допустимі зноси при відновленні, а також розміри деталей зазначені в [26]. Приймаємо вихідні розрахункові данні ресурсу спряження вал-нижня головка шатуна двигуна мото блоку та заносимо їх в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Показники на дефекацію спряження вал-головка шатуна

Найменування	Витяг з технічних умов			
	Розміри по кресленню, мм	Зазори та спряження, мм		
		початкові, $S_{п}$	допустимі, $S_{др}$	граничні, $S_{гр}$
Нижня головка шатуна (внутрішній діаметр)	$\varnothing 30^{+0,018}$	від 0,07 до 0,098	0,12	0,25
Шийка колінчатого валу (зовні-	$\varnothing 30^{-0,07}_{-0,08}$			

шній діаметр)				
---------------	--	--	--	--

Визначення повного строку служби спряження, граничних і допустимих при технічному сервісі зносів, розмірів деталей виконується за наступною методикою [6].

Визначаємо початкові найбільший та найменший зазори в спряженні:

$$S_{п\ max} = ES - ei , \quad (2.1)$$

$$S_{п\ min} = EI - es , \quad (2.2)$$

де ES, EI, es, ei – верхнє та нижнє крайнє відхилення розміру отвору та валу, мм;

$$S_{п\ max} = 0,018 - (-0,08) = 0,098 \text{ мм},$$

$$S_{п\ min} = 0 - (-0,07) = 0,07 \text{ мм},$$

Первинний та найменший зазори в спряженні заносимо в таблицю 2.1.

Розраховуємо осередню швидкість зносу спряження

$$V_c = V_0 + V_B , \quad (2.3)$$

де V_0, V_B - відповідно осередня швидкість зносу отвору та вала ($V_0 = 5 \cdot 10^{-5}$ мм/мото – год, $V_B = 1,5 \cdot 10^{-5}$ мм/мото – год), мм/мото-год;

$$V_c = 5 \cdot 10^{-5} + 1,5 \cdot 10^{-5} = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ мм/мото – год},$$

Визначаємо середній ресурс спряження:

$$T_{\text{пс}} = \frac{S_{\text{гр}} - S_{\text{п max}}}{V_{\text{с}}}, \quad (2.4)$$

де $S_{\text{гр}}$ - граничний зазор у спряженні, мм;

$$T_{\text{пс}} = \frac{0,25 - 0,098}{6,5 \cdot 10^{-5}} = 2338,46 \text{ мото} - \text{год},$$

Визначаємо граничні розміри валу:

$$d_{\text{max}} = d + es, \quad (2.5)$$

$$d_{\text{min}} = d + ei, \quad (2.6)$$

де d - номінальний діаметр валу, мм;

$$d_{\text{max}} = 30 - (-0,07) = 29,93 \text{ мм},$$

$$d_{\text{min}} = 30 - (-0,08) = 29,92 \text{ мм},$$

Розраховуємо крайнє знос та крайній розмір валу:

$$Z_{\text{гр в}} = T_{\text{пс}} \cdot V_{\text{в}}, \quad (2.7)$$

$$d_{\text{гр}} = d_{\text{min}} - Z_{\text{гр в}}, \quad (2.8)$$

$$Z_{\text{гр в}} = 2338,46 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} = 0,035 \text{ мм},$$

$$d_{\text{гр}} = 29,92 - 0,035 = 29,885 \text{ мм},$$

Визначаємо допустимий без ремонту знос валу і допустимий розмір валу:

$$Z_{дрв} = Z_{грв} - T_{мр} \cdot V_{в}, \quad (2.9)$$

$$d_{др} = d_{min} - Z_{дрв}, \quad (2.10)$$

де $T_{мр}$ - міжремонтний ресурс спряження.

$$Z_{дрв} = 0,035 - 2000 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} = 0,005 \text{ мм},$$

$$d_{др} = 29,92 - 0,005 = 29,915 \text{ мм},$$

Розраховуємо параметри отвору нижньої головки шатуна, граничні розміри отвору:

$$D_{max} = D + ES, \quad (2.11)$$

$$D_{min} = D + EI, \quad (2.12)$$

де D - номінальний діаметр отвору головки шатуна, мм;

$$D_{max} = 30 + 0,018 = 30,018 \text{ мм},$$

$$D_{min} = 30 + 0 = 30 \text{ мм},$$

Розраховуємо граничний знос і граничний розмір отвору:

$$Z_{гро} = T_{пс} \cdot V_{о}, \quad (2.13)$$

$$D_{гр} = D_{max} + z_{грo}, \quad (2.14)$$

$$z_{грo} = 2338,46 \cdot 5 \cdot 10^{-5} = 0,117 \text{ мм},$$

$$D_{гр} = 30,018 + 0,117 = 30,135 \text{ мм},$$

Розрахуємо допустимий без ремонту знос і допустимий без ремонту розмір головки шатуна:

$$z_{дрo} = z_{грo} - T_{мр} \cdot V_o, \quad (2.15)$$

$$D_{др} = D_{max} + z_{дрo}, \quad (2.16)$$

$$z_{дрo} = 0,117 - 2000 \cdot 5 \cdot 10^{-5} = 0,017 \text{ мм},$$

$$D_{др} = 30,018 + 0,017 = 30,035 \text{ мм},$$

Розрахуємо граничний та допустимий найбільші зазори в спряженні:

$$S_{гр} = D_{гр} - d_{гр}, \quad (2.17)$$

$$S_{др} = D_{др} - d_{др}, \quad (2.18)$$

$$S_{гр} = 30,135 - 29,885 = 0,25 \text{ мм},$$

$$S_{др} = 30,035 - 29,915 = 0,12 \text{ мм},$$

По результатам проведених розрахунків будуємо графік зносу валу та нижньої головки шатуна двигуна в залежності від напрацювання (рис. 2.5).

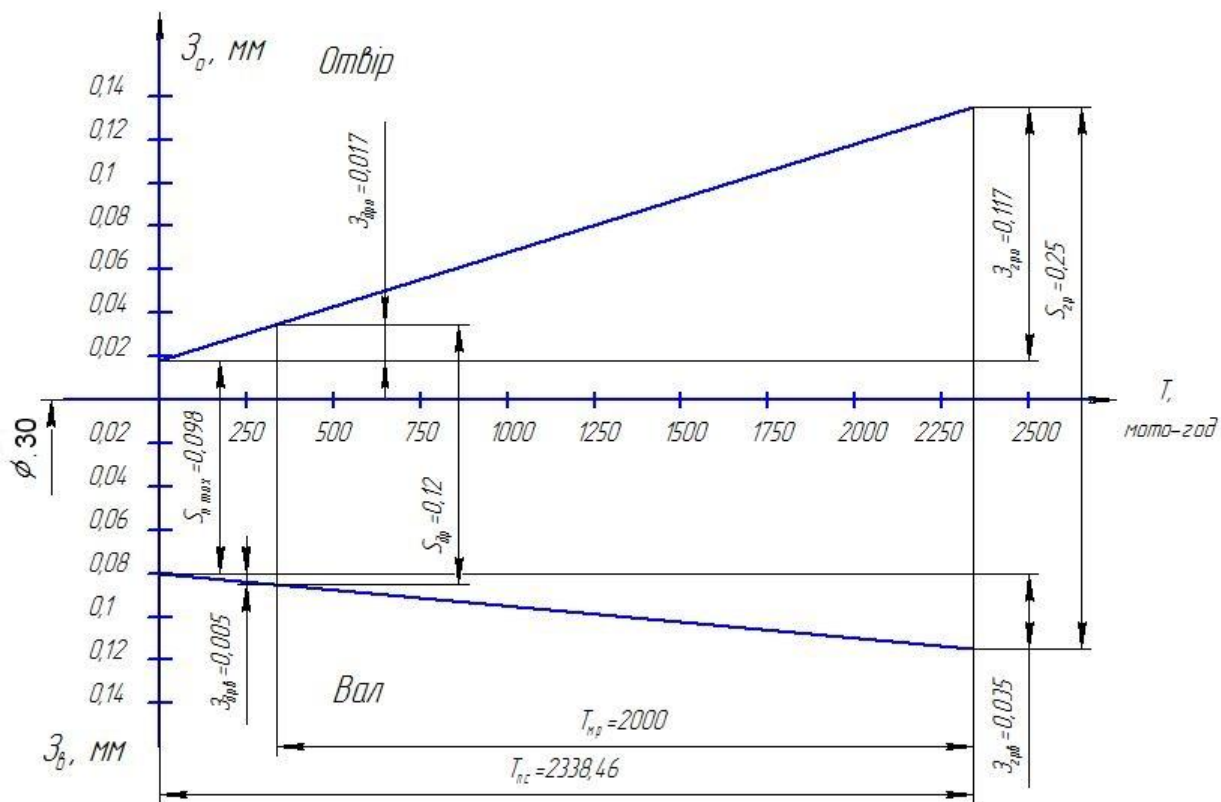


Рис. 2.5 – Розрахований графік зносу деталей спряження залежно від строку роботи

2.3. Розробка технологічного процесу відновлення колінчатого валу двигуна мотоблока

2.3.1. Опис конструкції деталі та опис її дефектів

Колінчатий вал мотоблока (рис. 2.6) працює в важких умовах. Сприймає знакозмінні навантаження, а також теплову дію.

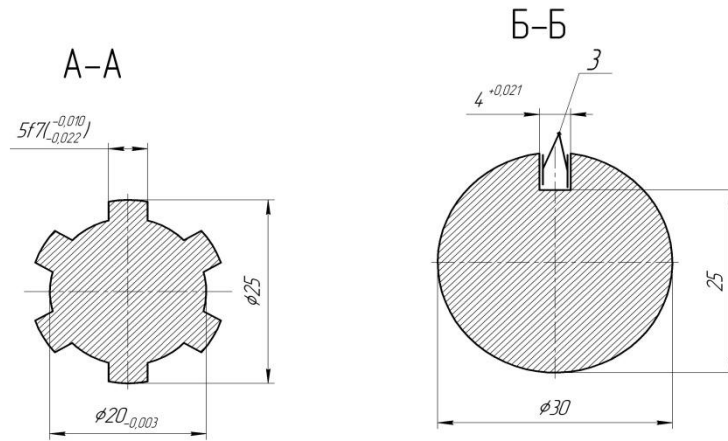
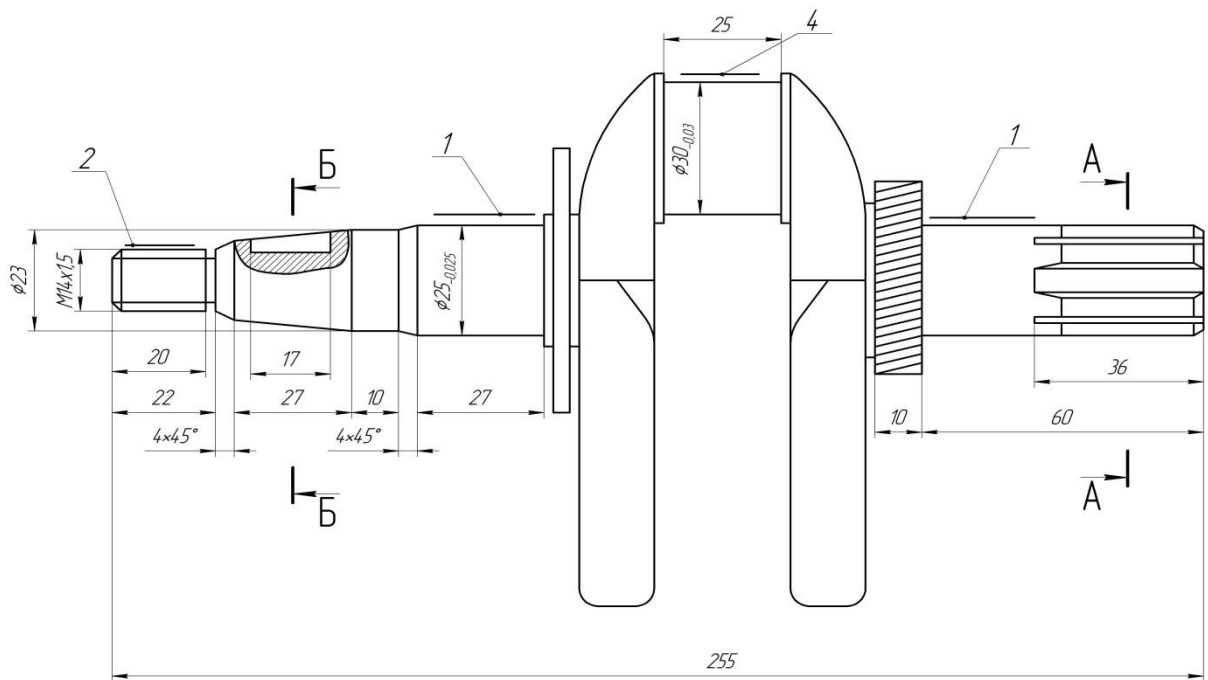


Рис. 2.6. Колінчатий вал

Номер деталі 168F.

Матеріал - Сталь 45 ГОСТ 4543-71.

Вага, кг – 1,5.

Твердість, HRC 32-38.

Клас – круглі стрижні.

Дефекти валу наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Дефекти колінчатого валу

№	Назва дефекту	Розмір, мм		Вимірювальний інструмент
		за кресленням	граничний	
1	Знос поверхні під підшипник 308	$25_{-0,025}$	Менше 24,9	Скоба калібр 8115-00332Н ГОСТ 18367-73 або Мікрометр важільний МР 25 ГОСТ 4381-88
2	Знос різьби менше 2х ниток	-	-	Візуально
3	Знос шпонкового пазу по товщині	$4^{+0,021}$	Більше 4,1	Шаблон шпонки
4	Знос шатунної шийки	$30_{-0,03}$	Менше 29,97	Скоба калібр 8115-00332Н ГОСТ 18367-73 або Мікрометр важільний МР 50 ГОСТ 4381-68

За результатами обстеження колінчастих валів, що надійшли в ремонт в 90 5 випадків зношено шатунну шийку. При чому багато випадків налипання на шийку захисного шару шатуна. Також часто зношується різьба, це пов'язано в більшості випадків з неохайним поводженням з нею. В основному дефекти різьби це забиття та вм'ятини.

Таким чином відновлювати будемо шатунну шийку та різьбу. Шатунна шийка відновлюється шліфуванням до номінального розміру у випадку перезняття матеріалу або до ремонтного. Різьба калібрується.

2.3.2. Складання технологічного плану операцій

005 Зварювальна

Заварити шпонковий паз (деф. 3) 4,1 x 5 x 17 мм.

Зварювальний напівавтомат TESLA MIG/MAG/FLUX/MMA 285, стіл для електрозварних робіт ОРС-1549А.

Дріт Св 08ХГСА 0,6, балон з CO₂, редуктор, лещата, маска зварювальника № 1 хамелеон, молоток, щітка металева.

010 Фрезерна

Фрезерувати шпонковий паз (деф. 3) 4x5x17.

Верстат токарно-гвинторізний 1К62.

Патрон трьохкулачковий, пристосування для фрезерування, фреза кінцева 4 мм Р6М5 ГОСТ 17025-89, шаблон шпонка.

015 Шліфувальна

Шліфувати поверхню (деф. 4) з Ø 29,97 мм до Ø 29,95 мм на довжині 25 мм.

Верстат токарно-гвинторізний 1К62.

Шайба центрозміщувач, патрон трьохкулачковий, наждачний папір ЗАК 14А corund Р 600, притирочна паста АВРО GP-201, мікрометр важільний МР 50 ГОСТ 4381-68, центри.

020 Токарна

Калібрувати різьбу (деф. 2) М 14x1,5 на довжині 20 мм.

Верстат токарно-гвинторізний 1К62.

Патрон трьохкулачковий, плашка Р18 ГОСТ 9740-71, різбовий калібр.

025 Контрольна

Контроль якості зварювання та механічної обробки.

2.3.3. Вбір параметрів режимів відновлення та розрахунок норм часу

005 Зварювальна

Заварити шпонковий паз (деф. 3) 4,1 x 5 x 17 мм.

Заварити шпонковий паз розміром. Основний час ручного дугового зварювання визначається за формулою [27]:

$$T_o = G/V_n, \quad (2.19)$$

де G – вага наплавленого металу, г;

V_n – швидкість наплавлення, г/год;

Вагу наплавленого металу визначаємо з виразу [27]:

$$G = L \cdot F \cdot \gamma, \quad (2.20)$$

де L – довжина шва, см;

F – площа повздовжнього перерізу шва, см²;

γ - густина металу, г/см³.

Тоді:

$$G = 1,7 \cdot 0,2 \cdot 7,8 = 2,7 \text{ г.}$$

Швидкість наплавлення визначаємо з виразу:

$$V_n = \alpha \cdot I, \quad (2.21)$$

де α - коефіцієнт наплавки, ($\alpha=10$) г/а·год;

I – сила струму, А ($I=160$ А).

$$V_n = 10 \cdot 160 = 1600 \text{ г/год.}$$

Основний час для зварної операції буде залежати від розміщення шва ф ряду інших факторів. Тому для визначення основного часу використовуємо наступний вираз [9, 10]:

$$T_o = \frac{G \cdot 60 \cdot A \cdot m}{\alpha \cdot I}, \quad (2.22)$$

де A – коефіцієнт, що враховує довжину шва, ($A=1,4$);

m – коефіцієнт, що враховує положення шва в просторі, ($m=1$).

$$T_o = \frac{2,7 \cdot 60 \cdot 1,4 \cdot 1}{10 \cdot 160} = 0,12 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, що пов'язаний з зварюванням складає $T_{в1}=1,5$ хв. Допоміжний час, що пов'язаний з встановленням та знаттям деталі вагою до 15 кг дорівнює $T_{в2}=0,6$ хв.

Повний додатковий час

$$T_B = T_{в1} + T_{в2} = 1,5 + 0,6 = 2,1 \text{ хв.} \quad (2.23)$$

Знаходимо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,12 + 2,1 = 2,22 \text{ хв.} \quad (2.23)$$

Визначаємо додатковий час:

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot K}{100}, \quad (2.24)$$

де K – коефіцієнт, що враховує долю додаткового часу від оперативного, $K=8$.

$$T_{\text{дод}} = \frac{2,22 \cdot 8}{100} = 0,2 \text{ хв.}$$

Підготовчо заключний час складає $T_{\text{пз}} = 10$ хв.

Норма часу на операцію:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}} + T_{\text{дод}} + T_{\text{пз}}/n, \quad (2.25)$$

де n – кількість деталей в партії, $n=1$.

$$T_{\text{н}} = 0,12 + 2,1 + 0,2 + 10/1 = 10,42 \text{ хв.}$$

010 Фрезерна

Фрезерувати шпонковий паз (деф. 3) 4x5x17.

Глибину різання встановлюємо $t=4$ мм. Таким чином число проходів буде рівним $i=1$. Вибираємо фрезу діаметром 8 мм з п'ятьма зубцями.

Подача при обробці паза з кінцевою фрезою буде становити $s = 0,05$ мм/об. Швидкість різання складає $V_p = 99$ м/хв і число обертів фрези $n = 3950$ хв⁻¹.

Введемо поправні коефіцієнти на зміну умов різання:

$K_M=1,2$ при обробці сталі з межею міцності $\sigma_B = 57$ кг/мм²;

$K_X=0,7$ так як поверхня, що наплавляється має шлакові включення.

Тоді частота обертання становитиме

$$n = 3950 \cdot 1,2 \cdot 0,7 = 3318 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо найближче за паспортними даними верстата число обертів фрези, воно становитиме $n = 1500$ об/хв.

Швидкість різання не корегується, так як в формулу розрахунку основного часу входить тільки кількість обертів.

Розраховуємо основний час [27]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s_{об}} = \frac{17 \cdot 1}{1500 \cdot 0,05} = 0,22 \text{ хв.} \quad (2.26)$$

Вибираємо величину допоміжного часу на встановлення та зняття деталі в тиски з вивіренням середньої важкості $T_{д1}=0,2$ хв. Допоміжний час, що пов'язаний з проходом складає $T_{д2}=1,6$ хв.

Повний допоміжний час складає

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} = 2 + 1,6 = 3,6 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час

$$T_{оп} = 0,22 + 3,6 = 3,82 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час:

$$T_{дод} = 3,82 \cdot 0,07 = 0,27 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час складає $T_{пз}=16$ хв, до нього додаємо 2 хв на встановлення фрези і отримуємо

$$T_{пз} = 16+2 = 18 \text{ хв.}$$

Визначаємо норму часу враховуючи те, що кількість деталей в партії одна

$$T_H = 0,22 + 3,6 + 0,27 + 18 = 22,1 \text{ хв.}$$

015 Шліфувальна

Шліфувати поверхню (деф. 4) з $\varnothing 29,97$ мм до $\varnothing 29,95$ мм на довжині 25 мм.

Визначаємо припуск на обробку

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{29,97 - 29,95}{2} = 0,01 \text{ мм.} \quad (2.27)$$

де D – діаметр деталі до обробки, мм;

d – діаметр деталі після обробки, мм.

Призначаємо глибину різання 0,45 мм, тобто знімаємо весь припуск за один прохід, тоді $i = 1$.

По прийнятій глибині різання та діаметру заготовки, вибираємо повздовжню подачу $S = 0,3$ мм/об [27].

Швидкість різання вибираємо по прийнятій повздовжній подачі та глибині різання, вона становитиме $V = 75$ м/хв [27].

Збільшуємо швидкість різання, враховуючи поправочний коефіцієнт, що залежить від марки сталі $K_M = 1,7$ [27].

$$V = V \cdot K_M = 75 \cdot 1,7 = 127,5 \text{ м/хв.} \quad (2.28)$$

Розраховуємо кількість обертів деталі за формулою

$$n = 318 \frac{V}{d} = 318 \frac{127,5}{29,97} = 1335 \text{ об/хв.} \quad (2.29)$$

Приймаємо найближче паспортне значення частоти обертання верстата
 $n = 1250$ об/хв.

Основний час переходу складає:

$$T_o = \frac{25 \cdot 3}{1250 \cdot 0,3} \cdot 1,2 = 0,24 \text{ хв.}$$

Допоміжний час складає $T_d = 2$ хв.

Оперативний час:

$$T_{оп} = 0,24 + 2 = 2,24 \text{ хв.}$$

Доля додаткового часу від оперативно при шліфуванні складає 9%.

$$T_{дод} = 0,09 \cdot 2,24 = 0,2 \text{ хв.}$$

При обробці деталі в центрах підготовчо-заключний час буде дорівнювати $T_{пз} = 6$ хв.

Норма часу на операцію складає:

$$T_n = 0,24 + 2 + 0,2 + 6/1 = 8,44 \text{ хв.}$$

020 Токарна

Калібрувати різьбу М 14х1,5 на довжині 20 мм.

Припуск на бік відповідає профілю різі і визначається

$$H = 0,65 \cdot S = 0,65 \cdot 1,5 = 0,97 \text{ мм} \quad (2.30)$$

де S – крок різі.

Визначимо число проходів.

$$i = \frac{H}{t} = \frac{0,97}{1} = 0,97 \quad (2.31)$$

Частота обертання при нарізанні плашкою рекомендується в межах 120...150 об/хв.

Приймаємо 150 хв⁻¹ згідно паспортних даних верстату.

Визначимо основний час [27].

$$T_o = \frac{2 \cdot (l + l_1 + b)}{n \cdot S} \cdot i \quad (2.32)$$

де l – довжина різьби,

l_1 – величина врізання (2...3),

b – 3 мм

n – частота обертання,

S – крок різьби.

$$T_{очорн} = \frac{2 \cdot (20 + 3 + 3)}{150 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,81 \text{ хв}$$

Допоміжний час складається з часу на перехід $T_{дпер} = 0,61$ хв. Та часу замірювання $T_{дз} = 0,10$ хв.

Таким чином допоміжний час складе

$$T_d = 0,61 + 0,10 = 0,71 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = 0,81 + 0,71 = 1,52 \text{ хв.}$$

Додатковий час на операцію

$$T_{\text{доо}} = \frac{K}{100} \cdot T_{\text{он}} = 0,08 \cdot 1,52 = 0,12 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час складає $T_{\text{пз}} = 9$ хв.

Норма часу на операцію складає:

$$T_{\text{н}} = 0,81 + 0,71 + 0,12 + 9/1 = 10,64 \text{ хв.}$$

Таким чином норма часу на відновлення деталі складе

$$T_{\text{взаг}} = 10,42 + 22,1 + 8,44 + 10,64 = 51,2 \text{ хв.}$$

З впровадженням операції зміцнення шийки валу додається така операція як зміцнення, позначимо її 012 зміцнення так як вона буде виконуватись перед операцією шліфування.

012 Зміцнення

Зміцнити поверхню 2 під підшипник з $\varnothing 29,9$ мм до $\varnothing 29,97$ мм на довжині 25 мм. Нанести шар товщиною 0,07 мм.

Верстат токарно-гвинторізний 1К62, установка електроіскрової обробки Елітрон 22, мікрометр МК 25-50.

012 Зміцнення

Зміцнити поверхню 2 під підшипник з $\varnothing 29,9$ мм до $\varnothing 29,97$ мм на довжині 25 мм. Нанести шар товщиною 0,07 мм.

Режими зміцнення:

1. Товщина наплавленого шара – не більше 0,1 мм;
2. Діаметр електродного дроту – 1,6 мм;
3. Сила струму - 5 ... 7А;

4. Напруга - 24В;

Основний час для наплавлення визначаємо з виразу:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (2.33)$$

де L – довжина оброблюваної поверхні, мм;

i – кількість проходів;

n – кількість обертів деталі, хв^{-1} ;

S – подача, мм/об.

Кількість проходів визначають за формулою:

$$i = \frac{D - d}{2t}, \quad (2.34)$$

де D, d – діаметр деталі до і після наплавлення, відповідно;

t – наплавлений шар металу за 1 прохід, мм ($t = 0,035$ мм);

$$i = \frac{29,97 - 29,9}{2 \cdot 0,035} = 1$$

Кількість обертів деталі визначаємо за формулою:

$$n = 318 \frac{V}{d} = 318 \cdot \frac{1,5}{29} = 3,75 \text{ хв}^{-1}. \quad (2.35)$$

де V – колова швидкість деталі, м/хв;

Розраховуємо основний час:

$$T_o = \frac{25 \cdot 1}{3,75 \cdot 1,8} = 3,4 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час. Для деталі, що встановлена в центрах, час на встановлення та зняття складає $T_{д1}=0,5$ хв., допоміжний час, який пов'язаний з наплавленням складає $T_{д2}=0,9$ хв на один прохід [27, 28].

Тоді загальний допоміжний час складає

$$T_{д} = T_{д1} + T_{д2} = 0,5 + 0,9 = 1,4 \text{ хв.} \quad (2.36)$$

Оперативний час на операцію

$$T_{оп} = T_{о} + T_{д} = 3,4 + 1,4 = 4,8 \text{ хв.} \quad (2.37)$$

Додатковий час на операцію розраховуємо як

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot K}{100} = \frac{4,8 \cdot 15}{100} = 0,72 \text{ хв.} \quad (2.38)$$

де K - відсоткове відношення підготовчо-заключного часу до оперативного, при простій роботі – $K = 15 \%$

Підготовчо-заключний час складає $T_{пз} = 16$ хв.

Тоді норма часу на проведення операції:

$$T_{н} = T_{о} + T_{д} + T_{дод} + T_{пз}/n = 3,4 + 1,4 + 0,72 + 16/1 = 22,52 \text{ хв.} \quad (2.39)$$

де n – кількість деталей в партії

Норма часу на відновлення колінчатого валу з використанням операції зміцнення становитиме

$$T_{нзаг} = 10,42 + 22,52 + 22,1 + 8,44 + 10,64 = 73,72 \text{ хв.}$$

2.4 Висновки до розділу

Проведене дослідження надійності двигуна мотоблока вказує на деталі, які найчастіше виходять з ладу, а саме спряження вал-підшипник, що спонукало в подальшому більш детально дослідити це спряження. Проведення прогнозування ресурсу спряження вал-підшипник показало, що дане спряження доходить до граничних розмірів при правильній експлуатації двигуна за 2338,46 мото-годин. Для підвищення цього ресурсу, розроблено технологічний процес відновлення колінчатого валу двигуна мотоблока. Норма часу на відновлення колінчатого валу з виконанням операції зміцнення становитиме 73,72 хв., що на 30,5 % збільшує час відновлення, але на 17...22 % підвищує довговічність з 1625 мото-годин до 2338,46 мото-годин, що є не поганим показником.

3. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ

3.1. Методика мікрометражу шийки колінчатого валу

Вимірювання колінчатого валу здійснювалося за допомогою мікрометра МК-50-1.

Вимір зовнішнього розміру колінчатого валу за допомогою мікрометра. Вимірювання проводимо за три етапи.

- виставлення мікрометра на нуль;
- проведення вимірювання;
- упаковка приладу на зберігання.

Перед вимірюванням ретельно протираємо вимірювальні площини мікрометра – торець мікрометричного гвинта і торець п'яти, запресованої в скобу; перевіряємо плавність ходу мікрогвинта і установку на нуль.

В нашому випадку використовується мікрометр МК-50-1. Для мікрометра з межею виміру 25...50 мм вимірювальні площини мікрометра приводимо до зіткнення з еталонем довжиною 25 мм. Якщо установка на нуль збита, слід знову протерти вимірювальні поверхні, привести їх у зіткнення під зусиллям тріщітки, закріпити мікрогвинт стопором і обережно відвернути установочний ковпачок на півоберту.

При цьому барабан звільняється; обертаючи його, сполучити нульовий штрих з поздовжньою лінією стебла. Після цього барабан закріпити ковпачком. Після цього мікрометр готовий до вимірювання.

Вимірювання мікрометром робимо, користуючись тріщіткою. Використання барабана для підгвинчування мікрогвинта не припустимо. Не слід користуватися мікрометром із застопореним мікрогвинтом як твердою скобою.

Вибір вимірювального засобу для кожного розміру проводиться залежно від величини допуску, встановленого для даного розміру, і від конструкції деталі, керуючись тим, що гранична похибка методу виміру не повинна пере-

вищувати 20...30 % величини допуску на даний розмір. Гранична похибка виміру за допомогою мікрометра становить 10 мкм.

Схема проведення мікрометражу колінчатого валу двигуна мотоблока приведено на рис. 3.1.

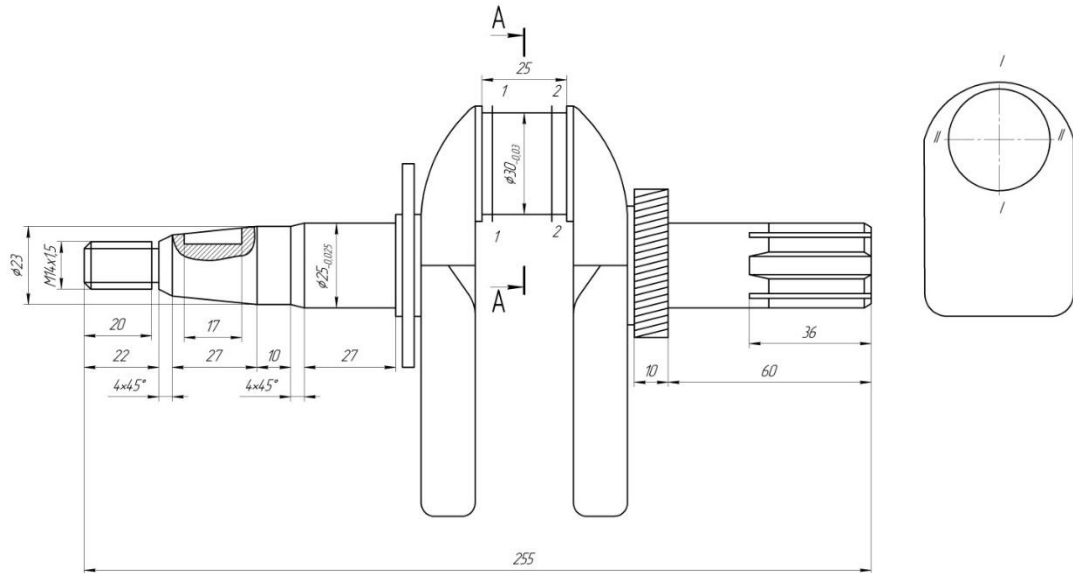


Рис. 3.1 Схема проведення мікрометражу колінчатого валу з зазначенням поясків вимірювання

3.2. Методика проведення відновлення та зміцнення поверхні деталі методом електроерозійної обробки

Електроерозійна обробка проводилась на установці Елітрон 21"

Технічна характеристика:

- напруга живлення ($\pm 10\%$), при частоті 50 Гц, становить 220В;
- споживна потужність, 0,25 кВ·А;
- товщина покриття, що наноситься, 5-30 мкм;
- висота мікронерівностей, $R_a=1,2-6$ мкм;
- максимальна продуктивність нанесення покриття без пропусків, $2,5 \text{ см}^2/\text{хв.}$;
- габаритні розміри генератора, 310 x 170 x 440 см;
- маса генератора, 20 кг;
- режим роботи, ручний;

Установка “Елітрон 21” може працювати в 6 режимах, які представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Режими дискретного регулювання установки “Елітрон 21”

Номер режиму	1	2	3	4	5	6
Робочий струм, А	0,5	0,8	1,3	1,8	2,3	2,8
Використовуваний вібробудник	ЛИИЗ.291.038			ЛИИЗ.291.034		

Установка складається з генератора, двох вібробудників, кабелю з’єднання та кабелю живлення.

Генератор призначений для створення робочих імпульсів струму, живлення обмотки вібробудника, контролю та управління параметрами процесу електроерозійної обробки. Технологія підготовки деталі до відновлення наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – технологія відновлення колінчатого валу

	
Дефект шийки вала	Знос поверхні під підшипник
	
Відновлення	Загартування

Для формування покриття та подальшого дослідження їх фізико-механічних властивостей був розроблений технологічний зразок. (рис. 3.2).

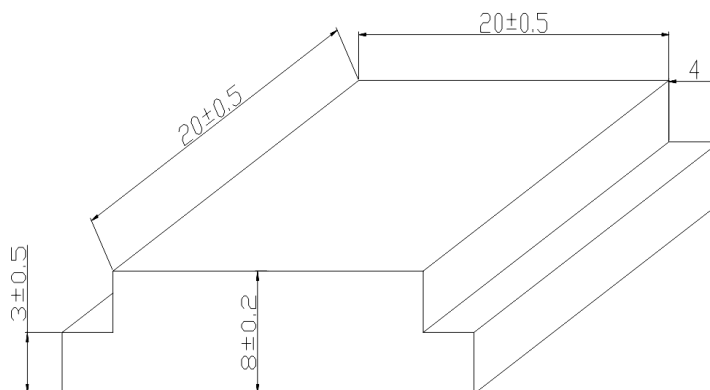


Рис. 3.2 Технологічний зразок для випробування

При нанесенні покриття на технологічний зразок використовувалась наступна технологія:

- для забезпечення однаковості і однакових умов проведення процесу електроіскрового легування технологічні зразки застосовувалися тільки одного розміру і не проходили ніякої спеціальної підготовки поверхні (мийки, знежирення і т.д.);
- швидкість переміщення обробного електрода вибиралася такою, щоб загальний час обробки був однаковий для всіх зразків;
- електрод тримався перпендикулярно по відношенню до оброблюваної поверхні;
- при зношуванні кінця електрода форма періодично відновлювалася шляхом його правки;
- швидкість переміщення електрода підтримувалася рівномірною, покриття наносилось смугами. Оброблювальний електрод переміщався вручну круговими рухами;
- електрод під час руху не відривався від оброблюваної поверхні від початку обробки методом електроіскрового легування і до кінця. Це було необхідно, тому що при відриві обробного електрода від зразка виникає сильне іскріння, яке приводить до місцевої ерозії оброблюваної поверхні (у ви-

гляді лунки), і до зміни параметрів як технологічного зразка, так і обробного електрода;

- нанесення нікелю виконувалося на режимі 5, частота імпульсів 250 Гц, діаметр електрода 3,2 мм, продуктивність наплавлення 0,5 хв/см²;

- нанесення бронзи виконувалося на режимі 5, частота імпульсів 200 Гц, діаметр електрода 3,2 мм, продуктивність наплавлення 3,5 хв/см².

3.3. Методика визначення інтенсивності зношування

Для визначення інтенсивності зношування технологічних зразків використовувалась машина тертя МИ-2 [29, 30], яка представлена на рисунку 3.3.

Дана машина призначена для виявлення опору стирання зразків при ковзанні.

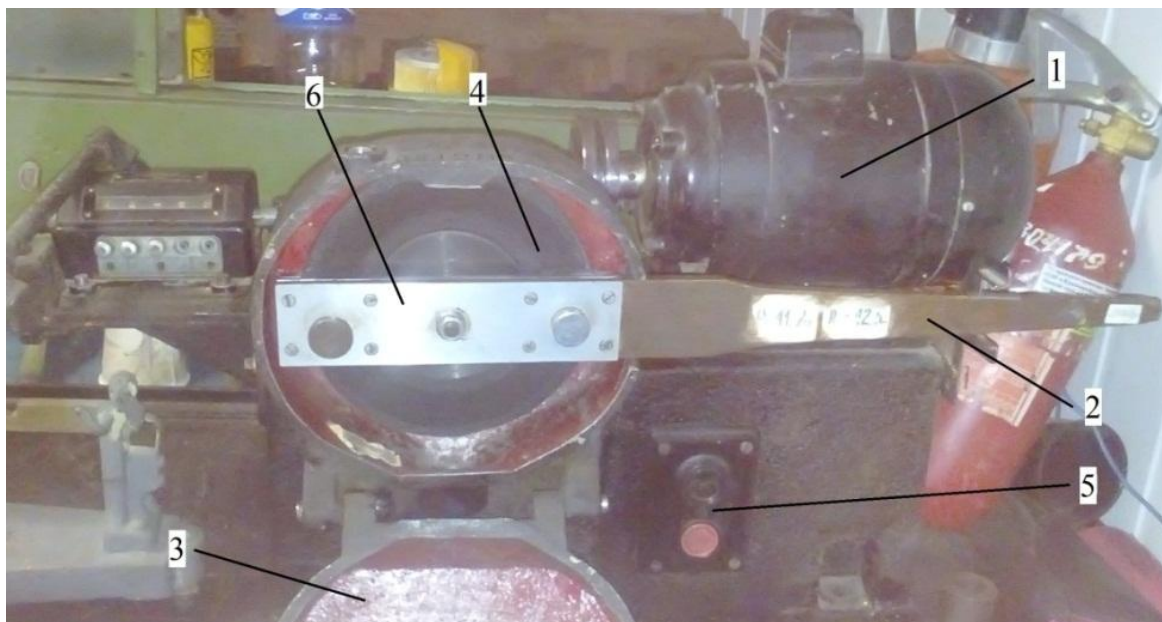


Рис. 3.3 Схема приладу МИ-2:

1 – електродвигун; 2 – неврівноважений важіль; 3 – кожух; 4 – диск; 5 – ви-
микач; 6 – рамка-тримач

Дані дослідження проводились в відповідності до ГОСТ 23.224-86 по методу групи А, по схемі тертя “диск – зразок” в чистому мастилі та з дода-

ванням в мастило 7,7% по масі кварцового піску з розміром часточок 0,1 – 0,2 мм. Метод змащення – занурення в чисте мастило та мастило з абразивом.

Випробування склалися з трьох етапів: притирання, припрацювання та тривалих стаціонарних випробувань на зношення.

Притирання пари тертя проводились на машині тертя під навантаженням 0,5 МПа з відносно малою частотою обертів робочого диску. Після притирання зразки промивалися в бензині та зважувалися.

В процесі випробувань припрацювання безперервно реєструвалися момент тертя, температура масла в зоні тертя. По результатам обробки діаграм визначалися максимальне і оптимальне навантаження на зразки, мінімальний та максимальний коефіцієнти тертя, температура мастила в момент досягнення максимального навантаження.

Стаціонарні випробування на зношення проводили при оптимальному навантаженні. Час на проведення тривалих стаціонарних випробувань на зношення склав 100 годин.

Після кожного виду випробування зразки промивалися, висушувалися та зважувалися. Знос зразків визначався як різниця висоти профілю до та після зношення:

$$J_z = J_{z0} - J_{z1} \quad (3.1)$$

$$J_d = J_{d0} - J_{d1} \quad (3.2)$$

де J_z, J_d – інтенсивність зношення відповідно зразка та диску, мм;

J_{z0}, J_{d0} - розмір до початку випробування відповідно зразків та диску, мм;

J_{z1}, J_{d1} - розмір після випробування відповідно зразків та диску, мм.

Інтенсивність зношення пари тертя в цілому визначали як суму інтенсивності зношення кожного елемента пари:

$$J_{\text{сум}} = J_{\text{з}} + J_{\text{д}} \quad (3.3)$$

де $J_{\text{сум}}$ – інтенсивність зношення пари тертя в цілому, мм.

3.4. Результати мікрометражу

Вимірювання проводились згідно з рекомендаціями, які зазначені в пункті 3.1. Дані по мікрометражу шийки колінчатого валу наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Дані отримані при мікрометражу валу

Номер зразку	Середній діаметр валу на початку експерименту, мм		Середній діаметр валу в кінці експерименту, мм		Напрацювання, мото-год.
	на ділянці 1	на ділянці 2	на ділянці 1	на ділянці 2	
1.	29,92	29,92	29,915	29,915	338
2.	29,92	29,92	29,918	29,918	335
3.	29,92	29,92	29,919	29,919	350
4.	29,92	29,92	29,918	29,918	330

Проаналізувавши дані таблиці 3.3 можна побачити, що у всіх зразків, що оброблялися методом електроерозійної обробки діаметри як валу так і підшипника менше зношуються ніж у зразка, що не оброблявся.

3.5. Результати експериментальних досліджень динаміки зношення з'єднання вал-втулка

Провівши мікрометричні дослідження можна визначити ресурс деталей які були оброблені методом електроіскрової обробки наступним чином:

Спочатку необхідно визначити зношення отвору підшипника та валу ротора турбокомпресора за наступними формулами:

$$Z_B = d_{\text{вим п}} - d_{\text{вим д}}, \quad (3.4)$$

$$Z_O = D_{\text{вим д}} - D_{\text{вим п}}, \quad (3.5)$$

де $d_{\text{вим д}}$, $D_{\text{вим д}}$ - діаметр виміряний до початку досліду, відповідно валу та отвору, мм;

$d_{\text{вим п}}$, $D_{\text{вим п}}$ - діаметр виміряний після закінчення досліду, відповідно валу та отвору, мм;

Проводимо розрахунок зношення отвору та валу та заносимо їх до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Зношення оброблених поверхонь КВ та отвору нижньої головки шатуна

Номер зразку	Зношення валу, мм	Зношення отвору, мм
1.	0,005	0,017
2.	0,002	0,012
3.	0,001	0,012
4.	0,002	0,015

Визначаємо швидкості зношення отвору та валу:

$$V_B = \frac{Z_B}{T_{\text{п}}}, \quad (3.6)$$

$$V_O = \frac{Z_O}{T_{\text{п}}}, \quad (3.6)$$

де $T_{\text{п}}$ – напрацювання, яке пройшли деталі, мото-год.

Визначаємо середню швидкість зношення спряження за (2.3) та повний середній ресурс спряження визначається за формулою (2.4).

Отримані результати вносяться до таблиці 3.6.

Підраховуємо зношення поверхонь валу та отвору при однаковому на-
працюванні для наглядного зображення зносостійкості поверхонь.

$$Z_{BH} = T_H \cdot V_B, \quad (3.7)$$

$$Z_{OH} = T_H \cdot V_O, \quad (3.8)$$

де Z_{BH} , Z_{OH} – зношення при напрацюванні T_H , відповідно поверхні валу
та отвору, мм;

T_H – напрацювання (приймаємо міжремонтний ресурс спряження
 $T_H = 2000$ мото-год), мото-год;

Визначаємо діаметри валу та отвору при однаковому напрацюванні.

$$D_H = D_{max} + Z_{OH}, \quad (3.9)$$

$$d_H = d_{min} - Z_{BH}, \quad (3.9)$$

Таблиця 3.6 – Швидкості зношення поверхонь КВ та отвору нижньої
головки шатуна

Номер зразку	Швидкість зношення валу, мм/мото-год.	Швидкість зношення отвору, мм/мото-год.	Середня швидкість зношення, мм/мото-год.	Повний ресурс спряження, мото-год.
1.	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-5}$	2335,273
2.	$5,97 \cdot 10^{-6}$	$3,58 \cdot 10^{-5}$	$4,18 \cdot 10^{-5}$	3637,143
3.	$2,86 \cdot 10^{-6}$	$3,43 \cdot 10^{-5}$	$3,71 \cdot 10^{-5}$	4092,308
4.	$6,06 \cdot 10^{-6}$	$4,55 \cdot 10^{-5}$	$5,15 \cdot 10^{-5}$	2950,588

Визначаємо зазори в спряженні вал-втулка при однаковому напрацюванні.

$$S_H = D_H - d_H, \quad (3.9)$$

Величину зношення, діаметри та зазори розраховані вище заносимо в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Значення зношення, діаметрів та зазорів в спряженнях випробуваних зразків при напрацюванні в 2000 мото-годин.

Номер зразку	$Z_{BH}, \text{ мм}$	$Z_{OH}, \text{ мм}$	$d_H, \text{ мм}$	$D_H, \text{ мм}$	$S_H, \text{ мм}$
1.	0,0296	0,1006	17,8904	18,1186	0,2282
2.	0,0119	0,0716	17,9081	18,0896	0,1816
3.	0,0057	0,0686	17,9143	18,0866	0,1723
4.	0,0121	0,0909	17,9079	18,1089	0,2010

Визначивши значення зношення та зазорів в спряженнях при певному напрацюванні можемо побудувати графік зношення спряження для кожного зразку, який зображено на рис 3.5.

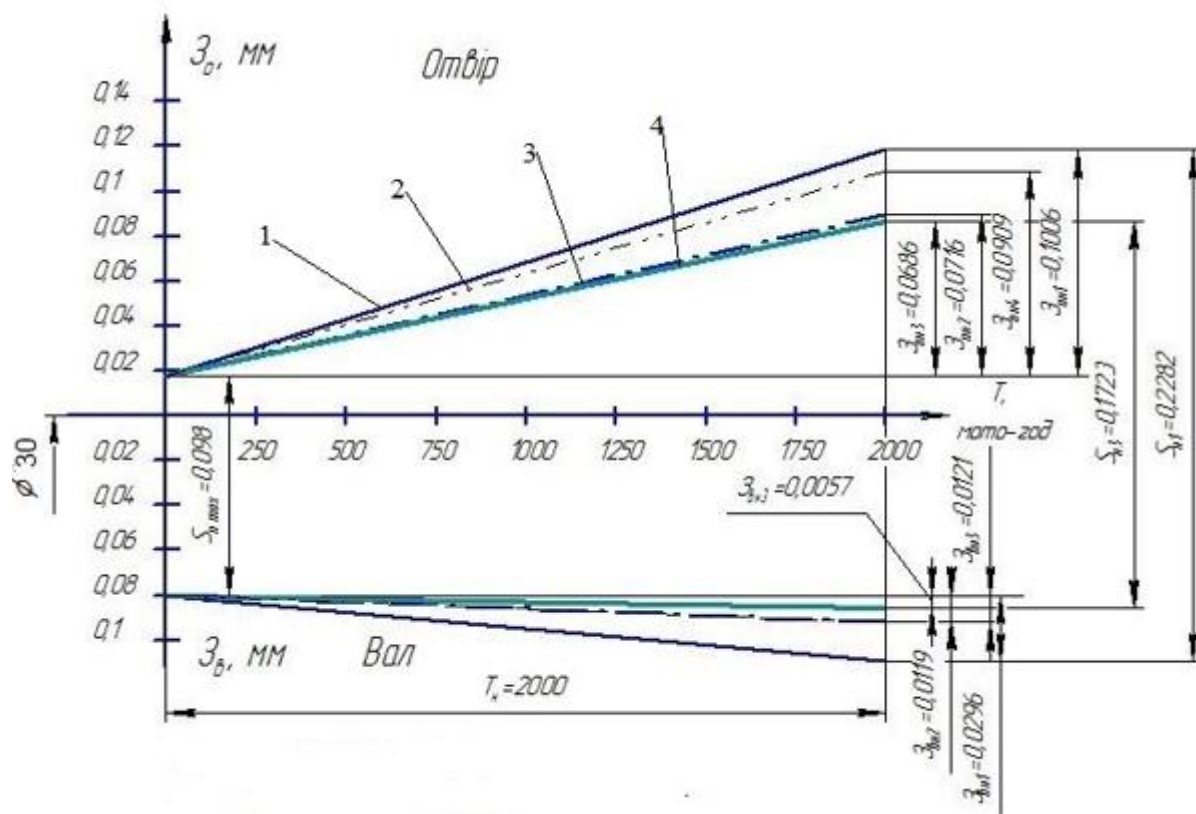


Рис. 3.5 – Графік зношення деталей спряження для кожного зразка

1 - сталь 45; 2 - сталь 45+CB08; 3 - сталь 45+сталь 45; 4- сталь 45+сталь 45+мідь

3.6. Висновки до розділу

В цьому розділі було визначено методику вимірювання розмірів нових та зношених деталей турбокомпресора, а саме діаметри вала ротора та отвору підшипника. Також приведено методику нанесення електроіскрових покриттів на зразки, та методику визначення інтенсивності зношування оброблених поверхонь.

При виконанні даної обробки ресурс спряження досягне 4092 мото-години, що в порівнянні з заводськими деталями в спряженні перевищує ресурс в 1,75 рази більше. Це також зумовлено зменшенням коефіцієнту тертя в 1,36 рази та зменшення інтенсивності зношення в 7,16 рази.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Дослідження стану з охорони праці в господарстві

За стан охорони праці в СФГ "Головянко" відповідає керівник господарства та спеціаліст з охорони праці згідно закону України про Охорону праці [31], який залучається з відділу охорони праці елеватора (в господарстві працює 29 чоловік і утримання на постійній основі спеціаліста з охорони праці не доцільно). Структура господарства наведена на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Структура СФГ

Спеціаліст з охорони праці регулярно відвідує господарство та у разі необхідності його викликають. Він проводить інструктажі при прийнятті на роботу, розслідує нещасні випадки, проводить інструктажі сезонним робітникам яких наймають на період збирання овочево – бахчевих культур.

Також спеціаліст готує звітну документацію, розроблює плани з поліпшення охорони праці, забезпечує робочих методичною документацією,

контролює дотримання правил охорони праці на робочих місцях, аналізує роботу робітників та дає рекомендації керівництву по поліпшенню умов праці.

Хоча зі звітною документацією і все в порядку в господарстві є багато недоліків.

Основними з них є те, що господарство має значний машино – тракторний парк і як зазначалося в першому розділі, господарство скуповує списану а бо зламану техніку та відновлює її робото здатний стан. Але хоча машина і відремонтована все одно вона не відповідає технічним вимогам.

Велика проблема це робітники які самі порушують вимоги безпеки праці при виконанні робіт: при сівбі працюють без захисних засобів органів дихання, при проведенні регулювальних та ремонтних робіт працюють без стопорних башмаків та захисних пристроїв.

Не дивлячись на всі ці недоліки керівництво приділяє багато уваги заходам по поліпшенню умов праці закупається та видається спец. одяг. Поступово закупається сучасне обладнання та інструмент.

Але всі ці дії стримуються нестачею коштів бо продукція реалізується не по високим цінам, а обладнання інструмент, техніка коштує дуже дорого.

4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на ділянці відновлення деталей зварюванням та наплавленням

Зварювальник при виконання своєї роботи стикається з такими небезпеками:

- електричний удар;
- пожежа;
- зварювальні бризки;
- шум;
- опіки.

До небезпечних і шкідливих виробничих факторів при зварюванні і наплавленні відносяться:

- тверді й газоподібні токсичні речовини в складі зварювального аерозолю;
- інтенсивне випромінювання зварювальної дуги в оптичному діапазоні (ультрафіолетове, видиме інфрачервоне);
- інтенсивне теплове (інфрачервоне) випромінювання виробів, що зварюються, і зварювальної ванни;
- іскри, бризи й викиди розплавленого металу й шлаків;
- електромагнітні поля, ультразвук, шум, статичне навантаження і т.д.

При неможливості зниження рівнів небезпечних і шкідливих факторів до гранично припустимих значень за умовами технології, забороняється робити зварювання, наплавлення й різання металів без оснащення працівника відповідними засобами колективного й індивідуального захисту відповідно до вимог [32, 33, 34].

Вплив на здоров'я зварювальників твердих складових аерозолю у зварювальних димах.

Тверді речовини в складі зварювального аерозолю таких елементів, як з'єднання марганцю, хрому, титану, алюмінію, вольфраму, заліза, ванадію, цинку, міді, нікелю, кремнію й інших елементів викликають найбільш часті професійні захворювання зварювальників:

- пиловий бронхіт;
- пневмокніоз;
- бронхіальна астма;
- професійна екзема;
- нейротоксикоз (інтоксикація марганцем);
- силікоз.

4.3. Заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів

Розрахунок вентиляції та освітленості

Визначаємо величину повітрообміну по формулі [33]:

$$W_B = V \cdot k, \quad (4.1)$$

де W_B – повітрообмін для загально-обмінної вентиляції, м³/ч;

V – об'єм приміщення м³; ($V=2916$)

k – кратність повітрообміну ($k=2\dots3$).

$$W_B = 2916 \cdot 2 = 5832 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Визначаємо потужність двигуна для приводу вентилятора по формулі:

$$N_3 = 1,2\dots 1,5 \cdot \frac{W_B \cdot H_3}{3600 \cdot 10^2 \cdot \eta_B \cdot \eta_{\Pi}}, \quad (4.2)$$

де H_3 – напір повітряного потоку, Нм² ($H_3=68$);

η_B – КПД вентилятора, $\eta_B=0,55$;

η_{Π} – КПД передачі, $\eta_{\Pi}=0,4$;

1,2...1,5 – коефіцієнт, що враховує втрати повітряного потоку.

$$N_3 = 1,2\dots 1,5 \cdot \frac{5832 \cdot 68}{3600 \cdot 10^2 \cdot 0,55 \cdot 0,4} = 6 \text{ кВт}.$$

Данні розрахунків зводимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1-Характеристика вентиляційної системи ремонтної майстерні

Найменування приміщення, робочого місця	Вид вентиляції	Продуктивність, м ³ ч	Марка вентилятора	Потужність електродвигуна, кВт	Норма годинної кратності повітрообміну
Приміщення дільниці	Загальнообмінна	1800	ЦЧ-70	6	2...3

Кількість світильників типу ЕЛМ для загального освітлення приміщення відділення визначаємо за формулою [35]:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot z \cdot k_s}{\Phi \cdot \eta}, \quad (4.3)$$

де Φ – світловий потік одного світильника, Лм ($\Phi=20000$)

E_n – нормативна освітленість, лк ($E_n=200 \dots 500$);

S – площа майстерні, м² ($S=864$ м²);

z – коефіцієнт, що враховує відношення середньої освітленості до мінімальної, $z=1,1 \dots 1,15$;

η – коефіцієнт використання світового потоку, ($\eta=0,5$);

k_3 – коефіцієнт запасу, що враховує забрудненість повітря в приміщенні, ($k_3=1$).

$$N = \frac{500 \cdot 864 \cdot 1,1 \cdot 1}{20000 \cdot 0,5} = 35,6$$

Приймаємо $N=36$.

Таким чином освітлювальна система відділення складається з 36-ти світлодіодних світильників ELM (пиловологозахисний Marine M-18), загальна потужність яких складає 648 Вт, що відповідає вимогам охорони праці.

Для забезпечення нормальних умов праці і зниження шкідливих і небезпечних факторів нами розроблена організаційно технологічна карта з охорони праці, яка представлена в табл.4.2

Таблиця 4.2-Організаційно-технологічна карта по охороні праці

1	2
I. Характеристика процесу умов праці	<ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – відділення металізації. 2. Вид робіт – відновлення. 3. Кваліфікація – наплавщик. 4. Умови праці – нормальні.
II. Вимоги технічних умов забезпечення безпеки праці	<ol style="list-style-type: none"> 1. Застосовувати засоби індивідуального захисту згідно [36]. 2. На підлозі перед стендом необхідно мати дерев'яну решітку. 3. Забезпечення робочого місця вентиляцією.
III. Показники технологічного режиму і заходи безпеки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Відновлювальна деталь повинна бути чистою. 2. Установка повинна бути заземлена.
I. Характеристика процесу умов праці	<ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – ремонтно - монтажна ділянка. 2. Вид робіт – мотоблока. 3. Кваліфікація – слюсар. 4. Умови праці – нормальні.
II. Вимоги технічних умов забезпечення безпеки праці	<ol style="list-style-type: none"> 1. Застосовувати засоби індивідуального захисту. 2. Освітленість робочого місця 150 люкс.
III.показники технологічного режиму і заходи безпеки	<ol style="list-style-type: none"> 1. вал похилої камери, що підлягає розбиранню повинен бути чистим. 2.Каретки стенду повинні рухатись вільно.

	3. Стенд повинен бути оснащений захисними та стопорними пристроями.
IV. Шкідливі і небезпечні виробничі фактори на робочому місці	1. Робочий перед початком роботи повинен перевірити захисні та стопорні пристрої. 2. Температура виробничої дільниці повинна бути в межах 18...22 °С.
V. Техніка безпеки при розбиральних роботах	1. Вимоги безпеки повинні виконуватися відповідно ГОСТ 12.2.086-83 “ Загальні вимоги до поточного ремонту тракторів” 2. До роботи на стенді допускаються особи, ознайомлені з його будовою, що мають досвід роботи по розбиранню комбайнів. 3. Забороняється проводити розбирально - складальні роботи при незафіксованій змінній плиті. 4. Необхідно постійно контролювати стан допоміжних пристроїв стенду. 5. На підлозі перед стендом необхідно мати дерев'яну решітку.

4.4. Дії працівників при виникненні надзвичайної ситуації

При виникненні надзвичайної ситуації на підприємстві вмикається сирена і подаються переривчасті гудки - це сигнал "Увага всім". Треба негайно ввімкніть приймач радіотрансляційної мережі або телевізор. Слухати інформацію про надзвичайну ситуацію та порядок дій.

При оголошенні небезпечного стану уникати паніки.

Виконайте заходи щодо зменшення проникнення отруйних речовин в приміщення (цех, дільницю): щільно закрити вікна та двері, щілини заклеїти.

Підготувати запас питної води: наберати воду у герметичні ємності, підготувати найпростіші засоби санітарної обробки (мильний розчин для обробки рук).

У разі виникнення НС треба використовувати укриття для захисту від ураження речовинами.

Отримати засоби індивідуального захисту, одягнути та перевірити їх справність.

Слухати розпорядження керівників підрозділу або співробітників МНС.

4.5. Висновок

Розроблена організаційно-технологічна карта дозволяє зменшити шкідливі і небезпечні виробничі фактори на робочому місці, покращити умови праці робітників і зменшити небезпечність робіт при роботі на стенді для проведення розбирально – складальних робіт.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

Проведення техніко-економічного розрахунку показників роботи по відновленню роботи здатності деталей двигуна мотоблока. Приймаємо необхідне обладнання та його ціну і заносимо дані до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Вартість обладнання для відновлення деталей двигуна

Найменування обладнання	Кількість, шт	Вартість, грн	Потужність, кВт
1. Верстак слюсарний	1	7500	-
2. Шафа для інструменту	1	2000	-
3. Електроіскрова установка Элитрон - 21	1	32500	0,5
Всього		42000	0,5

За таблицею 5.1. бачимо, що сума капітальних вкладень на відділення становить 42000 грн.

1. Визначаємо поточні витрати на ремонт деталей мотоблока:
Заробітна плата з нарахуваннями визначається за виразом:

$$Z_{\text{нар}} = T_c \cdot n_{\text{роб}} \cdot (T_{\text{від}} \cdot 100) + \tau_{\text{нар}} \quad (5.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

$n_{\text{роб}}$ – кількість основних робітників, чол. ($n_{\text{роб}} = 1$ чол.);

$\tau_{\text{нар}}$ – нарахування на зарплату, грн. ($\tau_{\text{нар}} = 0,22 \cdot Z_{\text{нар}}$).

$T_{\text{від}}$ – трудомісткість відновлення, год.

$$Z = 85 \cdot 1 \cdot (0,3 \cdot 100) = 2550 \text{ грн.}$$

Відповідно нарахування на зарплату визначаються:

$$\tau_{\text{нар}} = 0,22 \cdot 2550 = 561 \text{ грн.}$$

Тоді заробітна плата з нарахуваннями буде становити

$$З_{\text{нар}} = 2550 + 561 = 3111 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування включають в себе витрати на амортизацію обладнання і приміщення.

Витрати на амортизацію обладнання розраховуються за формулою:

$$A_{\text{обл}} = \frac{N_{\text{обл}} \cdot H_A}{100} \quad (5.2)$$

де $N_{\text{обл}}$ - балансова вартість обладнання, грн. ($N_{\text{обл}} = 42000$ грн.);

H_A - норма амортизації, % ($H_A = 21,93\%$).

$$A_{\text{обл}} = \frac{42000 \cdot 21,93}{100} = 9210,6 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію визначаються, виходячи із загальної потужності обладнання та освітлювальних приладів і часу їх роботи на рік за виразом:

$$E = N_{\text{обл}} \cdot t_{\text{обл}} \cdot n_{\text{ел}} + N_{\text{осв}} \cdot t_{\text{осв}} \cdot n_{\text{ел}} \quad (5.3)$$

де $N_{\text{обл}}$ - потужність обладнання, кВт ($N_{\text{обл}} = 0,5$ кВт);

$t_{\text{обл}}$ - тривалість роботи обладнання за рік, год ($t_{\text{обл}} = 30$ год);

$n_{\text{ел}}$ - ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн. ($n_{\text{ел}} = 3,26$ грн.);

$N_{\text{осв}}$ – загальна потужність освітлювальних приладів, кВт ($N_{\text{осв}} = 1$ кВт);

$t_{\text{осв}}$ - тривалість роботи освітлення на рік, год ($t_{\text{обл}} = 30$ год);

$$E = 0,5 \cdot 30 \cdot 3,26 + 1 \cdot 30 \cdot 3,26 = 146,7 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт (ПР) та технічне обслуговування (ТО) складають 30 % від суми амортизаційних відрахувань і визначаються за виразом:

$$N_{\text{пр,то}} = \frac{A \cdot 30}{100}, \quad (5.4)$$

Тоді

$$N_{\text{пр,то}} = \frac{146,7 \cdot 30}{100} = 44 \text{ грн.}$$

Інші витративключають в себе витрати на спецодяг, інструменти, заходи з охорони праці, протипожежні заходи і складають 3 % від загальної суми експлуатаційних витрат:

$$N_{\text{ін}} = (Z_{\text{нар}} + A + E + N_{\text{пр,то}}) \cdot 0,03 \quad (5.5)$$

Тоді

$$N_{\text{ін}} = (3111 + 9210,6 + 146,7 + 44) \cdot 0,03 = 375,4 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати визначаються як сума всіх вище перелічених витрат:

$$Z_{\text{заг}} = Z_{\text{нар}} + A + E + N_{\text{пр,то}} + N_{\text{ін}}, \quad (5.6)$$

$$Z_{\text{заг}} = 3111 + 9210,6 + 146,7 + 44 + 375,4 = 12887,7 \text{ грн.}$$

Об'єм поточних витрат на одиницю продукції визначається за формулою:

$$Z_{\text{од}} = \frac{Z_{\text{заг}}}{n}, \quad (5.7)$$

де n – кількість умовних ремонтів за рік, шт. ($n = 100$ шт)

$$Z_{\text{од}} = \frac{12887,7}{100} = 128,9 \text{ грн.}$$

Визначаємо розмір капіталовкладень на одиницю продукції:

$$KB = \frac{N_{\text{обл}}}{n}, \quad (5.8)$$

$$KB = \frac{42000}{100} = 420 \text{ грн.}$$

Визначаємо приведені затрати на одиницю продукції:

$$ЗП = Z_{\text{од}} + 0,15 \cdot KB, \quad (5.9)$$

$$ЗП = 128,9 + 0,15 \cdot 420 = 191,9 \text{ грн.}$$

Визначаємо повну цехову собівартість на одиницю продукції:

$$C = Z_{\text{од}} + K_{\text{н}} \cdot Z_{\text{од}}, \quad (5.10)$$

де K_H - коефіцієнт який враховує накладні витрати, % ($K_H = 10\%$).

$$C = 128,9 + 0,1 \cdot 128,9 = 141,8 \text{ грн.}$$

Розмір прибутку на одиницю продукції складатиме:

$$ПР = Ц - C, \quad (5.11)$$

де $Ц$ – ціна за одиницю продукції (відновлення валу), грн. ($Ц = 500$ грн).

$$ПР = 500 - 141,8 = 358,2 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових вкладень (T_o) буде дорівнювати:

$$T_o = \frac{N_{обл}}{ПР \cdot n}, \quad (5.12)$$

$$T_o = \frac{42000}{358,2 \cdot 100} = 1,2 \text{ років}$$

Основні результати розрахунку представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Техніко-економічні показники впроваджуваного проекту

Показники	Значення показників
Об'єм капіталовкладення, грн	42000
Річна програма, умов. рем.	100
Кількість основних робітників, чол.	1
Поточні витрати з ремонту, грн:	
зарплата з нарахуванням	3111

загальна амортизація	9210,6
поточний ремонт обладнання	44
паливо, електроенергія	146,7
інші витрати	375,4
Всього поточних витрат, грн	12887,7
Розмір капіталовкладень на од., грн	420
Приведені витрати на од., грн	191,9
Повна собівартість од, грн	141,8
Прейскурантна вартість (ціна) од, грн	500
Розмір прибутку на од., грн.	358,2
Строк окупності матеріальних затрат, років	1,2

Висновок. Провівши техніко-економічний розрахунок показників роботи по відновленню роботоздатності валів мотоблока можна з упевненістю сказати, що запропонований нами метод відновлення підшипникового вузла двигуна мотоблока не тільки підвищує його надійність, а ще й є економічно вигідним, оскільки його реалізація дозволяє отримати 358,2 грн за кожен відремонтований мотоблок, а термін окупності матеріальних затрат складає 1,2 років.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз ринку засобів малої механізації і встановлено рейтинги найбільш продаваної техніки, встановлено, що більша частина купленої техніки марки FORTE – 15% та WEIMA – 14 %, 61 % купили мотоблоки оснащені дизельним двигуном.

2. Проведено аналіз надійності мотоблоків та встановлено найбільш ненадійні вузли і агрегати, це двигун та ходова, відмови яких відповідно склали 46 і 30 %.

3. Проведене прогнозування ресурсу спряження вал-підшипник показало, що дане спряження доходить до граничних розмірів при правильній експлуатації двигуна за 2338,46 мото-годин. Для підвищення цього ресурсу, розроблено технологічний процес відновлення колінчатого валу та додано операцію зміцнення шийок електроіскровою обробкою.

4. Розроблено методику вимірювання розмірів нових та зношених деталей двигунів мотоблоків, а саме діаметри шийок колінчатого валу та отвору шатуна. Також приведено методику нанесення електроіскрових покриттів на зразки, та методику визначення інтенсивності зношування оброблених поверхонь.

5. В результаті проведених досліджень встановлено, що для максимального збільшення ресурсу в спряженні вал-отвір шатуна доцільно їх обробляти методом електроіскрової обробки наступним чином: на вал який має марку сталі 45 необхідно нанести різні покриття. При виконанні даної обробки ресурс спряження досягне 4092 мото-години, що в порівнянні з заводськими деталями в спряженні перевищує ресурс в 1,75 рази більше. Це також зумовлено зменшенням коефіцієнту тертя в 1,36 рази та зменшення інтенсивності зношення в 7,16 рази.

6. Зробивши аналіз причини нещасних випадків та виробничого травматизму, запропоновано створити кабінет з охорони праці та забезпечити його

го необхідним інвентарем, своєчасно проводити інструктажі та перевірку знань з питань охорони праці, для зменшення ймовірності травматизму.

Також було розроблено організаційно-технологічну карту, яка дозволить зменшити небезпечні і шкідливі виробничі фактори на робочому місці, зменшити небезпечність робіт при виконанні електроіскрової обробки та покращити умови праці робітників.

7. Запропонований нами метод відновлення підшипникового вузла двигуна мотоблока не тільки підвищує його надійність, а ще й є економічно вигідним, оскільки його реалізація дозволяє отримати 358,2 грн за кожен відремонтований мотоблок, а термін окупності матеріальних затрат складає 1,2 років.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сельскохозяйственная техника й оборудование для фермерских хозяйств. Каталог. Т.1. М.: Информагротех, 1994. 384с.
2. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.
3. Головчук А.Ф. Експлуатація і ремонт сільськогосподарської техніки: підручник: У 3 кн./ Головчук А.Ф., Орлов В.Ф., Строконов О.П.; – К.: Грамота, 2003 Кн.1: Трактори. – 336 с.
4. Ремонт машин і обладнання: підручник / [Сідашенко О. І., Науменко О. А., Скобло Т. С. та ін.] – К.: Аграр Медіа Груп, 2014. – 632 с.
5. Дорошенко О. В. Обґрунтування методів та параметрів діагностування паливних систем мобільних сільськогосподарських машин / О. В. Дорошенко, Є. В. Калганков. // Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Nowy sposób rozwoju Inżynieria i Technologia" Sp. z o.o. «Diamond trading tour» Warszawa. – 2017. – С. 44–50.
6. Сапіга Я.О. Прогнозування ресурсу деталей в спряженні колінчатий вал-підшипник мотоблоку / Я.О. Сапіга, Д.Л. Васильєв // Актуальні проблеми розвитку науки в контексті глобальних трансформацій інформаційного суспільства: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України. Київ. – 2021. – С. 70 - 74.
7. Гаркунов Д.Н. Триботехника (Износ и безызносность): учебник. 4-е изд., перераб. и доп. / Гаркунов Д.Н. - М.: Изд-во МСХА, 2001. - 616 с.
8. Карпенков В.Ф. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей / Карпенков В.Ф. и др.. Пушино, 1996. – 23-34 с.
9. ФГ "Головянко" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/31771729/.

10. Ляшенко С. В. Удосконалення графіка проведення та розширення переліку необхідних до виконання операцій технічного обслуговування засобів малої механізації за результатами їх випробувань на присадибних ділянках / Ляшенко С. В. // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Вип. 3. – Полтава: ПДАА, 2014. – С. 178–182.

11. Мнітрактора их Китая для домашнего хозяйства [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://mini-traktora.com/oplata/83-novosti/89-minitraktora-iz-kitaya-dlya-domashnego-khozyajstva>.

12. Каталог мотоблоков Кентавр [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://kentavr.ua/catalog/motobloc>.

13. Каталог мотоблоков производства Мотор Січ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.motorsich.ua/rus/products/consumers/agro>.

14. Мотоблок Кентавр МБ-1010 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://proftools.in.ua/ua/p710649703-motoblok-kentavr-1010>.

15. Триммер бензиновый Mächtz MGB-2815 S [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://machtz.com.ua/products/trimmer-benzinovyj-mchztz-mgb-2815-s>.

16. Бензопила Mächtz MCG-3545 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://machtz.com.ua/products/benzopila-mchztz-mcg>.

17. Лопатько К. Г. Структура та властивості наночастинок, отриманих електроіскровою обробкою міді та срібла / К. Г. Лопатько, Є. Г. Афтандіянц, Я. В. Зауличний / Металознавство та обробка металів. – 2009. – № 3. – С. 57 – 62.

18. Бурумкулов, Ф. Х. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика) / Ф.Х. Бурумкулов, П.П. Лезин, П.В. Сенин [и др]; – МГУ им. Н.П.Огарева. – Саранск: Тип. «Красный Октябрь», 2003. – 504 с

19. Антонов В.И., Разумова Л.Н. Турбокомпрессоры тракторных и комбайновых дизелей: Технические требования на капитальный ремонт. – М.: ГОСНИТИ, 1988. – 54 с

20. Черновол М. И., Способы формирования антифрикционных покрытий на металлические поверхности трения [Текст] / М. И. Черновол, И. В. Шепеленко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація, – 2012, вип. 25, ч.І – с.3-8.
21. Гаркунов Д.Н. Триботехника (знос и безизносность): Учебник / Гаркунов Д.Н. 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 616 с.
22. Войтюк В.Д. Технічний сервіс – як засіб розв’язання проблем надійності сільськогосподарської техніки / Войтюк В.Д., Демко, А.А., Демко, О.А. // Техніка АПК. № 6 -7. 2004.- С.37-38.
23. Терехов В. Ю. Визначення технічного стану моторного масла та його вплив на трибоспряження двигуна / В. Ю. Терехов, Є. В. Калганков, В. І. Дирда. // Zbiór raportów naukowych. „ Inżynieria i technologia. 2014. osiągnięć, projekty hipotezę. „, Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour». – 2014. – С. 102–105.
24. Черновол М.И. Современные материалы для восстановления и упрочнения деталей машин / Черновол М.И.. – Кировоград: РВП КГТУ, 1994. – 83 с.
25. Масино М.А. Организация восстановления автомобильных деталей / Масино М.А. – М.: Транспорт, 1981. – 176 с.
26. Мотоблок "НИВА" двигун ДМ-1К [Електронний ресурс] // Нива. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: <https://avtovelomoto.by/upload/iblock/de0/de00bae7b8a77562aa2813b9636cd209.pdf>.
27. Калганков Є.В. Розробка технологічного процесу відновлення деталі [Методичні рекомендації] / Калганков Є.В. – Дніпро: ДДАЕУ, 2021. – 75 с.
28. Воловик Е. Д. Справочник по восстановлению деталей / Воловик Е. Д. – М.: Колос, 1981. - 320 с.
29. Пат. 119244 Україна, МПК (2006.01) G01N 33/44. Пристрій для випробування гумових елементів на стирання / Дирда В. І., Калганков Є. В, Че-

рній О. А., Цаніді І. М., Калганков Б. В. (Україна); № у 2016 02207; заявл. 09.03.16; опубл. 25.09.17, Бюл. № 18. - 5 с.

30. Пат. 114292 Україна, МПК (2006.01) G01N 3/56. Машина тертя / Дирда В. І., Калганков Є. В., Цаніді І. М., (Україна); № у 2016 07570; заявл. 11.07.2016; опубл. 10.03.17, Бюл. № 5. - 5 с.

31. Закон України "Про охорону праці" / Законодавство України про охорону праці. - К. Нова редакція 2002 р.

32. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".

33. ДСН 3.3.6.042-99 „Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”.

34. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.

35. ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення".

36. ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.

37. Вініченко І.І. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства / І.І Вініченко, А.О. Сітковська. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.

38. Калганков Є.В. Методичні рекомендації до виконання і оформлення дипломних проектів ОС "Бакалавр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" і дипломних робіт ОС "Магістр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" / Калганков Є.В. – Д.: ДДАЕУ, 2021. – 36 с.

ДОДАТКИ

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра надійності і ремонту машин

**ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ
ЗАСОБІВ МАЛОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ**

Доповідач: Сапіга Я.О.

Керівник д.т.н. доц. Васильєв Д.Л.

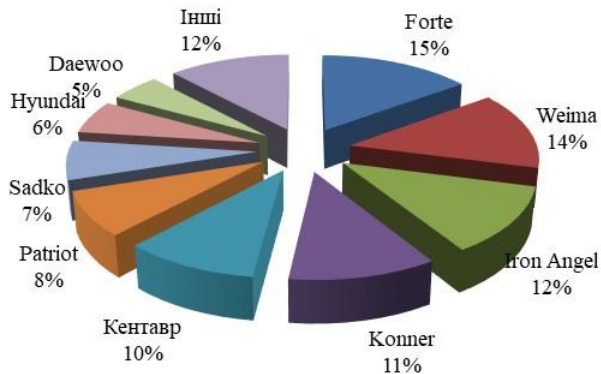
Мета роботи

Підвищення надійності деталей двигунів засобів малої механізації.

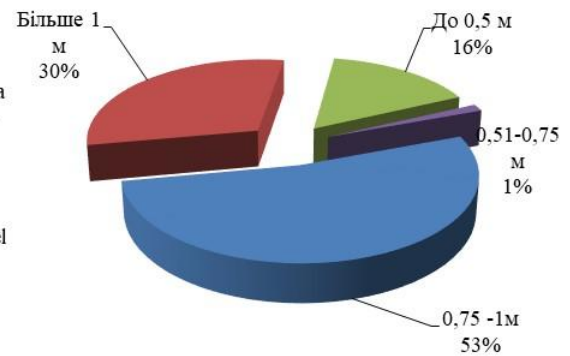
Задачі роботи

- провести аналіз ринку засобів малої механізації та провести аналіз надійності мотоблоків і обґрунтувати шляхи її підвищення.
- провести теоретичні розрахунки з прогнозування ресурсу шатунних підшипників колінчатого валу та розробити технологію їх відновлення.
- розробити методику проведення експериментальних досліджень.
- визначити динаміку зносу зміцнених зразків різними матеріалами та на різних режимах.
- побудувати залежності зносу з'єднання шийка колінчатого валу – отвір нижньої головки шатуна та порівняти їх з теоретичними.
- провести трибо логічні випробування зміцнених зразків.
- розробити заходи з покращення техніки безпеки і умов праці;
- провести техніко-економічну оцінку проектних рішень.

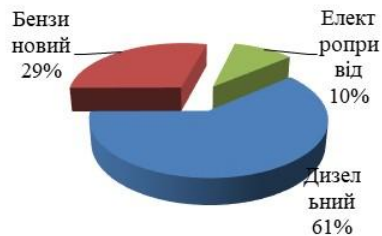
Аналіз попиту на засоби малої механізації в Україні



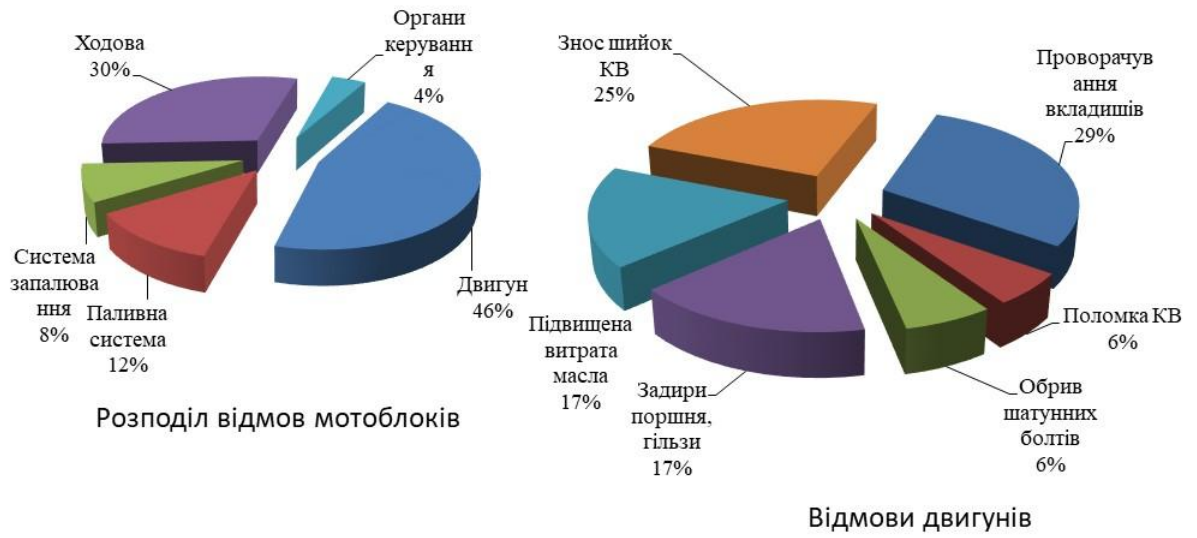
Рейтинг продажу мотоблоків



Розподіл попиту на мотоблоки за шириною обробітку



Розподіл засобів малої механізації за типом приводу





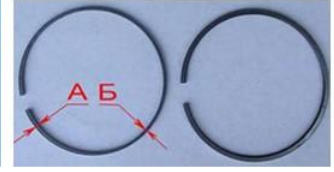
Слаба пластмаса. Швидко виходить з ладу.



Двигун не заводиться. Не закріплений зубчатий вінець маховика



Лопнули поршневі кільця



Швидкий і нерівномірний знос поршневих кілець. Зони А і Б



Знос зубів черв'ячної передачі (напрацювання менше сезону)



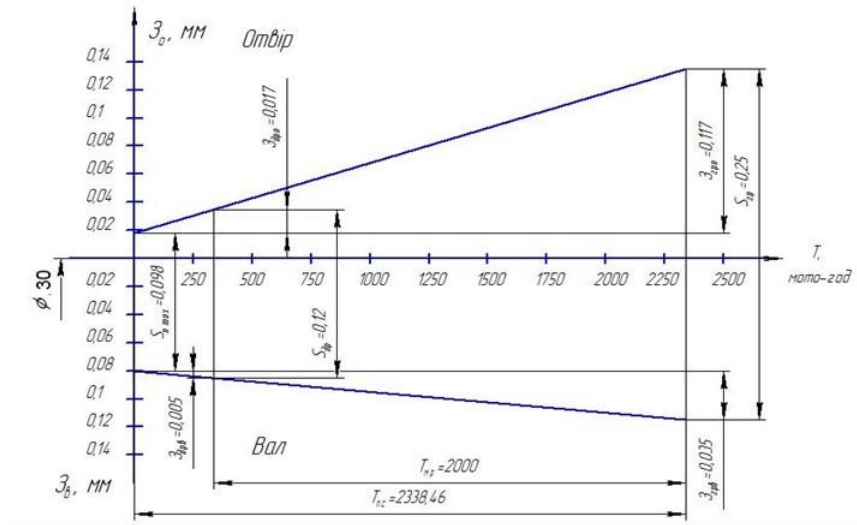
Застукав двигун. Знос шийки колінчатого валу.



Інтенсивний знос нижньої головки шатуна



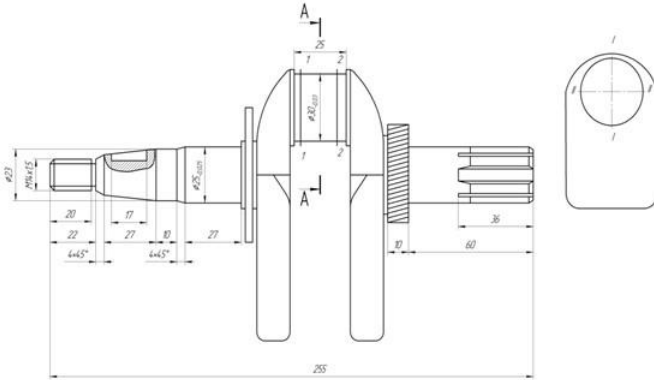
Сліди схватування матеріалу шатуна з шийкою колінчатого валу



Теоретичний графік зношення деталей спряження залежно від тривалості напруцювання

7

Експериментальні дослідження



Мікрометраж колінчатого валу

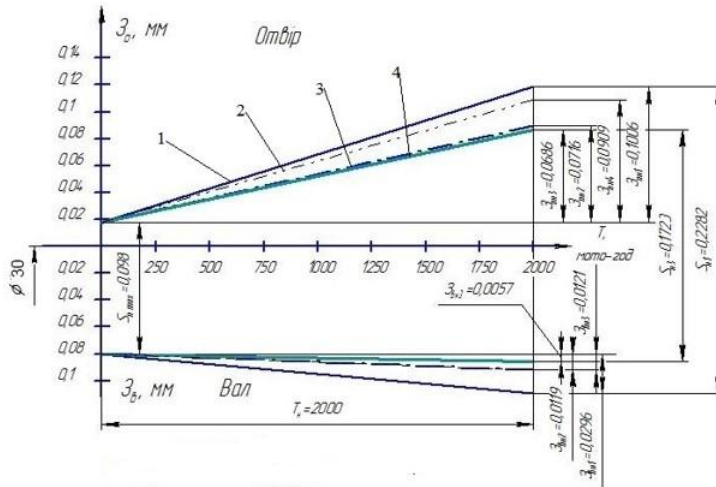


Прилад МИ-2

1 – електродвигун; 2 – нерівноважений важіль; 3 – кожух; 4 – диск; 5 – вимикач; 6 – рамка-тримач

	
Дефект шийки вала	Знос поверхні під підшипник
	
Відновлення	Загартування

Графік зношення деталей спряження для кожного зразка



1 - сталь 45; 2 - сталь 45+СВ08; 3 -
сталь 45+сталь 45; 4- сталь 45+сталь
45+мідь

Залежність зазору в
спряженні від наробітку:

- для першого зразка:

$$y = 0,000065 \cdot x + 0,098$$

- для другого зразка:

$$y = 0,000042 \cdot x + 0,098$$

- для третього зразка:

$$y = 0,000037 \cdot x + 0,098$$

- для четвертого
зразка:

$$y = 0,000052 \cdot x + 0,098$$

Організаційно-технологічна карта по охороні праці під час проведення електроіскрової обробки

I. Характеристика процесу умов праці	<ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – відділення металізації; 2. Вид робіт – відновлення; 3. Кваліфікація – наплавщик; 4. Умови праці – нормальні.
II. Вимоги технічних умов забезпечення безпеки праці	<ol style="list-style-type: none"> 1. Застосовувати засоби індивідуального захисту; 2. На підлозі перед стендом необхідно мати дерев'яну решітку; 3. Забезпечення робочого місця вентиляцією.
III. Показники технологічного режиму і заходи безпеки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Відновлювальна деталь повинна бути чистою; 2. Установка повинна бути заземлена.
IV. Шкідливі і небезпечні виробничі фактори на робочому місці	<ol style="list-style-type: none"> 1. Підвищена пульсація світлового потоку; 2. Підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини.
V. Вимоги безпеки при електроіскровій обробці	<ol style="list-style-type: none"> 1. Забороняється торкатися електрода при включеній установці; 2. До роботи на стенді допускаються особи, ознайомлені з його будовою та пройшли інструктаж з техніки безпеки; 3. Необхідно постійно контролювати стан допоміжних пристроїв стенду.

Показники	Значення показників
Об'єм капіталовкладення, грн	42000
Річна програма, умов. рем.	100
Кількість основних робітників, чол.	1
Поточні витрати з ремонту, грн:	
зарплата з нарахуванням	3111
загальна амортизація	9210,6
поточний ремонт обладнання	44
паливо, електроенергія	146,7
інші витрати	375,4
Всього поточних витрат, грн	12887,7
Розмір капіталовкладень на од., грн	420
Приведені витрати на од., грн	191,9
Повна собівартість од, грн	141,8
Прейскурантна вартість (ціна) од, грн	500
Розмір прибутку на од., грн.	358,2
Строк окупності матеріальних затрат, років	1,2

1. Проведено аналіз ринку засобів малої механізації і встановлено рейтинги найбільш продаваної техніки, встановлено, що більша частина купленої техніки марки FORTE – 15% та WEIMA – 14 %, 61 % купили мотоблоки оснащені дизельним двигуном.
2. Проведено аналіз надійності мотоблоків та встановлено найбільш ненадійні вузли і агрегати, це двигун та ходова, відмови яких відповідно склали 46 і 30 %.
3. Проведене прогнозування ресурсу спраження вал-підшипник показало, що дане спраження доходить до граничних розмірів при правильній експлуатації двигуна за 2338,46 мото-годин. Для підвищення цього ресурсу, розроблено технологічний процес відновлення колінчатого валу та додано операцію зміцнення шийок електроіскровою обробкою.
4. Розроблено методику вимірювання розмірів нових та зношених деталей двигунів мотоблоків, а саме діаметри шийок колінчатого валу та отвору шатуна. Також приведено методику нанесення електроіскрових покриттів на зразки, та методику визначення інтенсивності зношування оброблених поверхонь.
5. В результаті проведених досліджень встановлено, що для максимального збільшення ресурсу в спраженні вал-отвір шатуна доцільно їх обробляти методом електроіскрової обробки наступним чином: на вал який має марку сталі 45 необхідно нанести різні покриття. При виконанні даної обробки ресурс спраження досягне 4092 мото-години, що в порівнянні з заводськими деталями в спраженні перевищує ресурс в 1,75 рази більше. Це також зумовлено зменшенням коефіцієнту тертя в 1,36 рази та зменшення інтенсивності зношення в 7,16 рази.
6. Зробивши аналіз причини нещасних випадків та виробничого травматизму, запропоновано створити кабінет з охорони праці та забезпечити його необхідним інвентарем, своєчасно проводити інструктажі та перевірку знань з питань охорони праці, для зменшення ймовірності травматизму.
Також було розроблено організаційно-технологічну карту, яка дозволить зменшити небезпечні і шкідливі виробничі фактори на робочому місці, зменшити небезпечність робіт при виконанні електроіскрової обробки та покращити умови праці робітників.
7. Запропонований нами метод відновлення підшипникового вузла двигуна мотоблока не тільки підвищує його надійність, а ще й є економічно вигідним, оскільки його реалізація дозволяє отримати 358,2 грн за кожен відремонтований мотоблок, а термін окупності матеріальних затрат складає 1,2 років.

Національна академія наук України
Науково-навчальний центр прикладної інформатики
Інститут інноваційної освіти



Актуальні проблеми розвитку науки в контексті глобальних трансформацій інформаційного суспільства

Матеріали
IV Міжнародної науково-практичної конференції
29-30 жовтня 2021 р.

Інститут
інноваційної
освіти



Міжнародні та всеукраїнські
науково-практичні конференції

www.novaosvita.com

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Науково-навчальний центр прикладної інформатики

ІНСТИТУТ ІННОВАЦІЙНОЇ ОСВІТИ

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ НАУКИ В
КОНТЕКСТІ ГЛОБАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ
ІНФОРМАЦІЙНОГО СУСПІЛЬСТВА**

МАТЕРІАЛИ

IV Міжнародної науково-практичної конференції

*29–30 жовтня 2021 р.
м. Київ*

Київ
Інститут інноваційної освіти
2021

УДК 001(063):378.4 (Укр)
ББК 72я43
А43

До збірника увійшли матеріали наукових робіт (тези доповідей, статті), надані згідно з вимогами, що були заявлені на конференцію.

*Роботи друкуються в авторській редакції, мовою оригіналу.
Автори беруть на себе всю відповідальність за зміст поданих матеріалів.
Претензії до організаторів не приймаються.
При передруку матеріалів посилання обов'язкове.*

A43 **Актуальні проблеми розвитку науки в контексті глобальних трансформацій інформаційного суспільства** : Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 29–30 жовтня 2021 р.) / ГО «Інститут інноваційної освіти»; Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – Київ : ГО «Інститут інноваційної освіти», 2021. – 100 с.

Матеріали конференції рекомендуються освітянам, науковцям, викладачам, здобувачам вищої освіти, аспірантам, докторантам, студентам вищих навчальних закладів тощо¹.

Відповідальний редактор: С.К. Бурма
Коректор: П.А. Немкова

Матеріали видано в авторській редакції.

УДК 001(063):378.4 (Укр)

© Усі права авторів застережені, 2021
© Інститут інноваційної освіти, 2021
© Друк ФОП Москвін А.А., 2021

Підписано до друку 08.11.2021. Формат 60x84/16.
Віддруковано з готового оригінал-макету.
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Charter. Ум. друк. арк. 5,81.
Зам. № 0011/21-11. Тираж 100 прим. Ціна договірна. Виходить українською мовою.

Виготовник. ФОП Москвін А.А. Цифрова Друкарня «Сору Арт».
69095, Запоріжжя, просп. Соборний, 109. Тел.: (061) 708-08-80
Інститут інноваційної освіти: e-mail: novaosvita@gmail.com; сайт: www.novaosvita.com

Видання здійснене за експертної підтримки
Науково-навчального центру прикладної інформатики НАН України
03680, Київ-187, просп. Академіка Глушкова, 40.

¹ Відповіді № 12 порядку призначення наукових ступенів затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2018 р. № 267, № 28 постанови Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 р. № 1187, «про затвердження ліцензійних умов провадження освітньої діяльності» № 18 постанови Кабінету Міністрів України від 12 липня 2004 р. № 882, «про ліцензії освітньої діяльності».

УДК 631.3

Я.О. Санта,

здобувач вищої освіти освітнього ступеня магістра
інженерно-технологічного факультету
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Л.Д. Васильєв,

доктор технічних наук, доцент кафедри надійності і ремонту машин
інженерно-технологічного факультету
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ В СПРЯЖЕННІ КОЛІНЧАТИЙ ВАЛ-ПІДШИПНИК МОТОБЛОКУ

Анотація. В роботі розглянуть процес мікрометражу колінчатого валу двигуна мотоблока Нива та побудовано графік формування зазору у спряженні «колінчатий вал-шатун», що в свою чергу дасть можливість прогнозувати його ресурс під час роботи.

Ключові слова: мотоблок, колінчатий вал, підшипник, відхилення, граничний розмір, допустимий розмір, зношування, зазор.

Загальна суть проблеми. Сьогодні на ряду з високопродуктивними тракторами, автомобілями та комбайнами, працюють мотоблоки, мотокоши, мотопили і інші. Які зайняли велику нішу і виконують великий об'єм робіт. Якщо з машино-тракторним парком більш менш все зрозуміло, існує система технічних обслуговувань та ремонтів, майстерні та інше. То з засобами малої механізації все досить складно [1]. Не існує чіткої системи ТО та ремонтів, відсутні спеціалізовані сервіси і все це відображається на надійності машини.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У доступній літературі дуже мало уваги приділяється ремонту засобів малої механізації, велика кількість робіт присвячена вибору мотоблока, економічному обґрунтуванню його ефективності та інше.

В роботах [1, 2, 3] досить добре розглянуто систему технічних обслуговувань, видів робіт по підтриманню мотоблока в технічно справному стані, а головне наведено періодичність виконання робіт по технічному обслуговуванню та ремонту.

Із-за відсутності технічної документації на ремонтні роботи, деталі під час ремонту можуть передчасно вибраковуватись і тому є необхідність у прогнозуванні ресурсу деталей, що лімітують роботу мотоблока.

Мета роботи. Розрахунок та побудова графіку зносу спряження колінчатий вал-шатун і прогнозування їх ресурсу.

Виклад основного матеріалу. Прийmemo декілька припущень, для прогнозування ресурсу в спряженні вал-підшипник:

- нехтуємо зоною припрацювання;
- вважаємо, що зношення прямо пропорційне напрацюванню;
- за початкові розрахункові розміри приймаємо: для валів – нижній граничний розмір d_{\min} , для отворів – верхній граничний розмір D_{\max} , для спряжень – найбільший початковий зазор S_{\max} .

Ресурс спряження в основному залежить від граничного значення його зношення, а також від швидкості зношення. Початкові данні отримаємо шляхом мікрометражу нового колінчатого валу та нижньої головки шатуна (рис. 1). Граничні і допустимі зношення при ремонті і розміри деталей зазначені в [4].

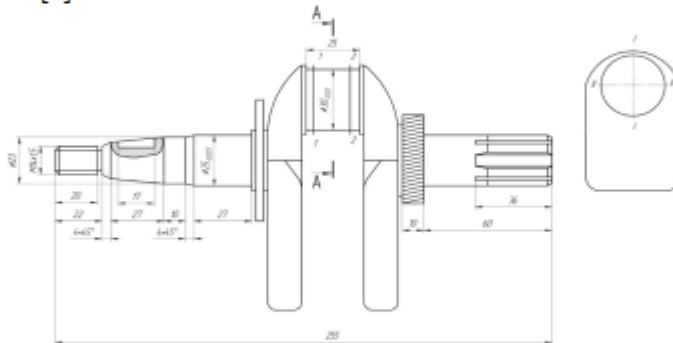


Рис. 1. Схема вимірювання колінчатого валу в місцях розміщення шатунного підшипника

Отже згідно [4] та рис. 1 приймаємо вихідні данні для розрахунку ресурсу спряження вал-підшипник ковзання двигуна мотоблоку та заносимо їх в таблицю 1.

Таблиця 1 – Дані на дефектацію спряження вал-підшипник

Найменування деталей та місце вимірювання зносу	Витяг з технічних умов			
	Розміри по кресленню, мм	Зазори та спряження, мм		
		початкові, S_n	допустимі, S_d	граничні, S_{gr}
Підшипник (внутрішній діаметр)	$\varnothing 30^{+0,018}$	від 0,07 до 0,098	0,12	0,25
Вал (зовнішній діаметр)	$\varnothing 30_{-0,08}^{-0,07}$			

Визначення повного ресурсу спряження, граничних і допустимих при ремонті зношень, розмірів деталей проводиться за наступною методикою [5].

Визначаємо початковий максимальний та мінімальний зазори в спряженні:

$$S_{n\max} = ES - ei = 0.018 - (-0.08) = 0.098 \text{ мм}, \quad (1)$$

$$S_{n\min} = Ei - es = 0 - (-0.07) = 0.07 \text{ мм}, \quad (2)$$

де ES, Ei, es, ei – відповідно верхнє та нижнє граничне відхилення розміру отвору та валу, мм;

Початковий та мінімальний зазори в спряженні заносимо в таблицю 1.

Розраховуємо середню швидкість зношення спряження

$$V_c = V_o + V_a = 5 \cdot 10^{-5} + 1,5 \cdot 10^{-5} = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ мм/мото.год.} \quad (3)$$

де V_o, V_a - відповідно середня швидкість зношення отвору та вала, мм/мото-год;

Визначаємо повний середній ресурс спряження:

$$T_{uc} = \frac{S_{gr} - S_{n\max}}{V_c} = \frac{0,25 - 0,098}{6,5 \cdot 10^{-5}} = 2338,46 \text{ мото, год.} \quad (4)$$

де S_{gr} - граничний зазор у спряженні, мм;

Визначаємо граничні розміри валу:

$$d_{\max} = d + es = 30 + (-0.07) = 29.93 \text{ мм}, \quad (5)$$

$$d_{\min} = d + ei = 30 + (-0.08) = 29.92 \text{ мм}, \quad (6)$$

де d - номінальний діаметр валу, мм;

Розраховуємо граничне зношення та граничний розмір валу:

$$Z_{gr} = T_{uc} \cdot V_c = 2338,46 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} = 0,035 \text{ мм}, \quad (7)$$

$$d_{gr} = d_{\min} - Z_{gr} = 29,92 - 0,035 = 29,885 \text{ мм.} \quad (8)$$

Визначаємо допустиме без ремонту зношення валу і допустимий без ремонту розмір валу:

$$Z_{доп} = Z_{gr} - T_{mp} \cdot V_c = 0,035 - 2000 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} = 0,005 \text{ мм}, \quad (9)$$

$$d_{доп} = d_{\min} - Z_{доп} = 29,92 - 0,005 = 29,915 \text{ мм}, \quad (10)$$

де T_{mp} - міжремонтний ресурс спряження, мото, год.

Далі розраховуємо параметри підшипника, граничні розміри отвору:

$$D_{\max} = D + ES = 30 + 0,018 = 30,018 \text{ мм}, \quad (11)$$

$$D_{\min} = D + EI = 30 + 0 = 30 \text{ мм}, \quad (12)$$

де D - номінальний діаметр отвору підшипника, мм;

Розраховуємо граничне зношення та граничний розмір отвору:

$$Z_{\text{про}} = T_{\text{к}} \cdot V_o = 2338,46 \cdot 5 \cdot 10^{-5} = 0,117 \text{ мм}, \quad (13)$$

$$D_{\text{пр}} = D_{\max} + Z_{\text{про}} = 30,018 + 0,117 = 30,135 \text{ мм}. \quad (14)$$

Визначаємо допустиме без ремонту зношення і допустимий без ремонту розмір отвору:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{про}} - T_{\text{пр}} \cdot V_o = 0,117 - 2000 \cdot 5 \cdot 10^{-5} = 0,017 \text{ мм}, \quad (15)$$

$$D_{\text{доп}} = D_{\text{пр}} + Z_{\text{доп}} = 30,135 + 0,017 = 30,152 \text{ мм}. \quad (16)$$

Визначаємо граничний та допустимий максимальні зазори в спряженні:

$$S_{\text{гр}} = D_{\text{пр}} - d_{\text{гр}} = 30,135 - 29,885 = 0,25 \text{ мм}, \quad (17)$$

$$S_{\text{доп}} = D_{\text{доп}} - d_{\text{доп}} = 30,152 - 29,915 = 0,237 \text{ мм}. \quad (18)$$

На основі проведених розрахунків будуємо графік процесу зношення валу та отвору підшипника двигуна в залежності від тривалості напрацювання (рис. 2).

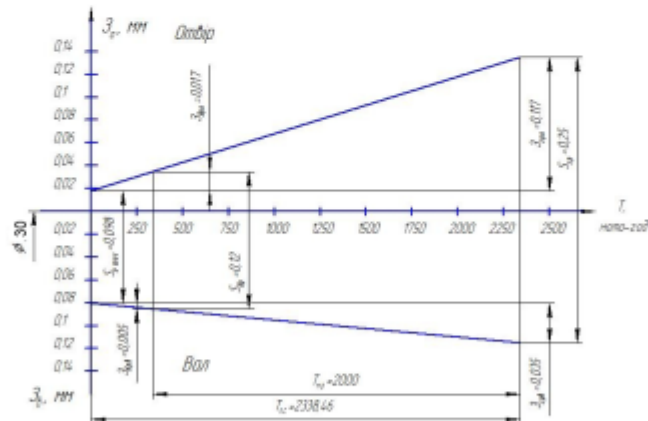


Рис. 2 – Теоретичний графік зношення деталей спряження залежно від тривалості напрацювання

Висновок. Таким чином встановлено графік зношування деталей з'єднання колінчатий вал-шатун за допомогою якого можливе прогнозування його ресурсу, що дасть змогу більш якісно виконувати ремонтні роботи.

Список Використаних Джерел

1. Курапов Д.Д. Шляхи підвищення надійності засобів малої механізації для сільського господарства / Д.Д. Курапов, Є.В. Қалганков // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу : Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 23–24 листопада 2018 р.) / ГО «Інститут інноваційної освіти»; Науково-учбовий центр прикладної інформатики НАН України. – Київ : ГО «Інститут інноваційної освіти», 2018. – С. 205–211.
2. Ляшенко С. В. Удосконалення малої механізації в технології вирощування картоплі на присадибних ділянках / С.В. Ляшенко, В.В. Падалка // Вісник ПДАА. – № 1, 2013. – С. 151–154.
3. Ляшенко С. В. Удосконалення графіка проведення та розширення переліку необхідних до виконання операцій технічних обслуговувань засобів малої механізації за результатами їх випробувань, на присадибних ділянках / С. В. Ляшенко. // Вісник ПДАА. – 2014. – №3. – С. 178–182.
4. Мотоблок «НІВА» двигун ДМ-1К [Електронний ресурс] // НиВа. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: <https://avtovelomoto.by/upload/iblock/de0/de00bae7b3a77562aa2813b9636cd209.pdf>
5. Армашов Ю.В. Надійність сільськогосподарської техніки: навчальний посібник / Ю.В. Армашов, П.К. Охмат. – Дніпропетровськ.: РВВ ДДАУ, 2008. – 208 с.

УДК 621.886.6

П.М. Сотник,

здобувач вищої освіти освітнього ступеня магістра
інженерно-технологічного факультету

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

О.В. Толстенко,

кандидат технічних наук, доцент кафедри надійності і ремонту машин
інженерно-технологічного факультету

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ТЕХНОЛОГІЯ ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПОКРАЩЕННЯ

Анотація. Проаналізовано стан машин сільськогосподарського призначення та обґрунтовано необхідність удосконалення системи їх зберігання. Наведено аналіз існуючих систем зберігання техніки та запропоновано використання теплових екранів для уникнення дії вологи та ультрафіолету на поверхні машин.

Ключові слова; зберігання, машино-тракторний парк, мащення, корозія, захисний екран.

Загальна суть проблеми. Зберігання машин одна із найбільш відповідальних операцій експлуатації машини. Особливо це стосується машино-тракторного парку, що використовується в сільському господарстві, так як робота машин характеризується – сезонністю виконуваних робіт.

**Розділ 8
ХІМІЧНА ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ**

В.Г. Єфімова,
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ
ОСНОВИ КОСМЕТИЧНОГО ЕМУЛЬСІЙНОГО ПРОДУКТУ
З ЕМУЛЬГАТОРАМИ РІЗНОЇ ПРИРОДИ58

**Розділ 9
АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

С.А. Сениш, В.В. Бабич, В.М. Фірман,
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ АРХІТЕКТУРИ ТА БУДІВНИЦТВА
В КОНТЕКСТІ ГЛОБАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ІНФОРМАЦІЙНОГО
СУСПІЛЬСТВА62

**Розділ 10
АГРАРНІ НАУКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВО**

Я.О. Сапга, Л.Д. Васильєв,
ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ В СПРЯЖЕННІ
КОЛІНЧАТИЙ ВАЛ-ПІДШИПНИК МОТОВЛОКУ70

П.М. Сотник, О.В. Толстенко,
ТЕХНОЛОГІЯ ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН
ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПОКРАЩЕННЯ74

Б.С. Сухов,
ОБґРУНТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО КРИТЕРІЮ
ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ОБ'ЄМНОГО ГІДРОПРИВОДА
ТРАНСМІСІЇ МОБІЛЬНИХ МАШИН78

**Розділ 11
ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я**

Т.Л. Гридіна, Г.Ю. Шевчук,
РОЗРОБКА ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ ПІДХОДІВ
ВИКЛАДАННЯ МІКРОБІОЛОГІЇ, ВІРУСОЛОГІЇ ТА ІМУНОЛОГІЇ
В МЕДИЧНИХ ВИЩАХ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.....83

Підписано до друку 08.11.2021. Формат 60x84/16. Папір офсетний білий.
Гарнітура «Charter». Друк цифровий. Ум. друк. арк. 5,81.
Зам. № 0811/21-11. Тираж 100 прим. Ціна договірна. Виходить українською мовою.

Віддруковано з готового оригінал-макета ФОП Москвін А.А.
м. Запоріжжя, просп. Соборний, 109.

Інститут інноваційної освіти. Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України
e-mail: novaoevita@gmail.com; сайт: www.novaoevita.com

Видання здійснене за експертної підтримки
Науково-навчального центру прикладної інформатики НАН України
03600, Київ-107, просп. Академіка Глушкова, 40