МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерних технологій та професійної освіти
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
«___»_____ 2026 р.
Зав. кафедри _д.т.н., професор___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ __Володимир ДІДУР___
(підпис) (ініціали, прізвище)

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)

перший (бакалаврський)
(назва освітнього рівня)

тема проекту: «Удосконалення технології ремонту складових частин системи мащення автотракторних двигунів з розробкою пристосування для розбирання масляного фільтра»

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми___бакалавр_____
спеціальності _208 «Агроінженерія»_
__Сергеєв Ярослав Сергійович_____
(прізвище та ініціали)
Керівник професор Дідур В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Умань – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерних технологій та професійної освіти
Кафедра агроінженерії
Освітня програма «Бакалавр»
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____ Володимир ДІДУР
«___» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

Сергєєву Ярославу Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Удосконалення технології ремонту складових частин системи мащення автотракторних двигунів з розробкою пристосування для розбирання масляного фільтра»

керівник проекту _ Дідур Володимир Володимирович, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
" 01 " травня 2026 р. № 01-06/129
2. Строк подання студентом проекту 18.05.2026 р.
3. Вихідні дані до проекту: основні дефекти масляного фільтра та відцентрового фільтра; аналіз способів ремонту та відновлення деталей системи мащення
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
аналіз стану досліджуваного питання; експериментальні дослідження; питання охорони праці; техніко-економічне обґрунтування проекту.
5. Ілюстративний матеріал: підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 10 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту: мета і завдання дослідження; схема та технологічний процес розбирання масляного фільтра двигуна ЯМЗ-240; карта поєднання дефектів за маршрутами; обґрунтування технологічного процесу відновлення деталі; план операції відновлення деталі; результати розрахунку економічного ефекту; висновки.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 26 вересня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	15.10.2025	
2.	Розділ 1. Технологічні основи ремонту (відновлення) конструктивних елементів машин	19.11.2025 .	
3.	Розділ 2. Проектно-технологічна частина	18.12.2025 .	
4.	Розділ 3. Охорона праці	12.02.2026 .	
5.	Розділ 4. Техніко-економічна частина	09.03.2026 .	
6.	Виконання ілюстративної частини проекту	15.04.2026 .	
7.	Представлення проекту керівнику на перевірку	18.05.2026 .	

Студент _____ Сергеєв Я.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Дідур В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕМОНТУ (ВІДНОВЛЕННЯ) КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН 6

1.1 Призначення системи мащення автотракторного двигуна 6

1.2 Особливості роботи масляного фільтра та фільтра відцентрового очищення оливи 8

1.3 Умови роботи складових частин системи мащення 9

1.4 Основні дефекти масляного фільтра та відцентрового фільтра 11

1.5 Аналіз способів ремонту та відновлення деталей системи мащення 12

1.6 Необхідність удосконалення технології розбирання масляного фільтра 13

2. ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 16

2.1 Схема та технологічний процес розбирання масляного фільтра двигуна ЯМЗ-240 16

2.2 Карта поєднання дефектів за маршрутами 19

2.3 Обґрунтування технологічного процесу відновлення деталі 22

2.4 План операції відновлення деталі 24

2.5 Вибір режимів обробки та нормування операцій [1, 6–17] 25

2.6 Ремонтне креслення деталі 28

2.7 Призначення та будова технологічного оснащення для випресування втулок при розбиранні 29

2.8 Інженерний розрахунок елементів конструкції технологічного оснащення 31

3 ОХОРОНА ПРАЦІ 33

3.1 Загальні положення 33

3.2 Характеристика робочого місця та виробничого процесу 33

3.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів 34

3.4 Вимоги безпеки перед початком роботи 35

3.5 Вимоги безпеки під час використання пристосування для розбирання масляного фільтра 36

3.6 Вимоги до інструменту та обладнання 37

3.7 Дії працівника в аварійних ситуаціях 37

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 38

4.1 Економічне обґрунтування доцільності відновлення деталей системи мащення 38

4.2 Розрахунок собівартості відновлення осі ротора відцентрового фільтра 38
4.3 Визначення економії від відновлення деталі 40
4.4 Розрахунок річного економічного ефекту 41
4.5 Вплив пристосування для розбирання масляного фільтра на економічні показники ремонту 41
ВИСНОВОК 43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 44

1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕМОНТУ (ВІДНОВЛЕННЯ) КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН

1.1 Призначення системи мащення автотракторного двигуна

Система мащення є однією з основних функціональних систем автотракторного двигуна внутрішнього згоряння, від технічного стану якої безпосередньо залежать довговічність, надійність, економічність і стабільність роботи силового агрегату. У процесі роботи двигуна значна кількість деталей перебуває у взаємному русі, що супроводжується тертям, нагріванням, утворенням продуктів зношування та поступовою зміною геометричних параметрів спряжених поверхонь [1, 2].

Основним призначенням системи мащення є безперервне подавання моторної оливи до поверхонь тертя з метою утворення мастильної плівки між деталями. Завдяки цьому зменшується коефіцієнт тертя, знижуються втрати потужності, уповільнюється зношування деталей і забезпечується відведення теплоти від найбільш навантажених зон двигуна [3, 4].

Крім зменшення тертя, система мащення виконує низку додаткових функцій: охолоджує деталі, видаляє продукти зношування, захищає металеві поверхні від корозії, ущільнює зазори між деталями циліндро-поршневої групи та сприяє зниженню шуму під час роботи двигуна [5]. У дизельних автотракторних двигунах, які працюють за підвищених навантажень і часто експлуатуються в запилених умовах, ефективність очищення оливи має особливо важливе значення [6, 7].

До основних складових системи мащення автотракторного двигуна належать: масляний картер, маслоприймальник, масляний насос, редукційні та перепускні клапани, масляний фільтр, фільтр відцентрового очищення, масляні канали, трубопроводи, масляний радіатор, датчики тиску та контрольні прилади [1, 8]. Кожен із цих елементів виконує окрему функцію, але їхня робота є взаємопов’язаною. Порушення працездатності навіть одного вузла може спричинити зниження тиску оливи, погіршення її очищення, перегрівання деталей і прискорене спрацювання двигуна.

У двигунах типу ЯМЗ-240 застосовується комбінована система мащення (рис.1.1)з подаванням оливи під тиском до найбільш навантажених вузлів і розбризкуванням для мащення окремих деталей. За даними експлуатаційної документації двигунів ЯМЗ-240, у системі мащення передбачені повнопоточний масляний фільтр, фільтр відцентрового очищення оливи, диференціальні та перепускні клапани, які забезпечують підтримання

необхідного тиску та захист двигуна у разі засмічення фільтрувальних елементів [8]. У керівництві з експлуатації ЯМЗ-240 зазначено, що диференціальний клапан системи мащення відрегульований на відкриття при тиску 520–560 кПа, що підтверджує важливість стабілізації тиску оливи в системі.

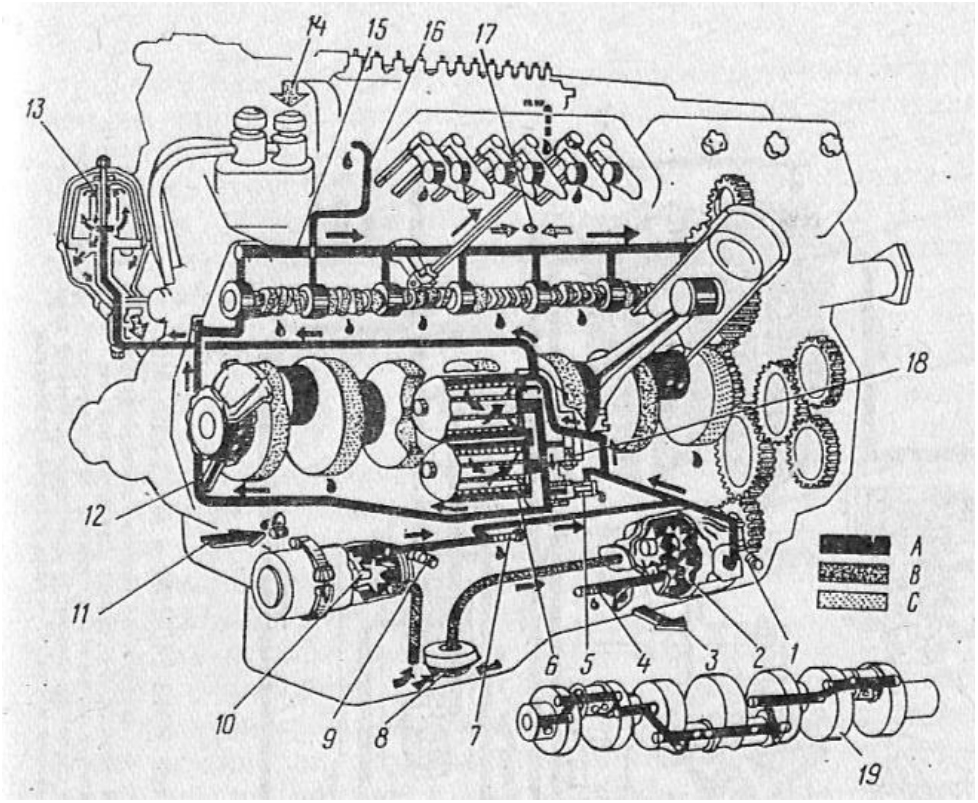


Рисунок 1.1 – Схема системи мащення двигуна ЯМЗ-240М2:

1 – редукційний клапан; 2 – масляний насос; 3 – відведення оливи до радіатора; 4 – запобіжний клапан; 5 – диференціальний клапан; 6 – масляний фільтр; 7 – запірний клапан маслозакачувального насоса; 8 – маслоприймальник; 9 – перепускний клапан маслозакачувального насоса; 10 – маслозакачувальний насос; 11 – злив оливи з радіатора; 12 – корпус упорного підшипника; 13 – фільтр відцентрового очищення оливи; 14 – маслозаливна горловина; 15 – вісь штовхачів; 16 – трубопровід підведення оливи до паливного насоса високого тиску; 17 – злив оливи в картер; 18 – перепускний клапан масляного фільтра; 19 – масляні канали колінчастого вала;

А – зона високого тиску; В – всмоктування оливи; С – злив і мащення самопливом.

Отже, система мащення є не лише допоміжною системою двигуна, а одним із ключових чинників забезпечення його ресурсу. Її своєчасне обслуговування, якісне очищення оливи та ремонт фільтрувальних вузлів мають важливе технічне й економічне значення.

1.2 Особливості роботи масляного фільтра та фільтра відцентрового очищення оливи

Масляний фільтр призначений для очищення моторної оливи від механічних домішок, частинок металу, сажі, продуктів окиснення, пилу та інших забруднень, які потрапляють у систему мащення або утворюються під час роботи двигуна [6, 9]. Забруднена олива втрачає свої мастильні властивості, підвищує абразивне зношування деталей і може спричинити закупорювання масляних каналів.

У системі мащення двигуна ЯМЗ-240 масляний фільтр (рис.1.2) є повнопоточним, тобто через нього проходить основний потік оливи перед надходженням до головної масляної магістралі. Така схема забезпечує постійне очищення оливи, однак водночас підвищує вимоги до технічного стану фільтрувальних елементів і клапанів [8, 10].

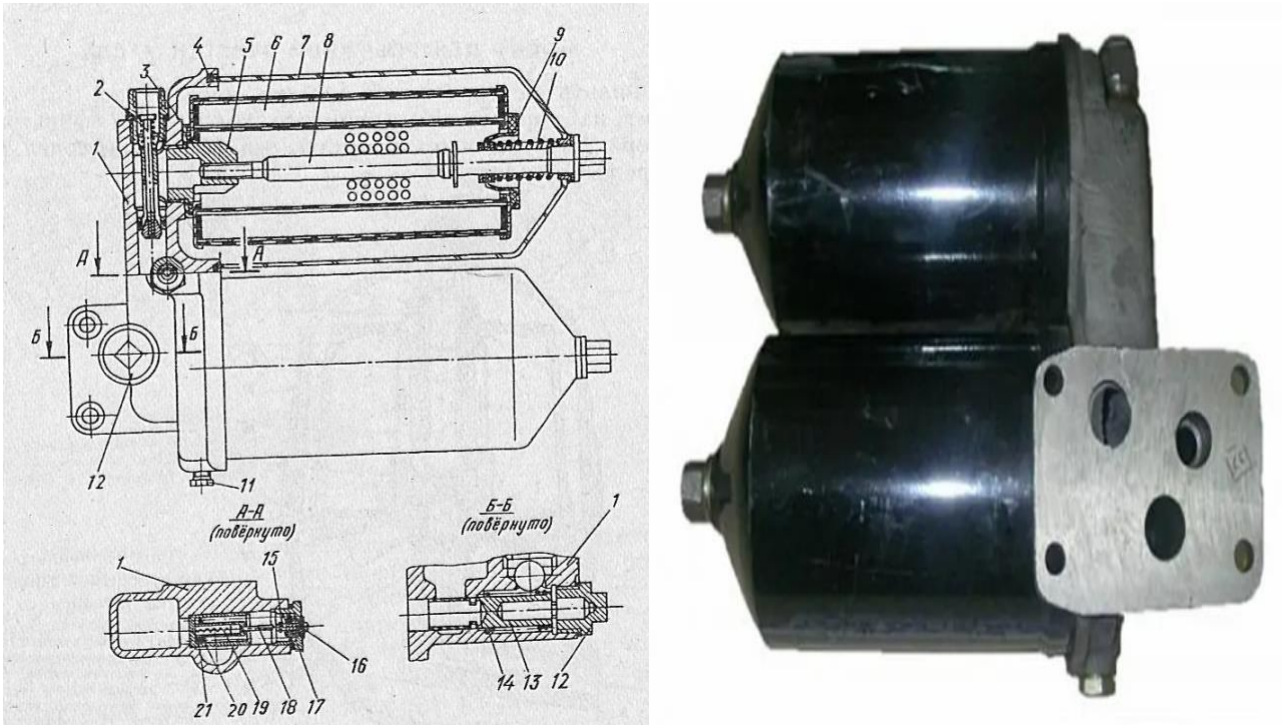


Рисунок 1.2 – Масляний фільтр:

1 – корпус; 2 – зворотний клапан; 3 – прокладка фільтрувального елемента; 4 – прокладка; 5 – напрямна втулка; 6 – фільтрувальний елемент; 7 – ковпак; 8 – стрижень; 9 – ущільнювальна чашка; 10 – пружина; 11 – пробка; 12 – пробка диференціального клапана; 13 – диференціальний клапан; 14 – пружина клапана; 15 – нерухомий контакт сигналізатора; 16 – клема; 17 – пробка перепускного клапана; 18 – рухомий контакт; 19 – пружина сигналізатора; 20 – перепускний клапан; 21 – пружина перепускного клапана.

Конструктивно масляний фільтр складається з корпусу, ковпаків, фільтрувальних елементів, ущільнювальних прокладок, стрижнів кріплення, перепускного клапана,

диференціального клапана та сигнального пристрою забруднення фільтра [8]. У разі надмірного забруднення фільтрувального елемента зростає опір проходженню оливи, що може спричинити відкриття перепускного клапана. У такому випадку частина оливи надходить у магістраль без повного очищення, що є небажаним для довговічності двигуна [11].

Фільтр відцентрового очищення оливи працює за принципом використання відцентрових сил. Олива під тиском надходить у ротор, який обертається з великою частотою. Під дією відцентрової сили важкі механічні домішки осідають на внутрішніх стінках ротора, а очищена олива повертається в картер або в систему мащення [1, 12].

Перевагою відцентрового очищення є здатність видаляти дрібні механічні частинки без використання змінних фільтрувальних елементів. Однак ефективність роботи такого фільтра залежить від чистоти сопел, стану осі ротора, втулок, ущільнень і правильності складання [13]. Зношування осі ротора або втулок призводить до порушення співвісності, зменшення частоти обертання ротора, появи вібрацій і зниження якості очищення оливи.

У працях, присвячених впливу фільтрації оливи на зношування дизельних двигунів, зазначається, що поєднання повнопоточного та додаткового байпасного або тонкого очищення оливи сприяє зменшенню зношування деталей двигуна [14]. Дослідження SAE також підтверджують, що підвищення ефективності фільтрації мастила знижує інтенсивність зношування компонентів дизельних двигунів.

Таким чином, масляний фільтр і фільтр відцентрового очищення є важливими елементами системи мащення. Їхній технічний стан визначає якість очищення оливи, стабільність тиску в системі та ресурс двигуна.

1.3 Умови роботи складових частин системи мащення

Складові частини системи мащення працюють у складних умовах, які характеризуються дією температурних, механічних, гідравлічних і хімічних факторів. У процесі експлуатації олива нагрівається, окиснюється, забруднюється продуктами згоряння палива, металевими частинками, пилом і залишками нагару [5, 15].

На масляний фільтр і фільтр відцентрового очищення діють такі основні фактори:

1. підвищений тиск оливи;
2. перепади тиску до і після фільтрувального елемента;
3. температурні коливання;
4. вібрації двигуна;

5. контакт із забрудненою оливою;
6. дія абразивних частинок;
7. вплив продуктів окиснення мастильного матеріалу;
8. циклічні навантаження під час запуску та зупинки двигуна.

Особливо несприятливими є режими холодного пуску двигуна, коли олива має підвищену в’язкість і створює більший гідравлічний опір у системі. За таких умов збільшується навантаження на фільтрувальні елементи, клапани та ущільнення [16]. У сучасних інструкціях з обслуговування дизельних двигунів підкреслюється необхідність очищення корпусу фільтра перед заміною оливи та фільтрувального елемента, щоб запобігти потраплянню сторонніх частинок у систему мащення.

Відцентровий фільтр (рис.1.3)працює в умовах високої частоти обертання ротора. Тому для нього особливо важливими є точність виготовлення та відновлення осі ротора, справність втулок, чистота сопел і відсутність дисбалансу [12, 13]. Навіть незначне зношування напрямних поверхонь осі може спричинити порушення роботи ротора та зменшення ефективності очищення оливи.

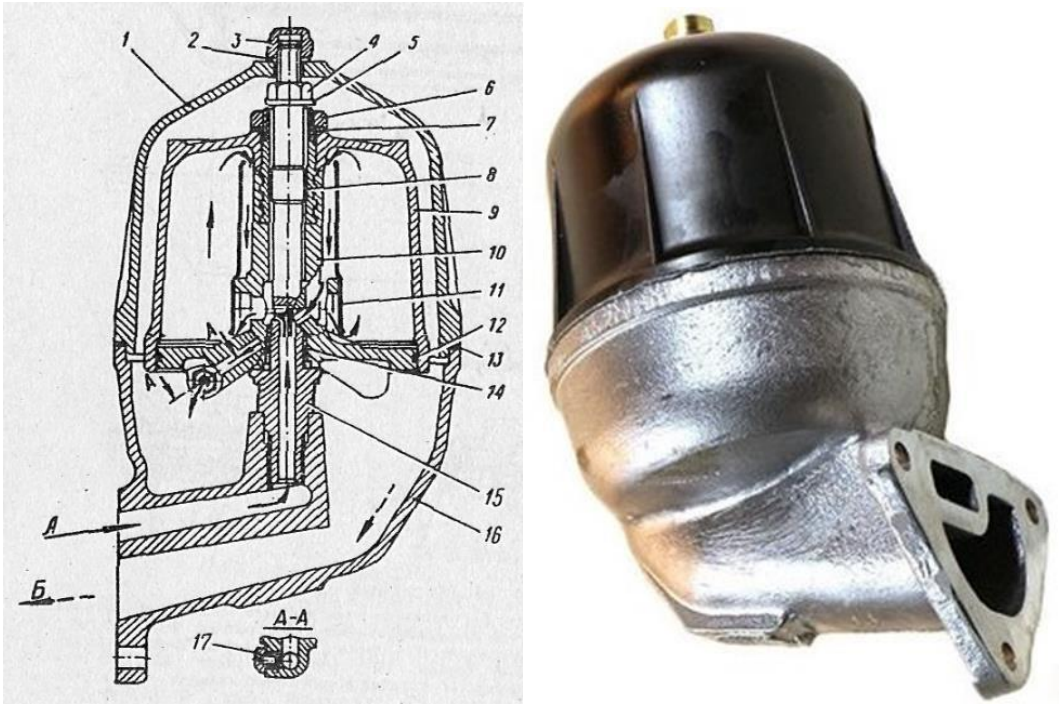


Рисунок 1.3 – Відцентровий масляний фільтр:

1 – кришка фільтра; 2, 7 – шайби; 3 – ковпачкова гайка; 4 – гайка фіксації ротора; 5 – упорна шайба; 6 – гайка ротора; 8, 14 – роторні втулки; 9 – кришка ротора; 10 – ротор; 11 – масло-відбивач; 12 – ущільнювальне кільце; 13 – прокладка кришки; 15 – вісь ротора; 16 – корпус фільтра; 17 – роторне сопло;

А – підведення масла з системи під тиском; Б – відведення масла в картер.

Окрему увагу слід приділяти ущільнювальним елементам масляного фільтра. Втрата еластичності прокладок, пошкодження ущільнювальних поверхонь або неправильне складання можуть спричинити підтікання оливи, зниження тиску та забруднення робочого місця [9, 17].

З урахуванням умов роботи, деталі системи мащення повинні мати достатню зносостійкість, корозійну стійкість, точність посадкових поверхонь і герметичність. Це визначає вимоги до технології їх ремонту та обґрунтовує необхідність використання спеціального пристосування для безпечного й якісного розбирання масляного фільтра.

1.4 Основні дефекти масляного фільтра та відцентрового фільтра

У процесі експлуатації автотракторного двигуна складові частини системи мащення поступово втрачають свої початкові технічні характеристики. Найбільш поширеними дефектами масляного фільтра є забруднення фільтрувальних елементів, пошкодження ущільнювальних прокладок, тріщини або деформації ковпаків, зношування різьбових з’єднань, порушення герметичності корпусу та несправність перепускного або диференціального клапана [1, 8, 10].

До характерних дефектів фільтра відцентрового очищення оливи належать:

1. зношування осі ротора;
2. зношування або пошкодження втулок;
3. забруднення внутрішньої порожнини ротора;
4. закупорювання сопел;
5. пошкодження ущільнювальних кілець;
6. порушення балансування ротора;
7. пошкодження різьбових з’єднань;
8. утворення тріщин у корпусних деталях.

Зношування осі ротора є одним із найбільш суттєвих дефектів, оскільки від її технічного стану залежить правильність обертання ротора та ефективність відцентрового очищення оливи [12, 18]. При збільшенні зазорів у спряженні «вісь — втулка» виникає перекіс ротора, збільшується вібрація, погіршується очищення оливи та зростає ризик подальшого руйнування деталей.

Забруднення фільтрувальних елементів і внутрішніх порожнин фільтрів є наслідком накопичення сажі, металевих частинок, пилу та продуктів окиснення оливи. За даними технічних матеріалів з фільтрації моторної оливи, фільтр повинен захищати двигун від

твердих частинок, вологи, продуктів окиснення та корозійно активних речовин, що містяться у мастильному матеріалі.

Несправність перепускного клапана може мати два небезпечні наслідки. Якщо клапан відкривається передчасно, частина неочищеної оливи потрапляє в систему мащення. Якщо клапан не відкривається при критичному перепаді тиску, виникає загроза масляного голодування двигуна [8, 11].

Тому під час ремонту фільтрів необхідно виконувати повне розбирання, очищення, дефектування, контроль розмірів і перевірку технічного стану клапанів, ущільнень, осей, втулок і корпусних деталей.

1.5 Аналіз способів ремонту та відновлення деталей системи мащення

Ремонт деталей системи мащення передбачає відновлення їхньої працездатності шляхом очищення, дефектування, заміни несправних елементів або відновлення зношених поверхонь. Вибір способу ремонту залежить від характеру дефекту, матеріалу деталі, величини зношування, умов роботи та економічної доцільності [3, 7, 19].

Для деталей системи мащення можуть застосовуватися такі способи відновлення:

1. механічна обробка під ремонтний розмір;
2. наплавлення з подальшою механічною обробкою;
3. шліфування робочих поверхонь;
4. заміна втулок, прокладок і ущільнювальних кілець;
5. очищення та промивання каналів;
6. відновлення різьбових з’єднань;
7. контроль і регулювання клапанів;
8. заміна фільтрувальних елементів.

Одним із ефективних способів відновлення зношених циліндричних поверхонь є наплавлення з подальшою токарною та шліфувальною обробкою. Такий спосіб дозволяє відновити номінальні або ремонтні розміри деталі, забезпечити необхідну шорсткість поверхні та підвищити її зносостійкість [7, 20].

Для осі ротора відцентрового фільтра доцільним є відновлення напрямних шийок шляхом наплавлення зношених поверхонь, механічної обробки та остаточного шліфування. Такий технологічний маршрут дозволяє відновити геометричну точність деталі, забезпечити необхідну посадку у втулках і продовжити строк служби фільтра [18, 20].

Водночас не всі деталі доцільно відновлювати. Фільтрувальні елементи, гумові ущільнення, сильно деформовані ковпаки, тріснуті корпусні елементи або деталі з критичним зношуванням, як правило, підлягають заміні [9, 10]. Рішення про відновлення або вибракування приймається після дефектування з урахуванням технічних вимог і економічних показників.

Економічна доцільність відновлення визначається співвідношенням між собівартістю ремонту та ціною нової деталі. Якщо витрати на відновлення значно нижчі за вартість нової деталі, а якість ремонту забезпечує необхідний ресурс, відновлення є раціональним рішенням [21, 22].

1.6 Необхідність удосконалення технології розбирання масляного фільтра

Розбирання масляного фільтра є однією з важливих операцій ремонтного процесу. Від правильності її виконання залежить збереження придатних деталей, якість подальшого дефектування та безпека працівника. Традиційне розбирання фільтра із застосуванням ручного інструменту без спеціального пристосування часто супроводжується підвищеною трудомісткістю, незручністю фіксації корпусу, ризиком пошкодження деталей і можливістю травмування рук [10, 23].

Під час розбирання масляного фільтра виникають такі проблеми:

1. складність надійного закріплення корпусу фільтра;
2. прокручування деталі під час відкручування кріпильних елементів;
3. потреба у значному ручному зусиллі;
4. ризик пошкодження ковпака або різьбових з’єднань;
5. розбризкування залишків оливи;
6. забруднення робочого місця;
7. підвищена небезпека травмування працівника.

Для усунення зазначених недоліків доцільно застосовувати спеціальне пристосування для розбирання масляного фільтра. Його призначення полягає у фіксації фільтра в зручному положенні, забезпеченні доступу до кріпильних елементів, зниженні фізичних зусиль працівника та підвищенні точності виконання операції [23, 24].

Застосування пристосування дозволяє стандартизувати операцію розбирання, скоротити допоміжний час, зменшити кількість випадкових пошкоджень деталей і покращити організацію робочого місця. Крім того, пристосування сприяє дотриманню вимог охорони праці, оскільки зменшує потребу в утриманні фільтра руками під час

прикладання зусилля [24].

З технологічної точки зору пристосування повинно відповідати таким вимогам:

1. забезпечувати надійну фіксацію масляного фільтра;
2. не пошкоджувати корпус і ковпаки фільтра;
3. мати просту та міцну конструкцію;
4. забезпечувати швидке встановлення і зняття деталі;
5. бути зручним для роботи одного працівника;
6. мати достатню жорсткість і стійкість;
7. відповідати вимогам безпеки праці.

Отже, удосконалення технології розбирання масляного фільтра за рахунок застосування спеціального пристосування є технічно обґрунтованим, оскільки дозволяє підвищити якість ремонту, знизити трудомісткість операцій і покращити умови праці.

Висновки, мета та задачі кваліфікаційної роботи

Проведений аналіз показує, що система мащення автотракторного двигуна є важливою системою, яка забезпечує зменшення тертя, охолодження деталей, очищення поверхонь від продуктів зношування та захист від корозії. Основними елементами, що визначають якість очищення моторної оливи, є масляний фільтр і фільтр відцентрового очищення [1, 6, 8].

У процесі експлуатації масляні фільтри працюють в умовах підвищеного тиску, температурних коливань, забруднення оливи, вібрацій і дії абразивних частинок. Це спричиняє поступове зношування деталей, засмічення фільтрувальних елементів, пошкодження ущільнень, погіршення роботи клапанів і зниження ефективності очищення оливи [14, 15].

Особливої уваги потребує технічний стан осі ротора відцентрового фільтра, оскільки її зношування негативно впливає на роботу ротора і якість очищення оливи. Відновлення такої деталі шляхом наплавлення, механічної обробки та шліфування є доцільним за умови забезпечення необхідної точності й економічної ефективності [18, 20, 21].

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності ремонту складових частин системи мащення автотракторних двигунів шляхом удосконалення технології розбирання масляного фільтра та розроблення пристосування для його безпечного й якісного розбирання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. проаналізувати призначення, будову та умови роботи системи мащення автотракторного двигуна;
2. визначити основні дефекти масляного та відцентрового фільтрів;
3. обґрунтувати необхідність удосконалення технології розбирання масляного фільтра;
4. розробити технологічний процес розбирання та дефектування складових частин системи мащення;
5. обґрунтувати спосіб відновлення зношених поверхонь осі ротора відцентрового фільтра;
6. розробити пристосування для розбирання масляного фільтра;
7. виконати інженерні розрахунки елементів пристосування;
8. розробити заходи з охорони праці під час виконання ремонтних робіт;
9. визначити техніко-економічну ефективність запропонованих рішень.

Таким чином, удосконалення технології ремонту складових частин системи мащення та застосування спеціального пристосування для розбирання масляного фільтра є актуальним напрямом підвищення якості ремонтного виробництва, зменшення витрат на обслуговування двигунів і продовження ресурсу автотракторної техніки.

2. ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Схема та технологічний процес розбирання масляного фільтра двигуна ЯМЗ-240

Розбирання масляного фільтра двигуна ЯМЗ-240 є важливим етапом технологічного процесу ремонту складових частин системи мащення автотракторних двигунів. Від правильності виконання цієї операції залежить якість подальшого очищення, дефектування, відновлення або заміни окремих деталей фільтра. Масляний фільтр працює в умовах постійного контакту з моторною оливою, механічними домішками, продуктами зношування, сажею та продуктами окиснення мастильного матеріалу, тому його своєчасне розбирання й обслуговування мають важливе значення для забезпечення ресурсу двигуна [1, 5, 8].

Схема розбирання масляного фільтра є технологічним документом, який визначає послідовність зняття деталей і складальних одиниць, а також допомагає раціонально організувати робоче місце ремонтника. У схемі відображаються основні переходи, напрям розбирання, порядок демонтажу ковпаків, фільтрувальних елементів, прокладок, стрижнів, клапанів та інших елементів конструкції [10, 11].

Масляний фільтр двигуна ЯМЗ-240 конструктивно складається з корпусу, двох ковпаків, фільтрувальних елементів, стрижнів кріплення, ущільнювальних прокладок, перепускного клапана, диференціального клапана та сигнального пристрою забруднення фільтрувальних елементів. У процесі роботи фільтр забезпечує очищення оливи перед її надходженням до головної масляної магістралі двигуна [8]. У разі забруднення фільтрувального елемента збільшується перепад тиску, що може призвести до відкриття перепускного клапана та надходження недостатньо очищеної оливи до вузлів тертя [14, 15].

Перед розбиранням масляного фільтра необхідно виконати підготовчі роботи. До них належать очищення зовнішньої поверхні фільтра від пилу, бруду та залишків оливи, підготовка інструменту, перевірка наявності ємності для зливу оливи, підготовка пристосування для фіксації фільтра та забезпечення робочого місця засобами індивідуального захисту [6, 9, 24].

Розбирання масляного фільтра доцільно виконувати у такій послідовності:

1. установити фільтр або його вузол на робоче місце;

2. очистити зовнішню поверхню корпусу та ковпаків;
3. підставити ємність для зливу залишків моторної оливи;
4. послабити болт або стрижень кріплення нижнього ковпака;
5. злити залишки оливи з внутрішньої порожнини фільтра;
6. повністю відкрутити кріпильний елемент нижнього ковпака;
7. зняти нижній ковпак у зборі з фільтрувальним елементом;
8. демонтувати фільтрувальний елемент із ковпака;
9. аналогічно зняти верхній ковпак і фільтрувальний елемент;
10. демонтувати ущільнювальні прокладки та перевірити їхній стан;
11. розібрати клапанні елементи фільтра за потреби;
12. промити деталі в дозволеній мийній рідині;
13. виконати дефектування деталей;
14. придатні деталі передати на складання, а зношені — на відновлення або заміну.

У процесі розбирання особливу увагу слід приділяти збереженню придатних деталей. Забороняється застосовувати надмірне ударне навантаження, використовувати несправний інструмент або затискати деталі способом, який може спричинити деформацію корпусу чи ковпака. Для зменшення ризику пошкодження деталей доцільно використовувати спеціальне пристосування, що забезпечує надійну фіксацію фільтра під час відкручування кріпильних елементів [23].

Застосування пристосування для розбирання масляного фільтра дозволяє підвищити якість виконання операції, скоротити допоміжний час, зменшити фізичне навантаження на працівника та забезпечити стабільне положення фільтра під час розбирання. Це особливо важливо у випадках, коли кріпильні елементи мають забруднення, корозійні нашарування або підвищений момент відкручування [10, 23].

Після демонтажу фільтрувальних елементів ковпаки, корпус і клапанні елементи необхідно ретельно промити. Для очищення деталей використовують спеціальні мийні рідини або дизельне паливо з подальшим видаленням залишків забруднення. Після промивання деталі висушують і перевіряють на наявність тріщин, вм’ятин, пошкодження різьби, зношування ущільнювальних поверхонь і порушення геометричної форми [7, 12].

Фільтрувальні елементи, як правило, не відновлюють, а замінюють новими. Ущільнювальні прокладки також підлягають заміні у разі втрати еластичності,

наявності тріщин, деформацій або слідів підтікання оливи. Клапанні елементи перевіряють на легкість переміщення, герметичність посадки та відсутність задирок на робочих поверхнях [8, 9].

Загальна технологічна схема розбирання масляного фільтра може бути подана у вигляді послідовності операцій (рис.2.1 та рис. 2.2):

Масляний фільтр у зборі → очищення зовнішньої поверхні → злив залишків оливи → зняття нижнього ковпака → демонтаж нижнього фільтрувального елемента → зняття верхнього ковпака → демонтаж верхнього фільтрувального елемента → демонтаж прокладок → контроль клапанів → промивання деталей → дефектування → сортування деталей.

Така послідовність забезпечує раціональне виконання робіт, знижує ризик втрати дрібних деталей і дозволяє якісно підготувати елементи фільтра до наступних ремонтних операцій [1, 10, 12].

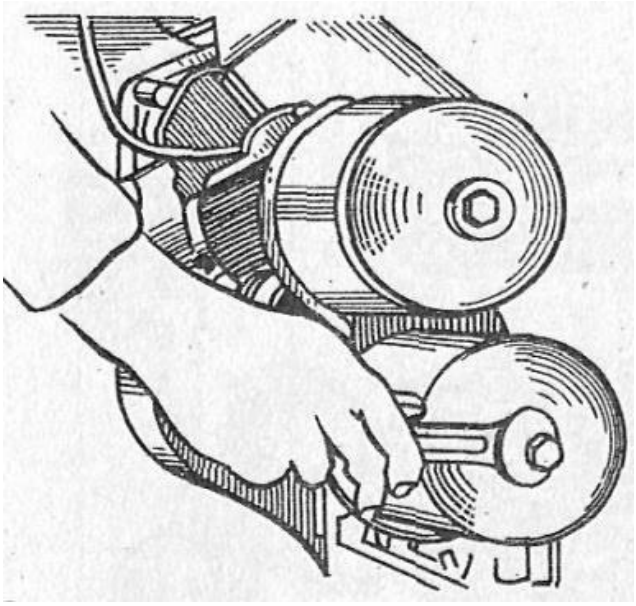


Рисунок 2.1 – Операція відвертання болта кріплення ковпака масляного фільтра

1. Викрутити болт кріплення нижнього ковпака фільтра, після чого зняти ковпак у зборі з фільтрувальним елементом.

2. Демонтувати фільтрувальний елемент із ковпака відповідно до рисунка 2.2.

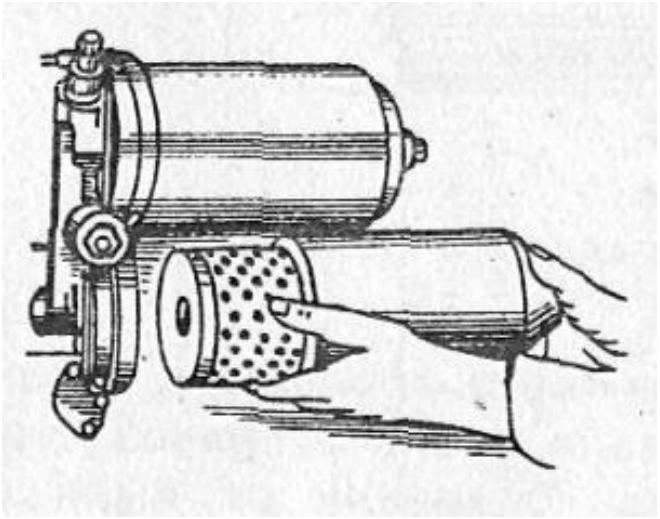


Рисунок 2.2 – Виймання фільтрувального елемента

2.1.1 Технічні вимоги до розбирання масляного фільтра

Під час розбирання масляного фільтра необхідно дотримуватися таких технічних вимог:

1. розбирання виконувати лише на чистому та підготовленому робочому місці;
2. перед початком роботи злити залишки моторної оливи;
3. застосовувати лише справний інструмент відповідного типорозміру;
4. не допускати пошкодження корпусу, ковпаків і різьбових з’єднань;
5. не використовувати надмірні ударні навантаження;
6. фільтрувальні елементи після демонтажу підлягають заміні або контролю відповідно до технічних вимог;
7. ущільнювальні прокладки перевіряти на еластичність, тріщини та деформації;
8. клапани перевіряти на вільне переміщення й відсутність пошкоджень робочих поверхонь;
9. усі деталі після розбирання промити та просушити;
10. за результатами дефектування деталі розподілити на придатні, такі, що потребують відновлення, та непридатні.

Дотримання зазначених вимог дозволяє підвищити якість ремонту, запобігти повторному забрудненню системи мащення та забезпечити надійну роботу фільтра після складання [6, 8, 9].

2.2 Карта поєднання дефектів за маршрутами

Карта поєднання дефектів за маршрутами є важливим технологічним документом, який використовується для вибору раціонального способу ремонту деталі залежно від

характеру та поєднання виявлених пошкоджень. Така карта дозволяє систематизувати результати дефектування, скоротити час прийняття рішення щодо подальшого ремонту та забезпечити єдиний підхід до відновлення деталей [1, 7, 12].

У даній роботі карта поєднання дефектів складається для осі ротора відцентрового фільтра двигуна ЯМЗ-240. Ця деталь працює в умовах обертального руху ротора, контакту з моторною оливою, дії механічних домішок і змінних навантажень. Основними дефектами осі ротора є зношування напрямних шийок та вигин осі, що призводить до порушення співвісності, появи биття, погіршення роботи втулок і зниження ефективності очищення оливи [8, 13, 18].

Під час дефектування осі ротора необхідно визначити:

1. фактичний діаметр напрямних шийок;
2. наявність зношування, рисок, задирок або корозійних пошкоджень;
3. величину биття осі;
4. стан різьбових ділянок;
5. наявність тріщин або інших механічних пошкоджень;
6. можливість відновлення деталі обраним способом.

Зношування напрямних шийок визначають за допомогою мікрометра або іншого точного вимірювального інструменту. Вигин осі контролюють за величиною радіального биття при встановленні деталі в центрах або на призмах з використанням індикатора годинникового типу [10, 11]. Якщо величина зношування або биття перевищує допустимі межі, деталь підлягає відновленню або вибракуванню.

Для осі ротора відцентрового фільтра доцільно виділити такі основні дефекти:

Дефект 1 — зношування напрямних шийок осі ротора. Цей дефект виникає внаслідок тривалої роботи деталі у спряженні з втулками, потрапляння в оливу абразивних частинок, недостатнього очищення мастильного матеріалу або порушення нормального режиму роботи фільтра. Зношування призводить до збільшення зазору в спряженні, появи перекосу ротора та зниження ефективності відцентрового очищення [14, 15].

Дефект 2 — вигин осі ротора. Вигин може бути наслідком неправильного демонтажу, ударного навантаження, перекосу під час складання, порушення умов експлуатації або заклинювання ротора. Наявність вигину викликає радіальне биття, вібрації та нерівномірне навантаження на втулки [12, 18].

Залежно від поєднання дефектів обирають відповідний маршрут ремонту. Маршрут

ремонту повинен забезпечувати усунення всіх виявлених дефектів з мінімальними витратами часу, матеріалів і коштів [21, 22].

Таблиця 2.1 — Карта поєднання дефектів осі ротора відцентрового фільтра за маршрутами ремонту

№ дефекту	Найменування дефекту	Спосіб виявлення	Маршрут I	Маршрут II	Маршрут III
1	Зношування напрямних шийок осі ротора до розміру менше допустимого	Вимірювання мікрометром	+	-	+
2	Вигин осі ротора, радіальне биття більше допустимого значення	Контроль індикатором	+	+	-
3	Риски, задирки або незначні пошкодження робочої поверхні	Візуальний контроль, вимірювання шорсткості	+	-	+
4	Пошкодження різьбової частини	Візуальний контроль, перевірка калібром	-	+	-

Маршрут I застосовують у випадку, коли вісь ротора має комплексні пошкодження: зношування напрямних шийок, незначне биття та пошкодження робочих поверхонь. У такому випадку передбачається правка осі, наплавлення зношених поверхонь, токарна обробка, термічне зміцнення і шліфування [7, 20].

Маршрут II доцільно застосовувати тоді, коли основним дефектом є вигин осі або пошкодження різьбової частини без суттєвого зношування напрямних шийок. У цьому випадку виконують правку, контроль биття, відновлення різьби або заміну деталі у разі недоцільності ремонту [10, 12].

Маршрут III застосовують у разі зношування напрямних шийок без значного вигину осі. Основними операціями є наплавлення зношених поверхонь, токарна обробка,

шліфування та остаточний контроль розмірів [18, 20].

Карта поєднання дефектів дає змогу обґрунтовано вибрати маршрут ремонту та уникнути зайвих операцій. Це позитивно впливає на трудомісткість ремонту, собівартість відновлення та якість готової деталі [21, 22].

2.3 Обґрунтування технологічного процесу відновлення деталі

Відновлення осі ротора відцентрового фільтра є доцільним у тих випадках, коли зношування робочих поверхонь не супроводжується критичними тріщинами, глибокими деформаціями або руйнуванням основного металу. Основним завданням технологічного процесу є відновлення геометричних розмірів напрямних шийок, забезпечення необхідної точності, шорсткості та зносостійкості поверхонь [1, 7, 12].

Під час вибору способу відновлення необхідно враховувати:

1. матеріал деталі;
2. характер і величину зношування;
3. умови роботи відновленої поверхні;
4. вимоги до точності та шорсткості;
5. наявність необхідного обладнання;
6. трудомісткість процесу;
7. собівартість відновлення;
8. очікуваний ресурс деталі після ремонту.

Вісь ротора відцентрового фільтра виготовляється зі сталі, яка має достатню міцність, оброблюваність і здатність до відновлення наплавленням. У процесі експлуатації найбільш інтенсивно зношуються напрямні шийки, які працюють у спряженні з втулками. Для відновлення таких поверхонь раціонально застосовувати наплавлення з подальшою механічною обробкою [18, 20].

Наплавлення дозволяє компенсувати втрату металу на зношених поверхнях і створити припуск для подальшої токарної та шліфувальної обробки. Після наплавлення поверхня має нерівномірну геометрію, тому її необхідно обробити різанням до заданого розміру. Остаточне шліфування забезпечує потрібну точність, форму, чистоту поверхні та якість спряження з втулками [7, 19, 20].

Для відновлення осі ротора можуть бути розглянуті такі варіанти технологічного процесу:

Перший варіант: очищення деталі → дефектування → правка за потреби →

наплавлення зношених напрямних шийок у середовищі вуглекислого газу → токарна обробка → термічне зміцнення → шліфування → контроль якості.

Другий варіант: очищення деталі → дефектування → механічна обробка під ремонтний розмір → виготовлення або підбір втулок ремонтного розміру → складання → контроль.

Третій варіант: очищення деталі → дефектування → заміна деталі новою.

Порівняння наведених варіантів показує, що перший варіант є найбільш раціональним для умов ремонтної майстерні. Він дозволяє відновити номінальні або близькі до номінальних розміри напрямних шийок, забезпечити необхідну якість поверхні та зберегти придатну деталь у роботі. Другий варіант потребує додаткового виготовлення втулок ремонтного розміру, що ускладнює ремонт і може бути менш зручним для серійного застосування. Третій варіант — заміна деталі новою — є найпростішим, але економічно менш вигідним, якщо відновлення забезпечує необхідний ресурс [21, 22].

З урахуванням технічних і економічних показників для відновлення осі ротора відцентрового фільтра приймаємо технологічний процес, який включає:

1. очищення деталі;
2. дефектування;
3. контроль розмірів напрямних шийок;
4. контроль биття осі;
5. правку осі за потреби;
6. наплавлення зношених поверхонь;
7. токарну обробку наплавленого шару;
8. термічне зміцнення робочих поверхонь;
9. остаточне шліфування;
10. контроль розмірів і якості поверхні;
11. підготовку деталі до складання.

Обраний технологічний процес забезпечує комплексне усунення основних дефектів осі ротора. Наплавлення відновлює втрачений метал, токарна обробка формує необхідну геометрію, термічне зміцнення підвищує зносостійкість, а шліфування забезпечує точність і чистоту поверхні [19, 20].

Суттєвою перевагою такого процесу є можливість використання поширеного ремонтного обладнання: наплавлювальної установки, токарного верстата, обладнання для

термічного зміцнення та круглошліфувального верстата. Це робить технологію придатною для умов ремонтних майстерень сільськогосподарських підприємств і спеціалізованих ремонтних дільниць [3, 7].

Технологічний маршрут відновлення осі ротора можна подати у вигляді такої послідовності:

Очищення → дефектування → контроль биття → правка за потреби → наплавлення → токарна обробка → термічне зміцнення → шліфування → остаточний контроль → складання.

Після виконання відновлювальних операцій деталь повинна відповідати технічним вимогам щодо діаметра напрямних шийок, відхилення форми, шорсткості поверхні та величини радіального биття. Остаточний контроль є обов'язковим, оскільки від якості відновлення осі ротора залежить стабільність роботи відцентрового фільтра і ефективність очищення моторної оливи [8, 13, 18].

Таким чином, запропонований технологічний процес відновлення осі ротора відцентрового фільтра є технічно обґрунтованим, оскільки забезпечує відновлення працездатності деталі, підвищення її ресурсу та збереження функціональної надійності системи мащення автотракторного двигуна. Крім того, він є економічно доцільним, оскільки вартість відновлення деталі є нижчою за вартість придбання нової [21, 22].

2.4 План операції відновлення деталі

Таблиця 2.2 – План операцій з відновлення осі ротора відцентрового фільтра

№ операції	Найменування операції. Спосіб встановлення. Обладнання, пристрій, інструмент	№ переходу	Зміст переходу
1	2	3	4
005	Наплавна Встановлення на оправлення Встановлення УД-209 Перетворювач ВДУ-506 Балон із CO_2 40-150 ГОСТ 949-73 Оправлення та шаблони цехові	1 2	Встановити деталь на оправлення, закріпити Наплавити зовнішню поверхня дротом 1,6 Нп-30 ХГСА ГОСТ 10543-75
010	Токарна Патрон 7100-0008 ГОСТ 2675-80 Токарний верстат 1К-62 Різець прохідний 2100-0029	1 2	Встановити деталь у патрон, закріпити Точити наплавлені

	Т15К6 ГОСТ 18878-73		поверхні
015	Гартувальна Піч ТВЧ	1	Загартування деталі
020	Шліфувальна Патрон 7100-0008 ГОСТ 2675-80 Верстат круглошліфувальний 3Б12 Коло шліфувальне Ø 60	1 2	Встановити деталь у патрон, закріпити Шліфувати зовнішню поверхню

Найменування деталі: вісь ротора відцентрового фільтра

Позначення за каталогом: 236-1017031

Матеріал деталі: сталь 45, ДСТУ 7809:2015

Маса: 0,735 кг

Виявлений дефект: зношення напрямних шийок осі ротора

2.5 Вибір режимів обробки та нормування операцій [1, 6–17]

При відновленні дефекту 1 необхідно обґрунтувати основні параметри режиму наплавлення. Середню товщину наплавленого шару приймаємо 1,6 мм. Виходячи з прийнятого значення, далі виконуємо розрахунок сили струму, потрібної для забезпечення заданих умов наплавлення:

$$\mathrm{I} = \mathrm{a}F_{\mathrm{e}} \tag{2.1}$$

F_{e} – площа поперечного перерізу електродного дроту, що використовується при наплавленні.

$$F_{\mathrm{e}} = \frac{\pi d_{\mathrm{e}}^2}{4} \tag{2.2}$$

$$F_{\mathrm{e}} = \frac{3{,}14 \cdot 1{,}6^2}{4} = 2{,}01 \text{ мм}$$

$\mathrm{a} = 100$ А/мм – щільність струму

$$I = 100 \cdot 2{,}01 = 201 \text{ А}$$

Далі визначаємо швидкість подачі електродного дроту, необхідну для забезпечення заданого режиму наплавлення:

$$V_{\mathrm{e}} = \frac{d_u \cdot l}{d_{\mathrm{e}}^2 \cdot \gamma_e} \tag{2.3}$$

де d_u — коефіцієнт наплавлення, який характеризує кількість металу, що наплавляється; для розрахунку приймаємо $d_u = 14{,}5$;

γ_e — густина матеріалу електродного дроту.

$$V_{\mathrm{e}} = \frac{14{,}5 \cdot 201}{1{,}6^2 \cdot 7{,}8} = 46 \text{ м/год}=0{,}77 \text{ м/хв}$$

Далі визначаємо швидкість наплавлення, яка забезпечує необхідний режим відновлення поверхні:

$$V_{\text{н}} = \frac{0{,}785 \cdot d_{\text{е}}^2 \cdot V_{\text{е}} \cdot \text{Ка}_{\text{р}}}{h \cdot S} \tag{2.4}$$

де h — товщина шару металу, який наноситься в процесі наплавлення;

S — крок наплавлення, що характеризує переміщення наплавлювального інструмента за один оберт або прохід;

K — коефіцієнт переходу електродного металу на поверхню, що наплавляється;

$\text{а}_{\text{р}}$ — коефіцієнт, який враховує теплові параметри формування наплавленого шару.

$$V_{\text{н}} = \frac{0{,}785 \cdot 1{,}6^2 \cdot 46 \cdot 0{,}86 \cdot 0{,}92}{6 \cdot 2{,}56} = 37{,}8 \text{ м/год}=0{,}63 \text{ м/сек}$$

Далі визначаємо величину вильоту електрода, необхідну для забезпечення стабільного процесу наплавлення:

$$l = (8 \dots 10) d_e \tag{2.5}$$

$$l = 9 \cdot 1{,}6 = 14{,}4 \text{ мм}$$

Для виконання наплавлення витрату CO_2 приймаємо 10 л/хв. Довжина поверхні, що відновлюється наплавленням, становить 50 мм. На підставі прийнятих параметрів визначаємо норму часу на наплавлення при усуненні дефекту 1. Допоміжний час на виконання операції становить 0,8 хв:

$$\text{Т}_{\text{о}} = \frac{L \cdot i}{h \cdot S} \tag{2.6}$$

$$\text{Т}_{\text{о}} = \frac{50 \cdot 1}{2 \cdot 2} = 12{,}5 \text{ хв}$$

Операційний час:

$$\text{Т}_{\text{оп}} = \text{Т}_{\text{о}} + \text{Т}_{\text{в}} \tag{2.7}$$

$$\text{Т}_{\text{оп}} = 12{,}5 + 0{,}8 = 13{,}3 \text{ хв}$$

Додатковий час:

$$\text{Т}_{\text{дод}} = 0{,}15 \text{Т}_{\text{оп}} \tag{2.8}$$

$$\text{Т}_{\text{дод}} = 0{,}15 \cdot 13{,}3 = 2 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час на операцію наплавлення в середовищі вуглекислого газу:$\text{Т}_{\text{пз}} = 16$ хв.

Для розрахунку норми часу приймаємо розмір партії оброблюваних деталей $n = 50$ шт. Тоді норма часу на виконання операції становитиме:

$$\text{Т}_{\text{п}} = \text{Т}_{\text{оп}} + \text{Т}_{\text{в}} + \text{Т}_{\text{дод}} + \frac{\text{Т}_{\text{пз}}}{50} \tag{2.9}$$

$$\text{Т}_\text{п} = 13{,}3 + 0{,}8 + 2 + \frac{16}{50} = 16{,}42 \text{ хв}$$

Вибір режимів наплавлення при відновленні дефекту 2:

$$\text{I} = 130 \text{ А}; U = 15 - 20 \text{ В}; V_n = 0{,}98; V_\text{н} = 1{,}2 \text{ м/хв}$$

При виконанні наплавлення виліт електрода приймаємо рівним 12 мм. Для токарної обробки відновленої поверхні обираємо такі режими різання: глибина різання становить 1 мм, а подача — 0,15 мм/об. Далі визначаємо швидкість різання, необхідну для виконання операції точіння:

$$V = \frac{C}{t^x \cdot S^y \cdot T^m} \tag{2.10}$$

$$V = \frac{41{,}7}{1^{0{,}18} \cdot 0{,}15^{0{,}27} \cdot 60^{0{,}25}} = 24 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання шпинделя визначаємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi Д} \tag{2.11}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 24}{3{,}14 \cdot 20} = 380 \text{ об/хв}$$

Оперативний час на виконання даної операції визначаємо розрахунковою формулою 2.7:

де $\text{Т}_\text{о}$ — основний технологічний час, необхідний для виконання токарної обробки деталі.

$$\text{Т}_\text{о} = \frac{L}{n \cdot S} i \tag{2.12}$$

Основний технологічний час на виконання шліфувальної операції:

$$\text{Т}_\text{о} = \frac{L \cdot i}{n_д \cdot S} K \tag{2.13}$$

де $L = 70$ мм — величина поздовжнього переміщення стола під час шліфування;

$i = 1$ — число проходів, необхідних для виконання обробки;

$L = 60$ мм — розрахункова довжина оброблюваної ділянки в напрямку подачі.

$$\text{Т}_\text{о} = \frac{60}{380 \cdot 0{,}15} 1 = 1{,}1 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання даної операції становить $\text{Т}_\text{в} = 0{,}35$ хв.

$$\text{Т}_\text{оп} = 1{,}1 + 0{,}35 = 1{,}45 \text{ хв}$$

Для виконання шліфувальної операції встановлюємо такі режими різання: глибина обробки становить 0,010 мм, число проходів приймаємо $i = 5$, а поздовжню подачу визначаємо як $S = 0{,}3\text{Вн}$, де $\text{В}_\text{н} = 60$ мм — ширина шліфувального круга.

$$S = 0{,}3 \cdot 60 = 18 \text{ мм/об}$$

Для шліфувальної обробки окружну швидкість деталі приймаємо рівною 4 м/хв. На основі цього параметра далі виконуємо визначення частоти обертання деталі:

$$n_{\text{д}} = \frac{1000V_{\text{д}}}{\pi Д} \quad (2.14)$$

$$n_{\text{д}} = \frac{1000 \cdot 4}{3{,}14 \cdot 20} = 64 \text{ об/хв}$$

Визначаємо швидкість поздовжнього переміщення стола під час шліфування:

$$V_{\text{ст}} = \frac{S \cdot n_{\text{д}}}{1000} \quad (2.15)$$

$$V_{\text{ст}} = \frac{18 \cdot 64}{1000} = 1{,}15 \text{ м/хв}$$

де K — коефіцієнт, що враховує точність обробки; у розрахунку приймаємо $K = 1{,}4$.

$$\text{T}_{\text{о}} = \frac{70 \cdot 5}{64 \cdot 18} 1{,}4 = 0{,}5 \text{ хв}$$

2.6 Ремонтне креслення деталі

Нормативно-технічна документація на ремонт обов'язково включає ремонтне креслення деталі, яке містить усі необхідні відомості технологічного характеру, потрібні для її відновлення.

Для розроблення такого креслення необхідно використовувати певний комплект вихідних матеріалів, до якого входять: робоче креслення деталі або креслення, виконане за натурними вимірюваннями; чинні технічні вимоги на ремонт машини; а також дані про характер і повторюваність дефектів, отримані в процесі дефектування.

Оформлення ремонтних креслень здійснюється відповідно до вимог ДСТУ 2604-2005 та інших чинних стандартів. Позначення ремонтного креслення формується шляхом додавання до основного позначення літери Р**.** Якщо передбачено декілька категорійних ремонтних розмірів, позначення записують дробом із відповідними індексами категорій.

У кваліфікаційній роботі ремонтне креслення доцільно виконувати на аркуші формату А1, а за необхідності — на форматі А2. Кількість зображень, розрізів, перерізів та додаткових видів визначають так, щоб забезпечити достатню наочність і повноту інформації для виконання ремонтних операцій.

2.6.1 Технологічний процес відновлення деталі вісі ротора відцентрового фільтра (комплект документів)

На підставі обраного способу відновлення деталі, складених планів операцій, визначених режимів виконання робіт, розрахованих норм часу та розробленого

ремонтного креслення в кваліфікаційній роботі передбачається створення комплекту документів для одиничного маршрутно-операційного технологічного процесу відновлення деталі. Оформлення цієї документації виконується відповідно до методичних рекомендацій, наведених у джерелі [1], а також згідно з вимогами ОСТ 70.0009.005-85.

Для підготовки технологічної документації доцільно використовувати сучасні CAPP-системи автоматизованого планування виробництва, що дають змогу підвищити точність, повноту та зручність розроблення технологічних процесів.

2.7 Призначення та будова технологічного оснащення для випресування втулок при розбиранні

Основна частка трудомісткості розбірно-складальних робіт при ремонті машин припадає на розбирання складальних одиниць, у яких деталі з’єднані посадками з натягом. Реальні зусилля, що виникають під час розпресування таких з’єднань, часто перевищують розрахункові значення, особливо якщо з’єднання тривалий час перебували під дією корозії.

Механічний спосіб розбирання передбачає прикладання зусилля до охоплюваної деталі, унаслідок чого вона випресовується з охоплюючої деталі. Цей процес є зворотним до запресовування. При цьому зусилля розпресування зазвичай на 10–15 % більше, ніж зусилля запресовування.

Пристрій, що розробляється, призначений для випресовування втулок під час розбирання. Для роботи пристосування його встановлюють таким чином, щоб робочий елемент упирався безпосередньо у втулку, після чого прикладеним зусиллям забезпечують її поступове переміщення у напрямку виходу з посадочного місця.

2.7.1 Визначення величини діючих сил

Втулка має внутрішній діаметр 50 мм при товщині стінки 2,5 мм.

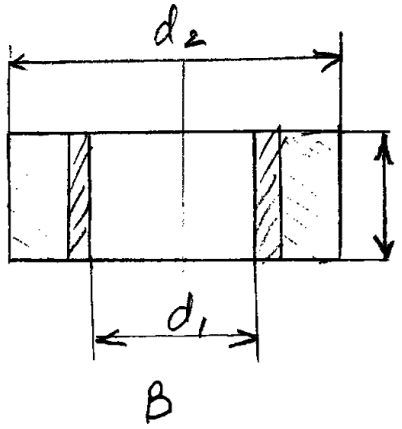


Рисунок 2.4 – Конструктивна схема пристрою для випресування втулок

У разі використання механічного способу розбирання з’єднань з натягом головною розрахунковою величиною є зусилля, яке розвиває прес або знімач під час виконання операції. Це зусилля називають зусиллям розпресування $P_{\text{розп}}$, і його визначають за залежністю [18–20]:

$$P_{\text{розп}} = \frac{\pi \cdot l \cdot \delta \cdot f_{\text{розп}}}{(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2})} \tag{2.16}$$

де $f_{\text{розп}}$ — коефіцієнт тертя в посадці з натягом при виконанні розпресування;

δ — розрахунковий натяг з’єднання.

Величину натягу встановлюють у процесі проєктування машини, виходячи з умов роботи з’єднання, діючих навантажень, конструктивних розмірів та фізико-механічних властивостей матеріалів сполучуваних деталей.

Тоді розрахунковий натяг визначається за залежністю:

$$\delta = p \cdot d(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}) \tag{2.17}$$

де p — питомий контактний тиск у зоні спряження;

d — діаметр посадкової поверхні з’єднання;

C_1, C_2 — коефіцієнти Ляме, що враховують геометричні особливості спряжених деталей;

E_1, E_2 — модулі пружності матеріалів внутрішньої та зовнішньої деталей відповідно.

Величину контактного тиску визначають виходячи з діючих зовнішніх навантажень:

$$p = \frac{K}{\pi \cdot d \cdot l \cdot f} \sqrt{P_{\text{ос}}^2 + (\frac{2M_{\text{кр}}}{d})^2} \tag{2.18}$$

де K — коефіцієнт запасу міцності, який у розрахунках приймають у межах від 1,5 до 2,5;

f — коефіцієнт тертя між поверхнями спряжених деталей;

$P_{\text{ос}}$ — найбільша осьова сила, що сприймається вузлом;

Mкр — максимальний крутний момент, який передається з’єднанням;

l — робоча довжина з’єднання.

Коефіцієнти C_1 та C_2, що враховують геометричні параметри деталей, обчислюють за наведеними нижче залежностями:

$$C_1 = \frac{1+\chi_1^2}{1-\chi_1^2} - \mu_1; \quad C_2 = \frac{1+\chi_2^2}{1-\chi_2^2} + \mu_2 \tag{2.19}$$

де χ_1 і χ_2 — коефіцієнти, що характеризують умови роботи тонкостінних елементів з'єднання;

d_1 — внутрішній діаметр охоплюваної деталі;

d_2 — зовнішній діаметр охоплюючої деталі;

μ_1, μ_2 — коефіцієнти Пуассона матеріалів внутрішньої та зовнішньої деталей відповідно.

Якщо внутрішня деталь має конструкцію суцільного вала, то значення коефіцієнта χ_1 приймають рівним нулю.

У результаті розрахунку встановлено, що необхідне зусилля розпресування дорівнює 437 Н**.** З урахуванням запасу надійності для подальших конструктивних розрахунків і вибору елементів пристрою приймаємо зусилля розпресування 550 Н.

2.8 Інженерний розрахунок елементів конструкції технологічного оснащення

Якщо для виконання операції використовується наявна конструкція знімача, її слід перевірити розрахунком на зусилля Q, що створюється під час роботи. Розрахункове значення цього зусилля визначають за наведеною залежністю [18–20]:

$$Q = \frac{P \cdot L}{r tg(\alpha + \varphi)} \tag{2.20}$$

де P — сила, прикладена робітником до рукоятки, Н;

L — довжина плеча рукоятки, м;

r — середній радіус різьби силового гвинта, м;

α — кут підйому гвинтової лінії, або кут підйому різьби на середньому діаметрі, град;

φ — кут тертя в різьбовій парі, град.

Фіксація оброблюваних деталей у пристроях за допомогою гвинтових затискачів виконується із застосуванням ключів, рукояток, гайок або спеціальних гайок-головок, установлених на кінці гвинта. Для виготовлення затискних гвинтів і гайок зазвичай використовують сталі 35 і 45 з твердістю 30–35 HRC та різьбою третього класу точності.

Розрахунок гвинтового затискного механізму проводять послідовно, починаючи з визначення номінального діаметра гвинта за відповідною залежністю:

$$d = C\sqrt{\frac{Q}{\delta}} \tag{2.21}$$

де $C = 1{,}4$ — коефіцієнт, що враховується для основної метричної різьби;

Q — сила затиску заготовки, Н;

δ — допустиме напруження розтягу або стиску матеріалу гвинта. Для гвинтів зі сталі 45, з урахуванням можливого спрацювання різьбової поверхні, його значення приймають у межах 80–100 МПа.

Розрахований діаметр гвинта округлюють до найближчого більшого стандартного значення. У затискних пристроях зазвичай застосовують метричні різьби від М8 до М42. За результатами вибору приймаємо різьбу М10.

Момент, який має створюватися на рукоятці або маховику для забезпечення необхідної сили затиску Q, для гвинта з плоским торцем визначається за формулою:

$$\text{М} = 0{,}1 \cdot d \cdot Q + \frac{f \cdot Q \cdot D_H}{3} \qquad (2.22)$$

де f — коефіцієнт тертя в затискному механізмі.

Для ручних затискних пристроїв сила, яку прикладають до рукоятки, повинна бути не більшою за 150 Н, що забезпечує зручність і безпечність експлуатації.

Використання запропонованого пристосування сприяє підвищенню продуктивності праці, поліпшенню умов виконання ремонтних операцій і зниженню трудомісткості процесу.

Креслення пристосування та специфікація до нього подані в графічній частині кваліфікаційної роботи.

У позначенні $f = 15$ схоже є описка. Для коефіцієнта тертя зазвичай записують десяткове значення, наприклад 0,15.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Загальні положення

Охорона праці під час ремонту складових частин системи мащення автотракторних двигунів є важливою складовою організації ремонтного виробництва, оскільки роботи пов’язані з розбиранням вузлів, очищенням деталей від залишків моторної оливи, застосуванням слюсарного інструменту, пристосувань, мийних речовин, стисненого повітря та вантажопідіймальних засобів. Особливу увагу необхідно приділяти операціям з розбирання масляного фільтра, оскільки під час їх виконання можливі порізи рук, защемлення пальців, розбризкування забрудненої оливи, контакт шкіри з нафтопродуктами, а також травмування внаслідок неправильного закріплення вузла в пристосуванні.

Вимоги безпеки під час технічного обслуговування та ремонту автомобільної техніки регламентуються Правилами охорони праці на автомобільному транспорті, затвердженими наказом МНС України від 09.07.2012 № 964, які є чинними та поширюються на підприємства, що виконують роботи на автомобільному транспорті . Під час ремонту автотракторних двигунів також доцільно враховувати вимоги безпеки під час технічного обслуговування і ремонту машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, оскільки автотракторна техніка експлуатується в умовах аграрного виробництва .

Метою розділу є розроблення комплексу організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і протипожежних заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці під час ремонту системи мащення автотракторних двигунів та використання пристосування для розбирання масляного фільтра.

3.2 Характеристика робочого місця та виробничого процесу

Ремонт складових частин системи мащення автотракторних двигунів виконується на спеціалізованому слюсарно-механічному або ремонтному посту. До основних операцій належать:

1. зовнішнє очищення вузлів системи мащення від забруднень;
2. злив залишків моторної оливи з фільтра та маслопроводів;
3. демонтаж масляного фільтра з двигуна;
4. установлення фільтра в пристосування для розбирання;
5. фіксація корпусу фільтра;

6. розбирання фільтра на складові частини;

7. дефектування корпусу, кришки, фільтрувального елемента, клапанів, ущільнень;

8. промивання деталей;

9. заміна несправних елементів;

10. складання, перевірка герметичності та підготовка вузла до повторного встановлення.

Робоче місце повинно бути обладнане верстаком, лещатами або спеціальним пристосуванням, комплектом слюсарного інструменту, ємністю для збирання відпрацьованої оливи, піддоном для забруднених деталей, шафою для інструменту, засобами місцевого освітлення та вентиляцією. Поверхня верстака має бути рівною, міцною, стійкою до дії нафтопродуктів і зручною для очищення.

Залишки моторної оливи, забруднені ганчірки, використані фільтрувальні елементи та промивні рідини необхідно збирати в окремі промарковані ємності. Забороняється зливати відпрацьовану оливу в каналізацію, ґрунт або відкриті водойми, оскільки це створює небезпеку забруднення довкілля та підвищує пожежну небезпеку робочої зони.

3.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Під час ремонту системи мащення автотракторних двигунів на працівника можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1. Механічні фактори:

можливе защемлення пальців під час закріплення масляного фільтра в пристосуванні, травмування рук гострими кромками корпусу, пошкодження шкіри під час роботи з ключами, знімачами, викрутками та іншими інструментами. Небезпека також виникає при зриві інструменту з гайки або при недостатній фіксації фільтра.

2. Хімічні фактори:

контакт із моторною оливою, залишками продуктів зношування, паливом, мийними засобами та промивними рідинами може спричинити подразнення шкіри, забруднення спецодягу, погіршення санітарного стану робочого місця. Особливо небезпечним є тривалий контакт шкіри з відпрацьованою оливою, у якій можуть міститися металеві частинки, сажа та продукти окиснення.

3. Фізичні фактори:

до них належать шум від роботи компресорів, мийних установок, вентиляційного

обладнання, недостатня освітленість, незадовільний мікроклімат, підвищена вологість або забрудненість повітря робочої зони. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень визначають мікроклімат як поєднання температури, вологості, швидкості руху повітря, температури поверхонь та теплового випромінювання, що впливають на тепловий обмін працівника . Виробничий шум нормується відповідно до ДСН 3.3.6.037-99, які встановлюють класифікацію шуму, методи його гігієнічної оцінки та допустимі величини.

4. Пожежонебезпечні фактори:

моторна олива, паливо, промивні рідини, забруднене ганчір'я та пил можуть стати джерелом займання за наявності відкритого вогню, іскор або несправного електрообладнання. Тому робоче місце повинно бути забезпечене первинними засобами пожежогасіння, а зберігання легкозаймистих матеріалів має здійснюватися згідно з вимогами пожежної безпеки.

5. Ергономічні фактори:

незручна робоча поза, надмірне фізичне зусилля під час розбирання фільтра, неправильне розміщення інструменту та деталей можуть призвести до швидкої втоми працівника, зниження точності виконання операцій і підвищення ризику травмування.

3.4 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком ремонту складових частин системи мащення працівник повинен пройти інструктаж з охорони праці, перевірити справність інструменту, пристосування для розбирання масляного фільтра, освітлення, вентиляції та засобів індивідуального захисту.

Перед виконанням роботи необхідно:

1. одягнути спецодяг, захисні рукавиці та, за потреби, захисні окуляри;
2. перевірити справність верстака, лещат, пристосування та кріпильних елементів;
3. переконатися у відсутності тріщин, деформацій і пошкоджень на елементах пристосування;
4. підготувати ємність для зливу залишків оливи;
5. прибрати з робочої зони сторонні предмети;
6. перевірити наявність справного інструменту потрібного типорозміру;
7. переконатися, що підлога суха, не забруднена оливою та не має предметів, які можуть спричинити падіння;

8. перевірити наявність первинних засобів пожежогасіння.

Забороняється розпочинати роботу за несправного пристосування, пошкодженого інструменту, недостатнього освітлення, відсутності засобів захисту або забруднення робочої зони оливою.

3.5 Вимоги безпеки під час використання пристосування для розбирання масляного фільтра

Розроблене пристосування призначене для надійної фіксації масляного фільтра під час його розбирання. Його застосування дозволяє зменшити фізичне навантаження на працівника, підвищити точність виконання операцій, запобігти прокручуванню корпусу фільтра та знизити ризик травмування рук.

Перед установленням фільтра у пристосування необхідно злити залишки оливи в спеціальну ємність. Після цього корпус фільтра очищають від зовнішніх забруднень, щоб забезпечити надійне закріплення. Фільтр установлюють у робочу зону пристосування так, щоб він не перекошувався і щільно прилягав до опорних поверхонь. Затискання необхідно виконувати плавно, без ударів і надмірного зусилля.

Під час роботи з пристосуванням забороняється:

1. утримувати фільтр руками під час прикладання основного зусилля;
2. використовувати подовжувачі ключів, не передбачені технологією;
3. наносити удари молотком по корпусу пристосування або фільтра;
4. працювати з фільтром, який не зафіксований належним чином;
5. виконувати розбирання без захисних рукавиць;
6. залишати інструмент на краю верстака;
7. застосовувати пристосування не за призначенням;
8. працювати при наявності тріщин, люфтів або деформацій у конструкції пристосування.

Для зменшення травмонебезпеки всі гострі кромки пристосування повинні бути заокруглені або зачищені. Рукоятки затискних елементів мають бути зручними для захоплення, не мати задирок і забезпечувати передачу зусилля без ковзання руки. Рухомі частини повинні працювати плавно, без заїдань.

Особливу увагу необхідно приділяти запобіганню розбризкуванню залишків оливи. Для цього під фільтром слід установлювати піддон, а працівник повинен використовувати захисні окуляри при відкручуванні елементів, у яких може залишатися тиск або рідина.

3.6 Вимоги до інструменту та обладнання

Слюсарний інструмент, який використовується під час ремонту системи мащення, повинен бути справним, чистим і відповідати розмірам кріпильних елементів. Гайкові ключі не повинні мати зношених губок, тріщин або деформацій. Рукоятки викруток, знімачів та іншого інструменту мають бути міцно закріплені й не мати пошкоджень.

Під час виконання ремонтних робіт не допускається застосування випадкових предметів замість спеціального інструменту. Заборонено використовувати ключі з тріщинами, молотки з нещільно закріпленими ручками, зубила з розклепаними бойками та інструмент із задирками.

Обладнання, яке застосовується для очищення деталей, повинно мати справну вентиляцію та захисні пристрої. У разі використання стисненого повітря необхідно стежити, щоб струмінь не був спрямований на працівника або інших осіб. Очищення деталей стисненим повітрям без захисних окулярів не допускається.

3.7 Дії працівника в аварійних ситуаціях

Аварійні ситуації під час ремонту масляного фільтра можуть виникати внаслідок розливу оливи, травмування працівника, займання горючих матеріалів, руйнування пристосування або несправності електрообладнання.

У разі розливу оливи необхідно негайно припинити роботу, обмежити зону забруднення, засипати оливу піском або спеціальним сорбентом, зібрати забруднений матеріал у спеціальну ємність і очистити підлогу. До повного усунення забруднення продовжувати роботу забороняється.

У разі травмування працівника необхідно надати першу домедичну допомогу, повідомити керівника робіт і, за потреби, викликати медичну допомогу. Якщо травма пов’язана з потраплянням оливи або промивної рідини в очі, їх необхідно промити великою кількістю чистої води та звернутися до медичного працівника.

У разі займання слід вимкнути електроживлення, припинити подачу горючих матеріалів, повідомити відповідальних осіб і використати первинні засоби пожежогасіння. Якщо ліквідувати пожежу власними силами неможливо, необхідно залишити небезпечну зону та викликати пожежно-рятувальну службу.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Економічне обґрунтування доцільності відновлення деталей системи мащення

Техніко-економічна оцінка запропонованої технології ремонту складових частин системи мащення автотракторних двигунів виконується з метою визначення доцільності відновлення зношених деталей порівняно із заміною їх новими. У даній кваліфікаційній роботі об’єктом економічного аналізу є технологічний процес відновлення осі ротора відцентрового фільтра 236-1017031 двигуна ЯМЗ-240, а також використання пристосування для розбирання масляного фільтра [1, 2, 5].

Система мащення двигуна виконує важливі функції: зменшує тертя між деталями, відводить тепло, виносить продукти зношування, запобігає корозійному руйнуванню та забезпечує стабільну роботу вузлів двигуна. Тому технічний стан масляного і відцентрового фільтрів безпосередньо впливає на ресурс двигуна, витрати на технічне обслуговування та загальну надійність автотракторної техніки [3, 4, 6].

У ремонтному виробництві відновлення деталей є економічно доцільним у тих випадках, коли собівартість ремонту є нижчою за вартість нової деталі, а відновлена деталь забезпечує необхідну працездатність і довговічність. У даній роботі відновлення осі ротора передбачається виконувати шляхом наплавлення зношених поверхонь, подальшої токарної обробки, термічного зміцнення та остаточного шліфування [7, 8, 9].

Використання спеціального пристосування для розбирання масляного фільтра також має економічне значення, оскільки дозволяє скоротити трудомісткість операцій, зменшити ризик пошкодження придатних деталей, підвищити якість розбирання та поліпшити умови праці ремонтного персоналу [10, 11]. Це відповідає загальним вимогам організації безпечного ремонтного виробництва, передбаченим Законом України «Про охорону праці» та Правилами охорони праці на автомобільному транспорті .

Економічний ефект від упровадження запропонованої технології полягає у зниженні витрат на придбання нових запасних частин, раціональному використанні матеріальних ресурсів, скороченні простоїв техніки в ремонті та підвищенні ефективності роботи ремонтної майстерні [12, 13].

4.2 Розрахунок собівартості відновлення осі ротора відцентрового фільтра

Повна собівартість відновлення деталі визначається як сума витрат на основні та

допоміжні матеріали, заробітну плату виробничого персоналу, утримання й експлуатацію обладнання, цехові та загальновиробничі витрати, а також можливі втрати від виробничого браку [14, 15].

Загальна собівартість відновлення деталей в умовах конкретного підприємства розраховується за відповідною залежністю [22–24]:

$$С = С_з + З_{пл} + С_{об} + Н_ц + Н_з + С_{бр} + С_м \quad (4.1)$$

Вартість деталі, що підлягає відновленню:

$$С_з = m \cdot 250 \quad (4.2)$$

$$С_з = 0{,}235 \cdot 6{,}0 = 1{,}41 \text{ грн}$$

Заробітна плата виробничого персоналу:

$$З_{пл} = \left(Т_{н1} \cdot \frac{С_{р1}}{60}\right) + \left(Т_{н2} \cdot \frac{С_{р2}}{60}\right) + \cdots \left(Т_{н6} \cdot \frac{С_{р6}}{60}\right) К_н \cdot К_д \quad (4.3)$$

$$З_{пл} = 37{,}50 \text{ грн}$$

Витрати, пов’язані з утриманням і експлуатацією обладнання:

$$С_{об} = 0{,}2(С_{із} + З_{пл} + С_{пл}) \quad (4.4)$$

$$С_{об} = 0{,}2(420{,}1 + 78{,}2 + 105{,}2) = 120{,}7 \text{ грн}$$

Витрати на цехові потреби:

$$Н_ц = 1{,}65 \cdot З_{пл} \quad (4.5)$$

$$Н_ц = 1{,}65 \cdot 37{,}50 = 61{,}88 \text{ грн}$$

Витрати, пов’язані з виробничим браком:

$$С_{бр} = 0{,}1 \cdot З_{пл} \quad (4.6)$$

$$С_{бр} = 0{,}1 \cdot 37{,}50 = 3{,}75 \text{ грн}$$

Вартість матеріалів, використаних у процесі відновлення:

$$С_м = \sum_{i=1}^{n} g_i + Ц_i \quad (4.7)$$

$$С_м = 2{,}214 \text{ грн}$$

Повна собівартість відновлення деталі:

$$С_в = 1{,}41 + 37{,}50 + 120{,}7 + 61{,}88 + 35{,}3 + 3{,}75 + 2{,}214 = 262{,}7 \text{ грн}$$

Вартість нової осі ротора становить 625 грн, а наведені витрати на її відновлення дорівнюють 262,7 грн.

Показник ефективності відновлення визначається за відповідною формулою:

$$Е_{тп} = \frac{Ц_о - З_п}{З_п} 100\% \quad (4.8)$$

$$Е_{тп} = 137\%$$

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники відновлення осі ротора відцентрового фільтра

№ з/п	Найменування показника	Умовне позначення	Значення
1	Вартість деталі, що підлягає відновленню	$С_з$	1,41 грн
2	Заробітна плата виробничого персоналу	$З_{пл}$	37,50 грн
3	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	$С_{об}$	120,70 грн
4	Витрати на цехові потреби	$Н_ц$	61,88 грн
5	Загальновиробничі витрати	$Н_з$	35,30 грн
6	Витрати, пов’язані з виробничим браком	$С_{бр}$	3,75 грн
7	Вартість матеріалів, використаних у процесі відновлення	$С_м$	2,214 грн
8	Повна собівартість відновлення деталі	$С_в$	262,70 грн
9	Вартість нової деталі	$Ц_о$	625,00 грн
10	Показник ефективності відновлення	$Е_{тп}$	137 %

4.3 Визначення економії від відновлення деталі

Економію від відновлення деталі визначаємо як різницю між вартістю нової деталі та повною собівартістю її відновлення [15, 17]:

$$Е = Ц_н - С_в \quad (4.9)$$

де Е — економія від відновлення однієї деталі, грн;

$Ц_н$ — вартість нової деталі, грн;

$С_в$ — повна собівартість відновлення деталі, грн.

За умовами розрахунку вартість нової осі ротора становить: $Ц_н = 625{,}00$ грн.

Тоді економія від відновлення однієї деталі становитиме:

$$Е = 625{,}00 - 262{,}70 = 362{,}30 \text{ грн}$$

Отже, відновлення однієї осі ротора відцентрового фільтра дає економію 362,30 грн порівняно з придбанням нової деталі.

4.4 Розрахунок річного економічного ефекту

Річний економічний ефект залежить від кількості деталей, які відновлюються протягом року. Його можна визначити за формулою [15, 18]:

$$\mathrm{E_р} = E \cdot N \tag{4.10}$$

де $\mathrm{E_р}$ — річний економічний ефект, грн;

Е — економія від відновлення однієї деталі, грн;

N — річна програма відновлення деталей, шт.

Для умов ремонтної майстерні приймаємо річну програму відновлення: $N = 100$ шт.

Тоді:

$$\mathrm{E_р} = 362{,}00 \cdot 100 = 36230 \text{ грн}$$

Отже, при відновленні 100 осей ротора відцентрового фільтра протягом року очікуваний річний економічний ефект становитиме 36230 грн.

Якщо річна програма ремонту буде збільшена, економічний ефект зростатиме пропорційно. Це підтверджує доцільність використання запропонованої технології не лише для одиничного ремонту, а й для умов дрібносерійного ремонтного виробництва [12, 14, 18].

4.5 Вплив пристосування для розбирання масляного фільтра на економічні показники ремонту

Розроблене пристосування для розбирання масляного фільтра має не лише технічне, а й економічне значення. Його застосування забезпечує надійну фіксацію фільтра під час розбирання, зменшує потребу у використанні додаткових ручних зусиль, скорочує час виконання операції та знижує ймовірність пошкодження деталей, придатних до подальшого використання [10, 11, 20].

Економічна доцільність застосування пристосування проявляється у таких напрямах:

1. зниження трудомісткості розбірних операцій;
2. зменшення втрат часу на закріплення та утримання деталі;
3. підвищення якості виконання розбирання;
4. зменшення кількості пошкоджених деталей;
5. скорочення витрат на повторне дефектування;

6. поліпшення умов праці ремонтника;
7. підвищення продуктивності робочого місця.

Крім того, застосування спеціального оснащення відповідає загальним вимогам безпечної організації праці під час технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів. Правила охорони праці на автомобільному транспорті поширюються на підприємства, які виконують роботи з технічного обслуговування та ремонту автомобільної техніки, а санітарні норми регламентують допустимі умови виробничого середовища щодо шуму та мікроклімату .

Використання пристосування також сприяє підвищенню культури ремонтного виробництва, оскільки забезпечує більш організоване виконання операцій і зменшує ймовірність аварійних ситуацій, пов’язаних із розливом оливи, зривом інструменту або травмуванням працівника [21, 22].

Висновок

У техніко-економічній частині виконано розрахунок ефективності відновлення осі ротора відцентрового фільтра 236-1017031 двигуна ЯМЗ-240. Встановлено, що повна собівартість відновлення деталі становить 262,70 грн, тоді як вартість нової деталі дорівнює 625,00 грн. Економія від відновлення однієї деталі становить 362,30 грн, а показник ефективності відновлення — 137 %.

За умови річної програми відновлення 100 деталей очікуваний річний економічний ефект становитиме 36230 грн. Отримані результати підтверджують доцільність упровадження запропонованої технології ремонту складових частин системи мащення автотракторних двигунів.

Використання пристосування для розбирання масляного фільтра додатково підвищує ефективність ремонтного процесу, оскільки скорочує трудомісткість операцій, зменшує ризик пошкодження деталей, поліпшує умови праці та сприяє підвищенню продуктивності ремонтного поста [10, 11, 21].

ВИСНОВОК

Упровадження запропонованої технології ремонту, спрямованої на підвищення ресурсу масляної системи двигуна ЯМЗ-240 шляхом удосконалення обслуговування масляного та відцентрового фільтрів, а також відновлення осі ротора відцентрового фільтра 236-1017031, є технічно обґрунтованим і економічно вигідним. Запропонований технологічний маршрут дає змогу не лише відновити працездатність деталі, а й забезпечити належний рівень надійності та довговічності системи очищення масла в цілому.

Проведені розрахунки підтвердили, що застосування відновлення деталі замість її заміни новою дозволяє суттєво знизити витрати на ремонт. Очікуваний економічний ефект від відновлення однієї осі ротора за розробленою технологією становить 362,3 грн, а показник ефективності відновлення дорівнює 137 %. Такі результати свідчать про високу доцільність використання запропонованого способу в умовах ремонтного виробництва, оскільки він забезпечує відчутну економію матеріальних ресурсів і зменшує загальні витрати на технічне обслуговування двигуна.

Важливо й те, що реалізація цієї технології сприяє підвищенню експлуатаційної надійності масляної системи, покращенню якості очищення мастила та зменшенню інтенсивності спрацювання спряжених деталей двигуна. Це, у свою чергу, позитивно впливає на загальний ресурс силового агрегату, знижує ймовірність виникнення відмов у процесі експлуатації та скорочує простої техніки, пов’язані з позаплановими ремонтами.

Крім економічного ефекту, запропоновані техніко-технологічні заходи мають і практичне значення для ремонтних підприємств, оскільки дають змогу раціональніше використовувати наявні виробничі ресурси, підвищити ефективність ремонтних операцій та зменшити потребу в придбанні нових запасних частин. Це особливо важливо в сучасних умовах, коли зниження собівартості ремонту та продовження строку служби деталей є одним із ключових завдань технічного сервісу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ремонт машин та обладнання : підручник / О. І. Сідашенко та ін. Харків : Міськдрук, 2014. 742 с.

2. Кузьмінський Р. Д., Бендера І. М. Ремонт машин та обладнання : навч. посіб. Львів : Афіша, 2015. 584 с.

3. Головчук А. Ф., Орлов В. Ф., Строков О. П. Експлуатація та ремонт машин і обладнання агропромислового виробництва : підручник. Київ : Грамота, 2017. 448 с.

4. Бойко М. Ф. Трактори та автомобілі : підручник. Київ : Вища освіта, 2006. 543 с.

5. Двигуни внутрішнього згоряння : навч. посіб. / за ред. А. П. Марченка. Харків : НТУ «ХПІ», 2018. 384 с.

6. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : підручник. Київ : Вища школа, 1994. 342 с.

7. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник. Київ : Знання-Прес, 2003. 511 с.

8. Двигуни ЯМЗ-240М2, ЯМЗ-240НМ2, ЯМЗ-240ПМ2 : керівництво з експлуатації. Ярославль : Автодизель, 2012. 248 с.

9. Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів : навч. посіб. / уклад. В. М. Дембіцький. Луцьк : ЛНТУ, 2020. 236 с.

10. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні : навч. посіб. Київ : Вища школа, 1993. 414 с.

11. Бабічев А. П., Бабічев І. А. Основи технології машинобудування : навч. посіб. Київ : Ліра-К, 2018. 356 с.

12. Черновол М. І., Сідашенко О. І., Науменко О. А. Надійність і ремонт машин : навч. посіб. Кіровоград : КОД, 2014. 382 с.

13. ДСТУ 2604-2005. Ремонтна документація. Загальні вимоги. Київ : Держспоживстандарт України, 2006.

14. Butler J. L., Stewart J. P., Teasley R. E. Lube Oil Filtration Effect on Diesel Engine Wear. SAE Technical Paper 710813. Warrendale : SAE International, 1971. DOI: 10.4271/710813.

15. Needelman W. M., Madhavan P. V. Review of Lubricant Contamination and Diesel Engine Wear. SAE Technical Paper 881827. Warrendale : SAE International, 1988. DOI: 10.4271/881827.

16. CIMAC. Guidelines for Diesel Engines Lubrication — Lubricating Oil Degradation. Recommendation No. 22. Frankfurt : CIMAC, 2004. 52 p.

17. Engineering Oil Filtration. Technical Bulletin. London : Filtration Society, 2004. 16 p.

18. Staley D. R., Guinther G. H. Correlating Lube Oil Filtration Efficiencies with Engine Wear. SAE Technical Paper 881825. Warrendale : SAE International, 1988.

19. Kalpakjian S., Schmid S. R. Manufacturing Engineering and Technology. 7th ed. Boston : Pearson, 2014. 1184 p.

20. Groover M. P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems. 6th ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2016. 944 p.

21. Heizer J., Render B., Munson C. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. 12th ed. Boston : Pearson, 2017. 912 p.

22. Бойчик І. М. Економіка підприємства : підручник. Київ : Кондор, 2016. 378 с.

23. Гоц А. М. Технологічне оснащення машинобудівного виробництва : навч. посіб. Київ : Кондор, 2016. 286 с.

24. Про затвердження Правил охорони праці на автомобільному транспорті : наказ МНС України від 09.07.2012 № 964. Офіційний вісник України. 2012. № 67. Ст. 2744.

25. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.

26.