МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“___” _____ 2025 р.
Зав. кафедри ___к.т.н., доцент___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ ____А.В. Войтік___
(підпис) (ініціали, прізвище)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту
бакалавр
(освітній рівень)

тема проекту: **«Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту машино-тракторного парку з розробкою пристрою для розбирання і складання паливної апаратури дизельних двигунів»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 41-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності
H7 «Агроінженерія»
Іващенко Дмитро Олесійович
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор Дідур В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії
Освітня програма бакалавр
Спеціальність Н7 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ А.В. Войтік
“___” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

студенту **Іващенку Дмитру Олексійовичу**
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту: **«Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту машино-тракторного парку з розробкою пристрою для розбирання і складання паливної апаратури дизельних двигунів»**

керівник проекту д.т.н., професор Дідур В.В.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
“14” листопада 2025 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом проекту 15.05.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: способи зниження коливань машинно-тракторних агрегатів; літературні джерела; шляхи підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:
- ідентифікувати основні технічні операції із обслуговування, що включають діагностику, перевірку та ремонт компонентів, вузлів і систем, залежно від конструктивної складності техніки;
- впровадити інноваційні методики обслуговування, спрямованих на зниження трудомісткості, підвищення ефективності та продовження ресурсу технічних засобів;
- раціонально використати високоякісні витратні матеріали, діагностичні засоби і спеціальний інструментарій для виконання обслуговування відповідно до технологічних вимог;
- підвищити експлуатаційну надійність сільськогосподарської техніки та досягти значної економії ресурсів у процесі її використання.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту: марочна кількість паливних насосів, що потребують ремонту та їх трудомісткість; стенд ДД-3430 для розбирання-складання ПНВТ; показники економічної ефективності;

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Дідур В.В., професор		

7. Дата видачі завдання 23 вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	30.10.2024 р.	
2.	Розділ 1.	14.11.2024 р.	
3.	Розділ 2.	28.12.2024 р.	
4.	Розділ 3.	11.02.2025 р.	
5.	Розділ 4.	25.03.2025 р.	
6.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.04.2025 р.	
7.	Представлення роботи керівнику на перевірку	15.05.2025 р.	

Студент _____ **Іващенко Д.О.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

ЗМІСТ

1. **ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ ПАЛИВНОЇ І ГІДРАВЛІЧНОЇ АПАРАТУРИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ТРУДОМІСТКОСТІ РОБІТ**……...8

1.1. Технологічний процес ремонту паливної та гідравлічної апаратури……..8

1.1.1. Технологічний процес ремонту паливної апаратури……8

1.1.2. Процес сервісного обслуговування та проведення ремонтних робіт по гідравлічній апаратурі……14

1.2. Розрахунок програми ремонті гідравлічної дільниці…….23

1.2.1. Розрахунок загальної програми ремонту…….25

1.3. Розрахунок числа працівників та обгрунтування штату сервісного центру….25

1.4. Перевірочний розрахунок потреби відділення в технологічному обладнанні……....26

1.5. Обґрунтування площі, що необхідна для організації технологічного процесу ремонту ПА та гідроагрегатів…….28

2. **РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ Й СКЛАДАННЯ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛІВ**…….……31

2.1. Призначення та область застосування пристрою…….……...31

2.2. Огляд існуючих пристроїв, для розбирання й складання паливної апаратури дизелів…….31

2.3. Розробка універсального пристрою для розбирання й складання паливної апаратури дизелів…….36

2.4. Конструктивні розрахунки……...37

2.4.1. Розрахунки різьбового сполучення…….37

2.4.2. Розрахунки пружини стиску……38

2.4.3. Розрахунок осі на міцність……...39

2.5. Розробка технологічної карти на складання пристрою для розбирання й складання пристрою……41

2.4. Технічна характеристика стенду……..42

3. **ОХОРОНА ПРАЦІ**……..44

3.1. Стан охорони праці……...44

3.2. Вимоги охорони праці при проведенні ремонтно-обслуговуючих робіт по паливним агрегатам……44
3.2.1. Загальні положення……...44
3.2.2. Вимоги до приміщень……45
3.2.3. Вимоги до обладнання……..45
3.2.4. Вимоги до інструментів та пристосувань……...46
3.2.5. Вимоги до засобів індивідуального захисту……...46
3.2.6. Вимоги до безпечного виконання робіт……..46
3.2.7. Вимоги до навчання та інструктажу……47
3.2.8. Відповідальність за порушення вимог охорони праці……47
3.3. Розробка заходів що до поліпшення умов праці на підприємстві……47
4. **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ**……50
ВИСНОВОК……...53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..55

ВСТУП

Раціональне й продуктивне використання сільськогосподарської техніки ґрунтується на впровадженні науково-обґрунтованої комплексної системи її технічного обслуговування та ремонту. Основною метою такої системи є підтримка машин у справному стані, гарантія їхньої надійності та своєчасне відновлення експлуатаційних характеристик у разі потреби.

Інтегрована система обслуговування і ремонту охоплює взаємодію технічних рішень, регламентної документації, а також фахівців з відповідною підготовкою. Такий підхід спрямований на забезпечення стабільної та довготривалої експлуатації аграрної техніки.

Механізм технічного обслуговування в агропромислових підприємствах побудований на систематизованих принципах, нормативних актах та галузевих стандартах, які допомагають ефективно використовувати машини при раціональних витратах ресурсів.

Дотримання положень цієї системи дозволяє успішно досягати ключових цілей агросектору, а саме:

– зростання продуктивності при одночасному зниженні трудомісткості операцій;

– модернізації сервісного обслуговування техніки з акцентом на її безпечне й довговічне використання;

– формування сучасної інфраструктури ремонтного обслуговування на підприємствах;

– інтеграції новітніх технологічних рішень та передових діагностичних методів відповідно до сучасних вимог безпеки.

Системне планове обслуговування передбачає обов’язкове технічне втручання через встановлені інтервали експлуатації, тоді як ремонт виконується відповідно до реального технічного стану агрегату. Застосування інноваційних засобів діагностики значно зменшує ймовірність раптових несправностей, що в свою чергу підвищує ефективність і безперебійність функціонування техніки у сільськогосподарському виробництві.

Уникнення зайвих трудовитрат на розбирання, ремонт і складання

сільськогосподарської техніки є одним із основоположних принципів ефективної системи технічного обслуговування. Оскільки в процесі експлуатації агрегати й механізми зазнають різного ступеня зносу, деформацій та пошкоджень, надзвичайно важливо оптимізувати ремонтний процес, мінімізуючи необхідність у повному демонтажі та повторній збірці техніки.

Механізм контролю якості в аграрному секторі діє як багаторівнева система, що включає виробничі підприємства, постачальницькі організації, обслуговуючі структури та безпосередніх користувачів. Така модель гарантує високий рівень технічної справності обладнання та відповідність техніки встановленим нормативним вимогам шляхом постійного моніторингу її технічного стану.

Комплексне технічне обслуговування охоплює цілий спектр робіт, спрямованих на забезпечення аграріїв надійною технікою та її ефективним функціонуванням протягом усього експлуатаційного циклу. Основна ідея полягає в досягненні максимальної якості машин ще на етапі їхнього придбання і подальшому дотриманні всіх регламентів щодо обслуговування та ремонту.

Ключові напрями концепції технічного сервісу передбачають:

– Ідентифікацію основних технічних операцій із обслуговування, що включають діагностику, перевірку та ремонт компонентів, вузлів і систем, залежно від конструктивної складності техніки.

– Впровадження інноваційних методик обслуговування, спрямованих на зниження трудомісткості, підвищення ефективності та продовження ресурсу технічних засобів.

– Раціональне використання високоякісних витратних матеріалів, діагностичних засобів і спеціального інструментарію для виконання обслуговування відповідно до технологічних вимог.

Системний підхід до організації технічного сервісу в поєднанні з якісним контролем дозволяє істотно підвищити експлуатаційну надійність сільськогосподарської техніки та досягти значної економії ресурсів у процесі її використання.

1. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ ПАЛИВНОЇ І ГІДРАВЛІЧНОЇ АПАРАТУРИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ТРУДОМІСТКОСТІ РОБІТ

1.1. Технологічний процес ремонту паливної та гідравлічної апаратури

1.1.1. Технологічний процес ремонту паливної апаратури

Для підготовки складних одиниць до ремонту, коли їх параметри перевищують допустимі межі, застосовується наступний процес: спочатку відкривають штуцери на секціях та трубках, після чого їх закривають капроновими ковпачками (пробками). Далі проводять очищення і миття в спеціальному обладнанні типу МРР-12, після чого здійснюється розбирання. Важливо ретельно зберігати цілісність прецизійних пар, а також не порушувати маркування корпусних деталей, валів, зубчастих передач і елементів, розміри яких не перевищують встановлені норми, таких як „клапан-гніздо”.

Для очищення прецизійних пар використовують спеціальні дерев'яні скребки, виготовлені з м'якого дерева, після чого деталі промиваються керосином. Коли досягнута необхідна чистота, плунжер (або голка) має вільно переміщатися всередині гільзи (дозатора чи корпусу) після промивання у дизельному паливі при температурі 20°С.

Процес дефектації прецизійних пар починається з візуального огляду за допомогою лупи з десятикратним збільшенням. Знос таких деталей має локальний характер, і на найбільш зношених ділянках можуть бути помітні матові плями або мікротріщини. Причиною пошкоджень, зокрема в зонах входу палива, є абразивні частинки, які можуть проникати разом з паливом між тертьовими поверхнями пар. Якщо прецизійні пари мають ознаки корозії, канавок або відколів, такі деталі підлягають вибраковці.

Після візуального огляду прецизійні пари піддаються випробуванню на швидкість пропускання палива через зазори в їх спряженні. Для цих випробувань використовується суміш дизельного палива і дизельного масла з в'язкістю від 9,9 до 10,9 мм²/с (10 сС) при температурі 20°С.

Плунжерні пари перевіряються за допомогою спеціальних приладів, таких як КИ-759 або КИ-3369, причому кожна пара тестується щонайменше тричі. Пара

вважається придатною, якщо час пропускання суміші складає не менше 3 секунд при тиску 2,2 МПа, який створюється важелем пристрою під плунжером.

Перевірка пар нагнітаючих клапанів здійснюється за допомогою запорного конуса та розвантажувального пояска (загальна гідравлічна щільність) або тільки за допомогою розвантажувального пояска. Випробування проводяться на приладі КИ-1086. Клапан вважається несправним, якщо сумарна гідравлічна щільність знижується з 0,8 до 0,7 менш ніж за 30 секунд. У випадку, якщо для перевірки гідравлічної щільності клапана за допомогою розвантажувального пояска клапан піднімається над сідлом на 0,2 мм і тиск падає з 0,2 МПа до 0,1 МПа менш ніж за 2 секунди, клапан також визнається несправним.

Розпилювачі перевіряються на герметичність за допомогою запорного конуса та зазору між циліндричною частиною голки і конусом розпилення за допомогою падіння тиску. Тестування проводиться на приладі КИ-3333 або КИ-15706, оснащених відповідними еталонними корпусами для форсунок. Розпилювач вважається правильним, якщо протягом 20 секунд на торці конуса не спостерігається підтікання або потихнення палива при тиску 1,0–1,5 МПа вище початкового тиску.

Для перевірки гідравлічної щільності циліндричної частини голки та корпусу розпилювача, створюється тиск 20 МПа. Якщо тиск падає від 20 МПа до 18 МПа менш ніж за 5 секунд, розпилювач визнається несправним.

Контроль зносу неприцільних деталей та спряжень здійснюється за допомогою візуального огляду та звичайних вимірювальних інструментів.

Зношені конічні поверхні сідла і клапана відновлюються за допомогою притирки з використанням 10-мікронної пасти. Після цього деталі промиваються в бензині, і процес повторюється за допомогою пасти з зерном 3 мікрони. Така процедура дозволяє відновити до 50–60% нагнітаючих клапанів. Клапан вважається відновленим, якщо при перевірці гідравлічної щільності на циліндричному пояску тиск падає від 0,2 МПа до 0,1 МПа за більше ніж 2 секунди. Також, загальна герметичність клапана по запорному конусу та циліндричному пояску повинна забезпечити падіння тиску від 0,8 до 0,7 протягом понад 30 секунд.

Торцеві поверхні гільзи плунжера та гнізда нагнітання мікроклітинних меж клапана відновлюються за допомогою 3-х хрестової пасти на притирочній чавунній

плиті. Деталі обробляються рухами 180х90 мм зі швидкістю 10 м/хв протягом 4 хвилин. Питомий тиск при притирці має бути в межах 0,07–0,10 МПа.

Розпилювачі форсунок відновлюються подібним чином до плунжерних пар. Нещільності на запорних конусах усуваються за допомогою однієї мікронної пасти, яка обробляє конус голки до гнізда корпусу.

Зношені отвори під поршень і товкач підкачуючого насоса розвертаються до правильних геометричних розмірів за допомогою спеціальних кінцевих розгорток, а потім шліфуються пастою з зерном 28 мкм на чавунному притирі.

Спряження «гніздо-клапан» відновлюється за допомогою притирки. Зношені робочі поверхні плоских клапанів обробляються 20-мікронною пастою на чавунній плиті, а гніздо в корпусі піддається торцевому зенкуванню. Потім гніздо шліфується пастою на чавунному притирі, і проводиться сумісна притирка клапана до гнізда за допомогою 10-мікронної пасти для досягнення максимального відновлення поверхонь.

Зношені циліндричні отвори в корпусах, вантажах, важелях і вилках відновлюються шляхом розсвердлювання до потрібного ремонтного розміру або встановлення спеціальних втулок з натягом 0,06–0,08 мм, які фіксуються епоксидним клеєм. Зношені втулки замінюються новими, після чого отвори розгортаються до стандартних розмірів.

Зношені посадкові місця для підшипників кочення в корпусних деталях відновлюються за допомогою кільцевання з використанням епоксидного клею. Для відновлення посадкових місць на валах застосовуються методи електродугового або гальванічного нарощування. Після цього проводиться розточування посадкових місць у корпусах, а на валах – шліфування до необхідних розмірів. Якщо посадкові місця розташовані на одній осі, їх розточують за один прохід.

Перед складанням всіх одиниць необхідно провести підбір і комплектування пар. Комплект прецизійних пар, що встановлюються на насос і форсунки, повинен мати однакову гідравлічну щільність. Товкачі з регулювальними гвинтами підбираються однієї висоти, а пружини – з рівною пружністю. Вантажні регулятори вибираються за масою, причому відхилення для одного комплекту не повинні перевищувати 3-5 г.

Після комплектування деталі та вузли ретельно промиваються та просушуються, при цьому особлива увага звертається на стан спряжених поверхонь. При складанні рухомих спряжень поверхні змащуються мастилом, а прецизійні пари обробляються дизельним паливом. Деталі, що забезпечують обертальний рух, повинні обертатися без зусиль, а ті, що забезпечують вістовий рух, повинні вільно переміщатися вздовж осі.

Перевіряється відповідність отворів для проходження мастила в корпусах і втулках, а також наявність розпізнавальних маркувань, таких як риски, крапки, стрілки і клейма, що вказують на правильне розміщення деталей у складній одиниці. Крім того, перевіряються монтажно-регулювальні розміри та зазори. Зусилля затяжки різьбових з'єднань має відповідати значенням, зазначеним у технічних документах.

У зібраному насосі з регулятором кулачковий вал повинен обертатися з мінімальним зусиллям, що виконується рукою, і мати вістовий розбіг в межах 0,05-0,07 мм. Рейка, що приводиться до відказу, повинна вільно повертатися в положення, яке відповідає максимальній подачі палива, при цьому зусилля переміщення рейки не повинно перевищувати 5 Н. У підкачуючому насосі хід поршня та ручної підкачки мають бути плавними, а товкач повинен вільно рухатися під дією пружини до початкового положення.

Після завершення складання підкачуючого насоса його підключають до стенду для проведення обкатки, яка триває 10 хвилин. Під час обкатки не допускаються підтікання палива, підсос повітря, перегріви вище 70°С, а також будь-які сторонні шуми, що можуть вказувати на несправності.

Наступний етап — це випробування підкачуючого насоса. Його продуктивність без протитиску повинна знаходитися в межах 2,7–3 л/год, а з протитиском 0,04–0,05 МПа — 1,2–1,4 л/год. При складанні форсунок особлива увага приділяється стану розпилювачів та правильній затяжці гайок. Голка розпилювача, витягнута з корпусу на 1/3 її довжини, повинна плавно опускатися в корпус під дією своєї ваги. Корпус і голка змащуються дизельним паливом і нахиляються під кутом 45°. Для уникнення деформацій розпилювача гайку затягують за допомогою динамометричного ключа. Зібрані форсунки обкатуються

на стенді протягом 10 хвилин при тиску, що на 10% перевищує номінальний тиск початку подачі палива, при частоті обертання кулачкового вала 800–900 хв-1.

Після обкатки форсунки починають подавати паливо на початку подачі, що залежить від типу двигуна. Регулювання проводиться на спеціалізованому стенді. Якість розпилення оцінюється як задовільна, якщо при подачі палива до форсунки зі швидкістю 70–80 вприсків на хвилину паливо розпилюється до стану туману і рівномірно розподіляється по поперечному перетину струму. Початок і кінець вприскування мають бути чіткими, супроводжуваними характерним різким звуком.

Після цього форсунки перевіряються на продуктивність при повній подачі палива та номінальній частоті обертання кулачкового вала протягом двох хвилин. Різниця в продуктивності комплекту форсунок на двигуні не повинна перевищувати 1–1,5 см3/хв.

Під час обкатки паливного насоса всі виявлені несправності, зокрема витік палива, повинні бути усунені. У разі заміни будь-якої деталі або складової одиниці насоса, його обкатка повторюється. Після обкатки з насоса і регулятора зливають старе мастило, корпус промивається чистим дизельним паливом, заливається нове мастило і проводяться нові випробування.

У бензинових насосах пошкоджені діафрагми і пружини, що втратили свою еластичність, замінюються новими. Пошкоджену різьбу відновлюють, встановлюючи відповідні запчастини.

Під час збирання бензонасоса необхідно особливу увагу приділяти правильному розташуванню клапанів і діафрагми. Гвинти слід затягувати тільки після того, як діафрагма займе своє остаточне робоче положення.

Важіль бензонасоса в зібраному вигляді має вільно обертатися на осі та повернутися до початкового положення під дією пружини. Вістове переміщення важеля не повинно перевищувати 0,8 мм. Після завершення складання насос проходить випробування на стенді: перевіряється тиск нагнітування протягом 30 секунд і продуктивність протягом 10 нових ходів.

Несправності герметичності між "голчатим клапаном" і його гніздом, а також пошкодження поплавка можуть призвести до переливання палива через карбюратор. Це може викликати збагачення робочої суміші, неповне згоряння палива, що в свою

чергу призведе до закоксування поршневих кілець та забруднення мастила в піддоні двигуна.

Забруднення жиклерів або підсосу повітря через зазори між віссю дросельної заслонки та бобиками може призвести до появи збідненої суміші, що викликає сполохи в картері, перегрів двигуна і значне зниження його потужності.

Несправний карбюратор розбирають, а деталі очищають ацетоном. Після очищення деталі просушують на повітрі, а жиклери та розпилювачі продувають стиснутим повітрям. Зношені корпуси голчатих клапанів шліфуються під кутом 30° до осі обертання, а їх гнізда фрезеруються за допомогою зенкування з кутом 60° між робочими гранями, до повного усунення слідів знусу. Після цього деталі притираються пастою ГОІ або НЗТА для отримання рівної матової поверхні.

Герметичність клапанної пари перевіряється за допомогою вакуумного тесту в межах 15–20 КПа. Якщо падіння тиску не перевищує 1 КПа за 1 хвилину, клапанна пара є добре притертою. Аналогічну перевірку проводять і для клапана економайзера.

У разі тріщин у поплавках вони підлягають заміні. Зношені отвори жиклерів заварюються твердим припоєм, після чого отвори свердляться і розгортаються до відповідних розмірів. Потім жиклери перевіряються на пропускну здатність за допомогою спеціальних вимірювальних приладів.

Перед тим як здійснити складання, всі деталі карбюратора ретельно очищають в ацетоні і продувають стиснутим повітрям. Поплавки калібруються з точністю до 0,1 г, і їх маса має відповідати значенню, зазначеному в технічних умовах. Після встановлення поплавок потрібно правильно розташувати в поплавковій камері на відповідній висоті, гарантуючи вільний вхід голчатого клапана з мінімальним зазором не менше 2 мм. Вільний хід поплавка не повинен перевищувати 0 мм.

Насос-прискорювач повинен легко повертатися в початкове положення після припинення дії пальця. Розпилювачі жиклерів повинні мати правильну висоту та бути стійкими, не відхиляючись у бік. У рухомих з’єднаннях типу "вісь-відвір" не повинно бути затисків, і заслонки мають безперешкодно обертатися разом з вісями.

Після збирання карбюратор проходить випробування на стенді. Перевіряють на можливі підтікання палива, рівень палива в поплавковій камері, ефективність

роботи насоса-прискорювача та момент активації клапана економайзера. Якщо потрібно, коригують рівень палива, підгинаючи язичок поплавка або додаючи прокладку під гніздо запорної голки.

1.1.2. Процес сервісного обслуговування та проведення ремонтних робіт по гідравлічній апаратурі

Шестерневий насос типу NSH монтується на гідравлічному приводі тракторів. Перша буква в маркуванні насоса вказує на його тип і загальну назву, тоді як цифри вказують теоретичну подачу нового насоса в кубічних сантиметрах на кожен оберт шестерні. На марці також можуть бути зазначені цифри 2 або 3, що позначають робочий тиск насоса: 2, 3 або 16 МПа, в залежності від конструкційних особливостей. Після основної марки насоса вказується індекс моделі (наприклад, E, Y, K), що характеризує конкретну модель.

На етикетці насоса вказується напрямок обертання ведучої шестерні, що позначається літерою "L" або словом "злива". Напрямок обертання правої шестерні зазвичай не вказується.

Для ремонту насосів моделей НШ32У та НШ46У широко застосовується метод відновлення працездатності шляхом натискання на ексцентрикову втулку. В цьому випадку свердловина обсадної колони пробурюється до більшого розміру. Під час складання насосних компонентів цей метод дозволяє досягти необхідної точності та відновити ефективну роботу насоса.

Гідравлічний насос оснащений ексцентричним отвором для буріння втулки і цапфи зубчастого колеса, де зовнішній діаметр цих елементів має бути збільшеним. Радіус валу зубчастого колеса не повинен бути меншим, ніж різниця між радіусом різьблення зуба і свердловиною обсадної колони. Під час обробки зуби шестерні можуть контактувати зі стінками корпусу або прорізати зазори, що формує надійну секцію для розмежування впускних і випускних зазорів.

Ремонт насосів серії НШ50-2 вимагає обробки шестерень та ущільнювальних поверхонь для усунення зносів. Зношені підшипники та затискачі попереднього навантаження ремонтуються за допомогою зварювання спеціальними антифрикційними електродами в середовищі аргону.

Для первинного ремонту застосовуються компенсаційні механізми. Затискачі

просвердлюються, що дозволяє зменшити осьову відстань і забезпечити коректне встановлення опорної поверхні підшипникового блоку в зазор під тиском. Радіус свердління визначається як сума радіусів цапфи та товщини антифрикційної вставки, що розташована між цапфою та опорною поверхнею. У результаті осьова вісь зміщується в бік тискової порожнини. Для установки блоку можуть використовуватися фронтальні механізми завантаження.

Виготовлення блоку здійснюється з металевого фторопласту, що покращує антифрикційні властивості та здатність витримувати високий тиск. Компенсаційна камера розміщується в середині ущільнювальної пластини, що дозволяє забезпечити належний натяг еластичного ущільнювача. Товщина захисної пластини підбирається індивідуально для кожного конкретного випадку.

У разі заміни ущільнення і збереження низької швидкості подачі (меншої за 0,65), насос демонтується та направляється на повторний ремонт після випробування на стенді.

При розбиранні гідравлічного насоса важливо використовувати спеціалізовані інструменти, щоб уникнути пошкодження точних деталей. Не допускається застосування металевих інструментів і ударів по деталях, оскільки навіть незначні подряпини можуть призвести до виходу насоса з ладу.

Наступні деталі не підлягають виготовленню: провідна і ведуча шестерні, верхня та нижня втулки для насосів типу NSH32 і NSH46, а також передня завантажувальна пластина для моделей NSH32-2, NSH50-2, NSH71 та NSH100-2. Для демонтажу нижньої втулки та опорного блоку використовують знімачі або інші засоби для впливу на корпус. При цьому потрібно уникати перекосів, оскільки це може призвести до пошкодження внутрішніх поверхонь корпусу. Для визначення шестеренності насосів типів NSH32-3, NSH50-3, NSH71-3 і NSH100-3 спочатку слід витягти центруючу втулку з впускного отвору корпусу.

Після зняття стопорного кільця манжети витягуються назовні. Для демонтажу підшипникового блоку насоса типу Hhi50-2 застосовують метод виштовхування пластини з корпусу утримувача попереднього навантаження. У разі відновлення корпусу центруюча втулка також витягується.

Процес ремонту корпусу передбачає його обробку на двошпиндельних

свердлильних верстатах типу 2705 або фрезерних верстатах для збільшення розміру осі свердловини, з дотриманням допусків на відхилення площі не більше 0,03 мм. Вся обробка в нижній частині колодязя повинна відповідати точним стандартам.

Корпуси, що піддалися значному зносу, проходять термообробку: їх нагрівають до 500°C в печі, витримують 30 хвилин при 510°C, після чого пресують у спеціальну форму з тиском 50 тонн. Далі здійснюється додаткова термообробка при температурі 490-500°C протягом 30 хвилин, після чого корпус залишають охолоджуватися при температурі 100°C і 180°C протягом 4,6 години.

Відновлення різьбових отворів у корпусі включає свердління базових отворів та їх обробку для досягнення необхідної точності та забезпечення довговічності відновленого елемента.

Після фіксації різьблення застосовується спеціалізований інструмент для закріплення кінця дротяної різі, що дозволяє точно просвердлити і встановити відновлений отвір. При первинному ремонті насоса типу NSH10E на початковому етапі відсутні відкриті елементи, але в процесі складання вони повертаються на 180 градусів, при цьому впускний зазор знаходиться під тиском. Для підшипникового блоку необхідно створити відчинення для цапфи, а бронзова стрічка пресується в спеціально підготовлену втулку з матеріалу OSC5-5-5.

Зношені поверхні цапфи та кромки зовнішньої частини зубчатої головки шестерні обробляються на верстатах типу ZE12. Остаточне шліфування цапфи і кромки зубчатої шестерні здійснюється за допомогою алмазних кругів і стрижнів для досягнення високої точності. Глибина цементного шару після шліфування зубчатих коліс не повинна бути меншою за 0,8 мм, а гострі краї зубів обробляються спеціальними проводами або за допомогою електрохімічного методу на напівавтоматичних установках.

Торцеві шестерень повинні мати відхилення не більше 0,01 мм, а площинність поверхні — не більше 0,006 мм. Шестерні класифікуються в групи з інтервалом 0,005 мм, залежно від довжини зубів.

Зношені деталі, наприклад, кущ, розрізають на дві частини (для насосів НШ32 і НШ46), після чого ці заготовки фіксуються в прес-формі, заповнюються алюмінієвим сплавом і ущільнюються на 100-тонному пресі. Відкриті отвори

проколюються або просвердлюються в цапфі.

Подальша обробка поверхні втулки, яка має зміщення відносно осі, здійснюється за допомогою ексцентрикового цангового патрона. Для досягнення точного розміру втулки, яка монтується на високоточному токарному верстаті, використовуються фрези, що дозволяють забезпечити точність обробки за часом. Втулки сортуються за розмірами з допуском до 0,005 мм, при цьому відхилення між зовнішньою і внутрішньою поверхнями втулки не повинно перевищувати 0,006 мм.

Зношені торцеві поверхні несучих блоків насосів типів NSH10E і NSH6T, а також пластини насосів NSH50-2 піддаються обробці для подальшого відновлення.

Перед тим як приступити до складання, всі деталі повинні бути ретельно очищені, продути стисненим повітрям і змащені маслом. Після миття не допускається використання ганчірок для протирання деталей.

Втулки та шестерні підбираються відповідно до їх розмірних груп, при цьому висота кожної пари шестерень у верхній або нижній втулці не повинна перевищувати 0,004 мм.

При монтажі правого роторного насоса ведуча шестерня встановлюється у лівий отвір, а для лівого роторного насоса — у правий. Вхідний отвір має бути спрямований до колектора. Якщо ведуча шестерня обертається за годинниковою стрілкою від приводного вала, то це вказує на правильну установку роторного насоса. Зуби шестерні повинні рухатися від випускного отвору до випускного. Манжета повинна бути правильно зафіксована на кришці, при цьому її робочий кінець повинен бути направлений у корпус і надійно утримуватися скобою та стопорним кільцем.

Манжета ремонтного розміру для верхньої кришки насосів NSH46U та NSH32U повинна бути встановлена так, щоб стрілка вказувала на "впускний" отвір. Сталеве кільце має бути надійно прикріплене до кінців втулки, що мають загострення. Спеціальні ущільнювачі та вставки повинні бути зафіксовані на корпусі з боку отвора, позначеного як "впуск". У цьому випадку прокладка повинна розміщуватися в центрі насоса з невеликим діаметром.

Провідна шестерня насоса повинна обертатися без зусиль. Після перевірки і запуску всі болти, що утримують кришку, мають бути затягнуті.

Зазор між двома манжетами насоса типу НШ-50 заповнюється мастилом 1-13 або ДЕКА м-10у, м-10г. Втулка насоса і компенсаторна гвинтова канавка повинні бути розташовані відповідно до напрямку обертання шестерні, а манжета — поруч із зазором під тиском корпусу. Внутрішня торцева поверхня манжети повинна бути спрямована до компенсатора.

Перед випробуванням насос перевіряється на правильність установки та герметичність з'єднання. Після цієї перевірки деталі прокочуються, що покращує їх підготовленість до роботи та підвищує здатність витримувати робочі навантаження. Після капітального ремонту насос випробовується під максимальним тиском відповідно до встановлених технічних стандартів.

1) Насоси моделей НШ-10, НШ-32, НШ-46 та НШ-50 проходять тестування та прокочування на універсальному стенді Кі-4815м-03, а також на випробувальній трибуні 00-2-КИ-4815м. Під час тесту здійснюється контроль температури корпусу, рівня пінності масла в резервуарі та ефективності всмоктування повітря. Якщо впускний трубопровід підключений правильно, повітря має всмоктуватися через манжету ведучої шестерні. Підвищення температури насоса може свідчити про збільшене тертя в області втулки під час обертання або надмірне знос деталей через їхнє винос.

2) Завершення подачі насоса додатково стабілізується через крутний момент та температуру після переходу на номінальне навантаження. Після перевірки герметичності проводиться випробування на максимальний тиск протягом 0,5 хвилини.

3) Подача насоса вимірюється на стендах KI-4815m-03 або KI-4815m за робочого тиску, який залежить від частоти обертання вала. Масло подається при температурі 50-55°C. Для вимірювання витрати використовується витратомір рідини з секундоміром.

4) Після виконаного ремонту подача насоса повинна становити не менше 90% від номінальної величини, тобто коефіцієнт подачі має бути не менше 0,9. Якщо коефіцієнт подачі зменшується до 65% або нижче від розрахункового (менше 0,65), такий насос визнається непридатним для подальшого використання і підлягає капітальному ремонту.

5) Розрахунок програми ремонту паливної системи включає визначення транспортного покриття, оснащеного трактором з відремонтованим насосом, а також середній коефіцієнт покриття капітального ремонту. Цей коефіцієнт враховує вік техніки та умови її експлуатації в різних кліматичних зонах.

Розрахунок площі обслуговування для річної програми цеху, що займається капітальним ремонтом вузлів паливної апаратури для тракторів і автомобілів, здійснюється за допомогою спеціально розробленої формули (1.1) [9, 10, 11, 12].

Для ефективного ремонту агрегатів паливної та гідравлічної апаратури, що обслуговують Нікопольський район, буде проведений розрахунок кількості тракторів і автомобілів, які експлуатуються на цій території. У разі використання різних типів паливних систем (карбюраторних, дизельних) та різних марок насосів на техніці, для оцінки трудомісткості ремонтних робіт враховуватимуться дані з місцевого сільського господарства. Агрегати будуть поділені за марками, що дозволить точно оцінити необхідні ресурси для кожного типу обладнання. Крім того, у розрахунках буде враховуватися 20% резерв для непередбачених поломок та відмов. Результати будуть зведені в таблицю 1.1, де будуть зазначені марка паливних насосів та трудомісткість їх ремонту для цієї місцевості.

№ п/п	Марка машини	Марка насосу	Кількість по району + 20%	Загальна кількість	Трудомісткість ремонту одиниці, люд. год	Загальна трудомісткість, люд. год
1	К-700, КрАЗ	ЯМЗ – 238НБ	156+32	188	19,6+8,6	5301,6
2	К-701	ЯМЗ-240Б	29+6	35	16,6+6,3	801,5
3	Т-150, Т-150К ХТЗ-17221	НД-22/6Б4-24	58+11	69	8,5+4,9	924,6

4	ДТ-75М	4ТН-9Х10Т	62+12	74	7,8+3,2	814
5	«Дон – 1500»	6ТН-9Х10	46+10	56	8,4+3,2	649,6
6	МТЗ, ЮМЗ	УТН-5	380+76	456	7,1+3,7	4924,8
7	КамАЗ	КамАЗ-740	110+22	132	18,59	2453,8
8	МАЗ	ЯМЗ-236	35+7	42	9,69	406,9
9	ЗІЛ	Вся система	196+40	236	1,8	424,8
10	ГАЗ	Вся система	450+90	540	1,67	901,8
11	Імпортна техніка	John Deere, Perkins, BOSCH, Claas, common rail, Rexroth hydraulic	280+56	336	7,8+3,2	3696
Всього						21299,4

Зробимо детальні розрахунки з урахуванням коефіцієнтів, використовуючи як приклад насос ЯМЗ-238 НБ. Розрахунки для інших марок насосів будуть згруповані в таблиці 1.2.

Відповідно до формули (1.1), річна програма визначається наступним чином:

$$N^{ЯМЗ-238НБ} = \frac{0,97 \cdot 1 \cdot 45 \cdot 1200 \cdot 188}{1000 \cdot 100} = 98 \text{ рем.}$$

Таблиця 1.2 – Марочна кількість паливних насосів, що потребують ремонту та їх трудомісткість по районі

№ п/п	Марка машини	Марка насосу	Загальна кількість	Трудомісткість ремонту одиниці, люд.год	Загальна трудомісткість, люд.год
1	К-700, КрАЗ	ЯМЗ – 238НБ	98	19,6+8,6	2763,6
2	К-701	ЯМЗ-240Б	18	16,6+6,3	412,2
3	Т-150, Т-150К	НД-22/6Б4-24	36	8,5+4,9	482,4
4	ДТ-75М	4ТН-9Х10Т	39	7,8+3,2	429
5	Імпортна техніка	John Deere, Perkins, BOSCH, Claas, common rail, Rexroth hydraulic	175	7,8+3,2	1925
6	«Дон – 1500»	6ТН-9Х10	10	8,4+3,2	116
7	МТЗ, ЮМЗ	УТН-5	239	7,1+3,7	2581,2
8	КамАЗ	КамАЗ-740	51	18,59	948
9	МАЗ	ЯМЗ-236	26	9,69	251,9
10	ЗІЛ	Вся система	73	1,8	131,4
11	ГАЗ	Вся система	128	1,67	213,7
Всього					10254,4

Обсяг річної трудомісткості основної ремонтної продукції на спеціалізованому підприємстві визначають за формулою (1.2) [9, 10, 11, 12].

Розрахункові показники трудомісткості основних ремонтних операцій для різних марок паливних агрегатів подано в розділі 1.2 (табл. 1.2).

Визначення річної трудомісткості сервісного центру здійснюється з урахуванням додаткових ремонтних робіт за формулою (1.3).

Додатковий обсяг робіт визначається через аналіз діяльності існуючих підприємств та рекомендації щодо оптимізації використання ремонтних потужностей. У більшості компаній, що займаються ремонтом, додаткові роботи розраховуються як відсоток від основної трудомісткості. Зокрема, ремонт деталей складає 8-10% від основної трудомісткості, виготовлення та ремонт деталей — 5-7%, ремонт технічного обладнання — 3-5%, а решта незавершених робіт займає 10%.

Отже, загальний обсяг додаткових ремонтних робіт на підприємствах у жовтні виглядає таким чином:

$$\sum \mathrm{T}_{\text{дод}} = 0{,}01 \cdot 10254{,}4 + 0{,}05 \cdot 10254{,}4 + 0{,}5 \cdot 10254{,}4 + 0{,}01 \cdot 10254{,}4 =$$

$$= 3076 \text{люд-год}$$

У такому разі загальний річний обсяг робіт, що виконується згідно з формулою (1.3), становитиме:

$$\mathrm{T}_{\mathrm{p}} = 10254{,}4 + 3076 = 13330{,}7 \text{ люд-год}$$

Отже, відповідно до ремонтної програми та запланованого обсягу додаткових робіт, річна трудомісткість спеціалізованого відділення майстерні становить $\mathrm{T}_{\mathrm{p}} = 13330{,}7$ люд.-год.

Щільність об'єктів ремонту ($N_{\text{к}}$) визначається за даними джерел за формулою (1.4) [9, 10].

Розрахуємо кількість агрегатів, які потребують ремонтного обслуговування за формулою (1.5).

У такому випадку щільність об'єктів ремонту ($N_{\text{к}}$) можна визначити за формулою:

$$N_{\text{к}} = \frac{7 \cdot 974}{3670} = 1{,}86 \approx 2 \text{ шт/км}^2$$

Оскільки оптимальна зона обслуговування має форму кола, розрахуємо відповідний радіус цієї території за формулою (1.6).

Отже:

$$R_{\text{ср}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 71{,}7 \cdot 180 \cdot 1{,}6}{0{,}5(1-0{,}35-0{,}15) \cdot 2}} = 35 \text{ км}$$

З урахуванням особливостей планування території та наявної дорожньої інфраструктури, можна встановити, що оптимальний середній радіус перевезень, визначаємо за формулою (1.7).

$$R_{\text{ср}.n} = \frac{35}{1{,}06 \cdot 1{,}0} = 33 \text{ км}$$

Беручи до уваги розрахований оптимальний радіус зони обслуговування та наявність двох приватних підприємств, що спеціалізуються на ремонті паливної апаратури в межах району, можна визначити, що частка загальної трудомісткості, яка припадає на ці підприємства, становить приблизно 6200 люд.-год. Відповідно, розрахункова трудомісткість для проєктованого підприємства складе 7200 люд.-год.

1.2. Розрахунок програми ремонті гідравлічної дільниці

Розрахунки виконуються відповідно до формули (1.1).

Кількість гідророзподільників визначається на основі цієї формули та вихідних даних, що характеризують обсяг обслуговування і технічного стану машин у регіоні.

$$N_{\text{гідророзпод}} = \frac{1 \cdot 1{,}3 \cdot 40 \cdot 850 \cdot 600}{100 \cdot 1000} = 265 \text{ од}$$

Кількість гідроциліндрів визначається згідно з формулою (1.1) на підставі даних про експлуатаційне навантаження техніки, інтенсивність її використання та обсяги ремонтних робіт у межах зони обслуговування.

$$N_{\text{гідроцил}} = \frac{1 \cdot 1{,}3 \cdot 35 \cdot 850 \cdot 600}{100 \cdot 1000} = 232 \text{ од}$$

Кількість насосів:

$$N_{\text{насос}} = \frac{1 \cdot 1{,}3 \cdot 45 \cdot 850 \cdot 600}{100 \cdot 1000} = 298 \text{ од}$$

Отже, річна потреба в ремонтах гідроагрегатів визначається на основі проведених розрахунків та становитиме відповідну кількість, що відображає обсяг

ремонтних робіт у межах встановленого радіусу обслуговування та з урахуванням технічного стану машин за формулою (1.8).

Необхідно врахувати, що під час експлуатації гідроагрегатів може виникнути непередбачена відмова, яка становить близько 20% від загальної кількості агрегатів, що потребують ремонту. Цей обсяг розподіляється пропорційно між марками тракторів. Як результат, річний обсяг ремонтних робіт буде складати 952 гідроагрегати.

Розраховуємо трудомісткість робіт, що стосуються ремонту гідроагрегатів тракторів, за допомогою наступного виразу:

При цьому необхідно врахувати, що в майстерні планується ремонт агрегатів з різними розмірами та конструкціями, що, в свою чергу, призводить до різної трудомісткості. Так, трудомісткість ремонту гідророзподільників становить 4 години, насосів — 3,5 години, а гідроциліндрів — 3,2 години [10, 11].

З урахуванням річної трудомісткості ремонту гідроагрегатів і відповідної програми за їх марками, кінцева величина Т визначається за наступною формулою (1.10).

Таким чином, розрахунок значення Т виконується з урахуванням усіх вищезазначених параметрів за відповідною формулою, що дає змогу отримати загальну трудомісткість ремонту гідроагрегатів протягом року.

$$T = (318 \cdot 4 + 356 \cdot 3{,}5 + 278 \cdot 3{,}2) \cdot 1 = 3408 \text{ люд – год.}$$

Отже, річна трудомісткість, витрачена на ремонт 952 гідроагрегатів, складає 3408 люд-годин. Окрім основних ремонтних робіт, в майстерні передбачаються й інші види діяльності, такі як:

– ремонт обладнання – 8%;

– відновлення деталей – 8%.

Ремонт та виготовлення інструментів і приладів займають 5%, а інші роботи складають 10%. Для визначення загальної річної трудомісткості всіх робіт застосовуємо формулу (1.11).

Відповідно, сумарна трудомісткість становить величину, що враховує всі види ремонтних робіт, передбачених виробничою програмою, і визначається на основі попередніх розрахунків з урахуванням кількості одиниць техніки та трудових витрат

на їх обслуговування визначаємо за формулою (1.12).

Отже, на основі проведених розрахунків, було визначено річну програму ремонту гідроагрегатів, яка складає 952 одиниці. Загальна трудомісткість ремонтних робіт становить 4464 людино-години.

1.2.1. Розрахунок загальної програми ремонту

Оскільки в рамках проекту розробляється відділення для ремонту паливної та гідравлічної апаратури, необхідно визначити загальну трудомісткість та програму ремонту в одиничних показниках. Згідно з пунктом 1.1.1, трудомісткість ремонту агрегатів паливної апаратури складає 7200 людино-годин, а згідно з пунктом 1.1.2, трудомісткість ремонту гідравлічних агрегатів — 4464 людино-години. Отже, загальна трудомісткість ремонту, визначимо за формулою (1.13).

Програма ремонту формується на основі аналізу технічного стану обладнання, виробничих потреб підприємства та нормативних обсягів обслуговування, і становитиме відповідну кількість ремонтів, необхідну для забезпечення безперебійної роботи гідросистем у межах заданої зони обслуговування.

1.3. Розрахунок числа працівників та обгрунтування штату сервісного центру

Склад працівників виробничої майстерні формується на основі списку робіт, які виконуються з урахуванням кваліфікації та прийнятої технології ремонтно-обслуговуючих робіт. Кількість працівників для кожного виду діяльності визначається з урахуванням трудомісткості робіт та доступного фонду робочого часу, шляхом застосування відповідної формули (1.15) [9, 10].

При визначенні чисельності працівників для будь-якого виробничого підрозділу (цеху або дільниці) розрізняють два основні показники: списковий та явочний склад виробничих працівників. Списковий склад працівників (Рсп) використовується в межах виробництва, і його розрахунок здійснюється на основі фактичного фонду робочого часу, визначимо за формулою (1.16) [9, 10].

$$\Phi_д = 1840$$

$$Р_{сп} = \frac{11664}{1840 \cdot 1{,}0} = 6{,}3 \text{ чол.}$$

Приймаємо чисельність виробничих робітників у складі 6 осіб.

Кількість працівників, фактично задіяних у виробництві, визначимо за

формулою (1.17).

$$Р_я = \frac{11664}{2070 \cdot 1,0} = 5,6 \text{ чол.}$$

Приймаємо явочну чисельність робітників на рівні 6 осіб.

Розрахунок загальної кількості працівників майстерні здійснюється за формулою (1.18).

$$Р_{осн} = \frac{Т_р}{Ф_н \cdot к} = \frac{11664}{2070 \cdot 1,0} = 5,6 \text{ чол.}$$

Основний виробничий персонал приймаємо в кількості 4 осіб.

$Р_д$ – чисельність допоміжних робітників, яка становить 10–15% від кількості основних працівників, визначимо за формулою (1.19).

$$Р_д = 0,15 \cdot Р_{осн} = 0,15 \cdot 6 = 0,9 \text{ чол.}$$

$Р_{ітр}$ – кількість інженерно-технічного персоналу визначається за відповідною розрахунковою формулою (1.20).

Приймаємо одного інженерно-технічного працівника, обов’язки якого виконуватиме завідувач відділенням.

$Р_с$ – чисельність службового персоналу, розраховується за відповідною формулою (1.21).

$Р_{моп}$ – кількість молодшого обслуговуючого персоналу, що визначається за відповідною формулою (1.22).

Оскільки навантаження на молодших обслуговуючих працівників і службовців є низьким, їхні обов'язки будуть виконувати основні виробничі працівники, які суміщатимуть ці функції. Підставляючи отримані значення в формулу (1.18):

$$Р_з = 6 + 0,7 + 0,9 + 0,2 + 0,3 = 8,1 \text{чол.}$$

Таким чином штат відділення складає 8 чоловік.

1.4. Перевірочний розрахунок потреби відділення в технологічному обладнанні

Для точного визначення всіх типів обладнання потрібно враховувати наступні вихідні дані: технологічний процес, який реалізується, способи виконання робіт, а також трудомісткість окремих етапів або видів робіт, що відображає час, витрачений

на здійснення кожної конкретної операції.

Для точного розрахунку необхідного обладнання, яке забезпечить ефективність і безперебійність виробничого процесу, основне обладнання майстерні повинно включати мийні машини, металообробні верстати, ванни для гальванічного нарощування, а також стенди для обкатки та випробувань. Кількість одиниць кожного виду обладнання визначається на основі обсягів запланованих робіт і річного фонду часу, протягом якого це обладнання буде використовуватись. Для розрахунку необхідних випробувальних стендів застосовуються відповідні формули (1.23) [9, 10].

$$n = \frac{2000}{2010 \cdot 0{,}86} = 1{,}1 \text{ шт}$$

Передбачається використання одного випробувального стенда.

Для виконання операцій з розбирання та складання паливних насосів високого тиску передбачено відповідне оснащення та інструменти.

$$n = \frac{2200}{2010 \cdot 0{,}86} = 1{,}3 \text{ шт}$$

Передбачається встановлення одного стенда для розбирання.

Кількість необхідних пристроїв, що забезпечують проведення розбирання та складання вузлів із точними (прецизійними) парами, визначається з урахуванням технологічних вимог.

$$n = \frac{1100}{2010 \cdot 0{,}86} = 0{,}65 \text{ шт}$$

Передбачається використання одного спеціалізованого пристрою.

Кількість мийних ванн визначається виходячи з обсягів та специфіки очищення складових елементів.

$$n = \frac{1600}{2010 \cdot 0{,}86} = 0{,}92 \text{ шт}$$

Згідно з технологічним процесом миття, передбачається використання однієї ванни для очищення деталей керосином, однієї ванни для ультразвукового очищення, а також двох ванночок для очищення плунжерних пар. Детальний перелік основного та допоміжного обладнання можна знайти в додатку 1.

1.5. Обґрунтування площі, що необхідна для організації технологічного процесу ремонту ПА та гідроагрегатів

Розміри ремонтної майстерні включають кілька зон, кожна з яких має своє призначення, серед яких виробничі, адміністративно-конторські, побутові та складські приміщення. Виробнича зона містить майстерні приміщення для здійснення основних технологічних операцій, таких як монтаж, ремонт і обслуговування обладнання. Вони оснащені необхідним технологічним обладнанням, робочими місцями та зонами для зберігання заготовок, деталей і вузлів, що повинні знаходитися поблизу робочих станцій. Розрахунок площі виробничої дільниці здійснюється за допомогою спеціальних формул (1.14) [9, 10], що враховують розміри приміщень та їх функціональне призначення.

Ремонтне відділення паливної апаратури структурно поділяється на дві частини: дизельну та карбюраторну.

Для кожної з них здійснюється окремий розрахунок площі та ресурсного забезпечення.

Дизельна зона:

$$F_{Д} = 12{,}2 \cdot 4 = 48{,}8 \text{ м}^2$$

Карбюраторна дільниця:

$$F_{к} = 6{,}33 \cdot 4 = 25{,}3 \text{ м}^2$$

Дільниця з ремонту гідроагрегатів:

$$F_{Д} = 5 \cdot 3{,}5 = 17{,}5 \text{ м}^2$$

Таким чином, загальна площа відділення складає 96,6 м², з розмірами 6 х 18 м. Дільниця для ремонту дизельних апаратів займає площу 6 х 9 м², дільниця для ремонту карбюраторної апаратури — 3 х 6 м², а дільниця для обслуговування гідроагрегатів має розміри 3 х 6 м². Більш детальне технологічне планування відділення можна побачити на другому аркуші графічної частини проекту.

Розрахована загальна трудомісткість робіт для майстерні показує, що для ефективного виконання завдань потрібно залучити 6 основних працівників. Річна програма умовних ремонтів складає 38,9 умовних одиниць, що еквівалентно трудомісткості 11 664 людино-годин. Ці показники будуть основою для планування та організації робочих процесів у майстерні, що гарантує високий рівень

продуктивності та успішне виконання ремонтних завдань. Загальна площа проектованого відділення складає 108 м² при розмірах 6 х 18 м.

2. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ Й СКЛАДАННЯ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛІВ

2.1.Призначення та область застосування пристрою

Пристрій для розбирання та складання агрегатів паливної апаратури складається з двох окремих механізмів та робочого столу. Один механізм спеціалізується на розбиранні та складанні паливних насосів високого тиску, а інший — на ремонті форсунок. Цей стенд може бути використаний як на спеціалізованих ремонтних підприємствах, так і на станціях технічного обслуговування, а також у майстернях, що обслуговують техніку з дизельними паливними системами.

2.2.Огляд існуючих пристроїв, для розбирання й складання паливної апаратури дизелів

У зв'язку з розвитком електронно-керованих систем впорскування дизельного пального високого тиску та їх компонентів, виробники також створюють спеціалізоване обладнання та програмне забезпечення для діагностики, ремонту та налаштування паливної апаратури. Ремонт дизельних паливних систем часто вимагає розбирання та складання їх складових частин, що, у свою чергу, потребує використання спеціальних пристроїв і установок. На рисунку 2.1 представлений стенд ДД-3430, який застосовується для розбирання та складання паливних насосів високого тиску (ПНВТ) типу УТН [13].

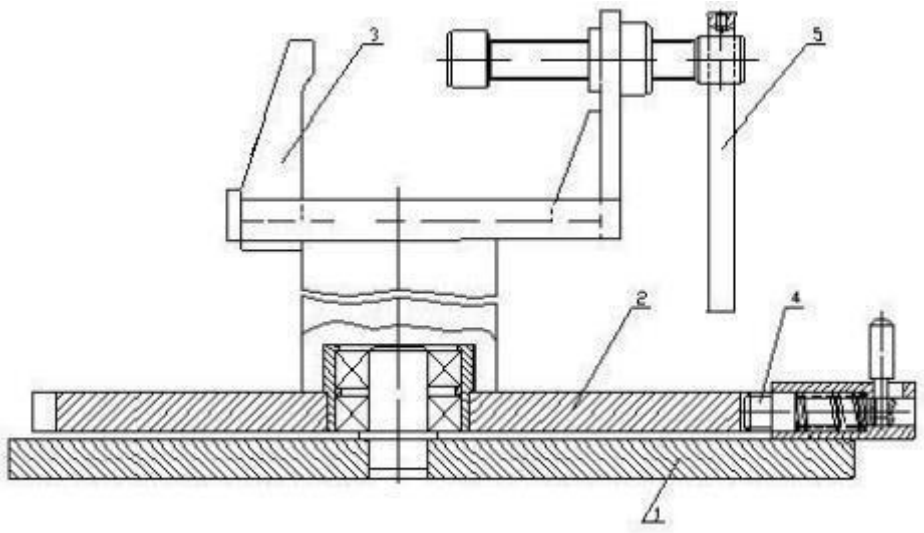


Рис. 2.1 Схема пристрій ДД-3430 для розбирання-складання ПНВТ

1- підставка, яка прикручується до верстата; 2- платформа поворотна, 3- опорна стійка ; 4- фіксатор повороту платформи; 5- прижим.

Стенд моделі ДД-3430 призначений для виконання операцій розбирання та складання паливних насосів високого тиску типів 4ТН, 6ТН, ЛСТН, УТН-5.

Він застосовується на станціях технічного обслуговування.

Конструкція пристрою (див. рис. 2.1) включає:

- опорну основу (позиція 1), яка жорстко фіксується на робочому столі;
- поворотну платформу (2) зі встановленою на ній струбциною (3);
- механізм для фіксації кута повороту (4);
- регулювальний гвинт (5) для точного налаштування.

Перед початком демонтажу або складання обладнання, стенд необхідно надійно закріпити на робочій поверхні.

Фіксація паливного насоса здійснюється за допомогою спеціальної трубки, яка забезпечує стабільність розміщення вузла і створює зручні умови для проведення ремонтних операцій.



Рис. 2.2 Стенд ДД-3430 для розбирання-складання ПНВТ (УТН)

Процес підготовки та виконання робіт на стенді відбувається за наступним етапами:

1. Надійно зафіксувати стенд на робочій верстаті за допомогою чотирьох болтів.

2. Помістити паливний насос на опорну частину платформи.

3. Закріпити насос за допомогою притискного гвинта.

4. Повернути платформу в зручне робоче положення та зафіксувати її для стабільності.

Основним обмеженням цього стенда є його вузька спеціалізація — він не підходить для розбирання та складання паливних насосів високого тиску з V-подібною конструкцією. Крім того, під час роботи можуть виникати труднощі з нахилом насоса на потрібний кут, а обертання платформи вимагає певних зусиль, що ускладнює процес виконання ремонту.

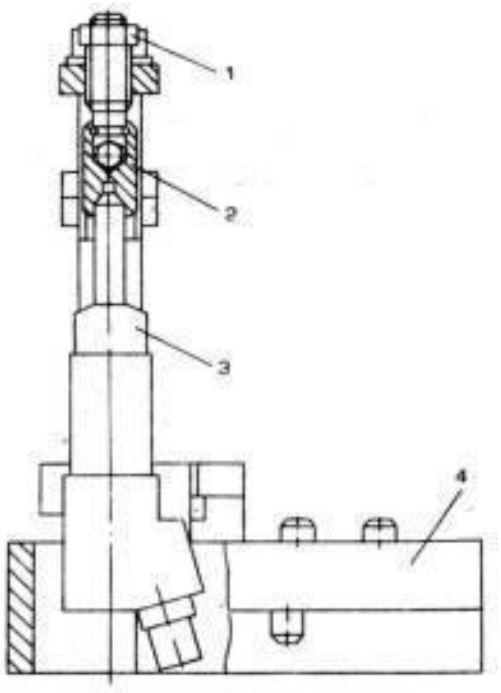


Рис. 2.3 И801.20.000. пристосування для розбирання-складання форсунки, насосної секції паливного насоса високого тиску й паливного насоса низького тиску [13]:

1-гвинт упору; 2-упор розпилювача; 3-форсунка; 4- станина

Для розбирання форсунки 3 (див. рис. 3.3) потрібно зафіксувати станину 4 в слюсарних лещатах та встановити форсунку в паз станини, при цьому розпилювач повинен бути спрямований вгору. Далі, затискаючи болт 1, за допомогою упору 2 необхідно вишговхнути розпилювач форсунки. Потім ріжковим ключем відкрутити гайку розпилювача. Під час складання форсунки гайку слід затягнути, використовуючи динамометричну рукоятку для досягнення точного моменту затягування.

Основним недоліком цього пристосування є те, що воно не може бути використане для розбирання та складання паливних насосів високого тиску. Крім того, для розбирання різних типів форсунок потрібно змінювати станину, що додає складності в роботі.



Рис. 2.4. Стенд для розбирання й складання паливних насосів КАМАЗ

Цей стенд використовується для розбирання та складання V-подібних паливних насосів високого тиску, виготовлених ВАТ «ЯЗДА», які встановлюються на двигуни ВАТ «КамАЗ» та застосовуються на станціях технічного обслуговування [14].

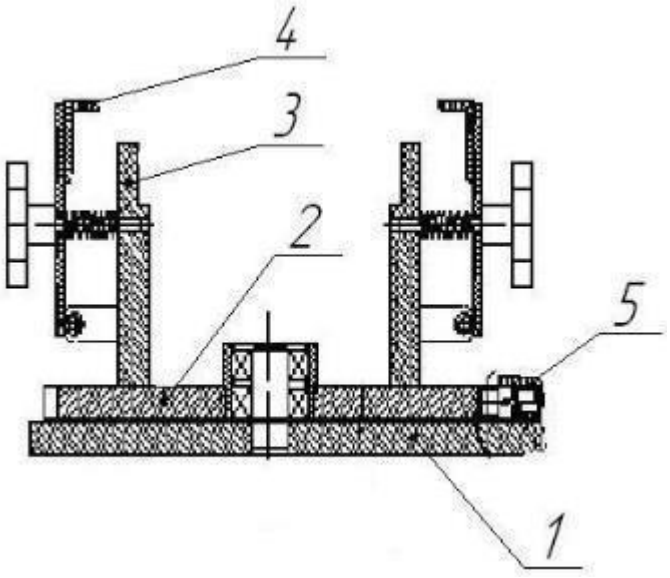


Рис. 2.5 Схема стенда для розбирання й складання паливних насосів КамАЗ

1- підставка; 2- поворотна платформа; 3- стійки; 4 – прижим; 5-фіксатор повороту платформи.

Стенд складається з основи, що кріпиться до робочого столу, та поворотної платформи, яка встановлюється на основі. На платформі розташовані опорні стійки, механізм фіксації повороту та прижимні елементи.

Основним недоліком цього стенду є його неможливість використовувати для розбирання та складання паливних насосів високого тиску з рядним розташуванням секцій.

Під час використання цього стенду виникає проблема неможливості нахилити насос під потрібним кутом, а також важкість обертання платформи, що ускладнює процес виконання робіт.

На рисунку 2.6 зображено стенд ДД-3420 (М-403) [13], призначений для розбирання та складання паливних насосів МАЗ (ЯМЗ), який дозволяє нахиляти насос в горизонтальній площині під кути 0°, 45° та 90°.



Рис. 2.6. Стенд ДД-3420 (М-403) для розбирання й складання паливних насосів МАЗ (ЯМЗ)

Цей стенд призначений для розбирання та складання рядних паливних насосів високого тиску, виготовлених ВАТ "ЯЗТА" для використання на двигунах ВАТ "МАЗ" і обслуговування на технічних станціях.

Конструкція стенда включає:

– Стійку основу, яка надійно кріпиться до робочого столу.

– Платформу, що має можливість нахилу та повороту, з опорними стійками, що дозволяє обертати насос навколо своєї осі та нахиляти його під кути 0°, 45° та 90°.

– Механізм фіксації платформи для надійної фіксації вибраного положення.

– Притискні елементи для утримання насоса під час проведення ремонтних робіт.

Початковий етап роботи з стендом полягає в надійному кріпленні його до робочого столу. Потім насос встановлюється на платформу і фіксується струбциною, що забезпечує його стабільність і зручність роботи. Завершальний крок включає міцне закріплення стенда до верстата за допомогою чотирьох болтів та правильне розміщення насоса на підставці для подальшої роботи.

Насос фіксується за допомогою спеціального гвинта. Для здійснення робіт необхідно надійно закріпити струбцину у вертикальному положенні за допомогою відповідних фіксаторів, а також зафіксувати її в горизонтальній площині іншим механізмом, що дозволяє розмістити насос у найбільш зручному для роботи положенні.

Серед основних недоліків даного стенда варто відзначити його обмежену сумісність: він не підходить для розбирання та складання паливних насосів високого тиску V-подібної конструкції. Крім того, процес нахилу насоса під потрібним кутом неможливий, а поворот платформи здійснюється з певними труднощами.

Аналізуючи існуючі пристрої для розбирання та складання дизельних паливних систем, можна зробити висновок, що більшість з них мають складну конструкцію та потребують застосування спеціалізованих інструментів і додаткового обладнання, що значно збільшує вартість їх експлуатації.

Для вирішення цих проблем пропонується розробка нового універсального пристрою для обслуговування паливної апаратури дизельних двигунів, зокрема форсунок CR, насос-форсунок та ПНВТ. Це дозволяє виконувати розбирання і складання для різних моделей дизельних систем.

Основні переваги нового універсального пристрою:

–Проста конструкція, що забезпечує зручність у використанні.

–Відповідність сучасним інженерним стандартам та вимогам безпеки.

–Універсальність, що дозволяє працювати з різними типами паливної апаратури.

–Безпека та зручність експлуатації.

–Економічна ефективність завдяки оптимальному поєднанню функціональності та вартості.

2.3. Розробка універсального пристрою для розбирання й складання паливної апаратури дизелів

Згідно з вимогами, викладеними в розділі 2.2, був розроблений пристрій для розбирання та складання паливної апаратури. Конструкція цього пристрою складається з основного корпусу та стійки, що включає змінні фіксатори для різних видів обслуговування.

На рисунку 2.7 представлено схематичне зображення розробленого пристрою, призначеного для розбирання і складання різноманітних типів паливних насосів високого тиску, а також для роботи з усіма видами форсунок і насос-форсунок. Його універсальність дозволяє використовувати пристрій у ремонтних майстернях, сервісних центрах і на підприємствах, що займаються обслуговуванням дизельних двигунів.

Пристрій має конструкцію, що включає корпус-основу, яка надійно закріплюється на слюсарному верстаті, а також кришку у вигляді обертової платформи. До цієї платформи приварена стійка, що служить опорою для вала фіксатора.

Такий дизайн дає можливість обертати паливну апаратуру навколо її осі, а вал фіксатора надає додаткову свободу руху, що значно спрощує процес розбирання та складання паливних насосів високого тиску. Цей механізм покращує ергономіку робочого процесу, зменшує час, необхідний для ремонту ПНВТ та форсунок, а також підвищує загальну ефективність ремонтних робіт.

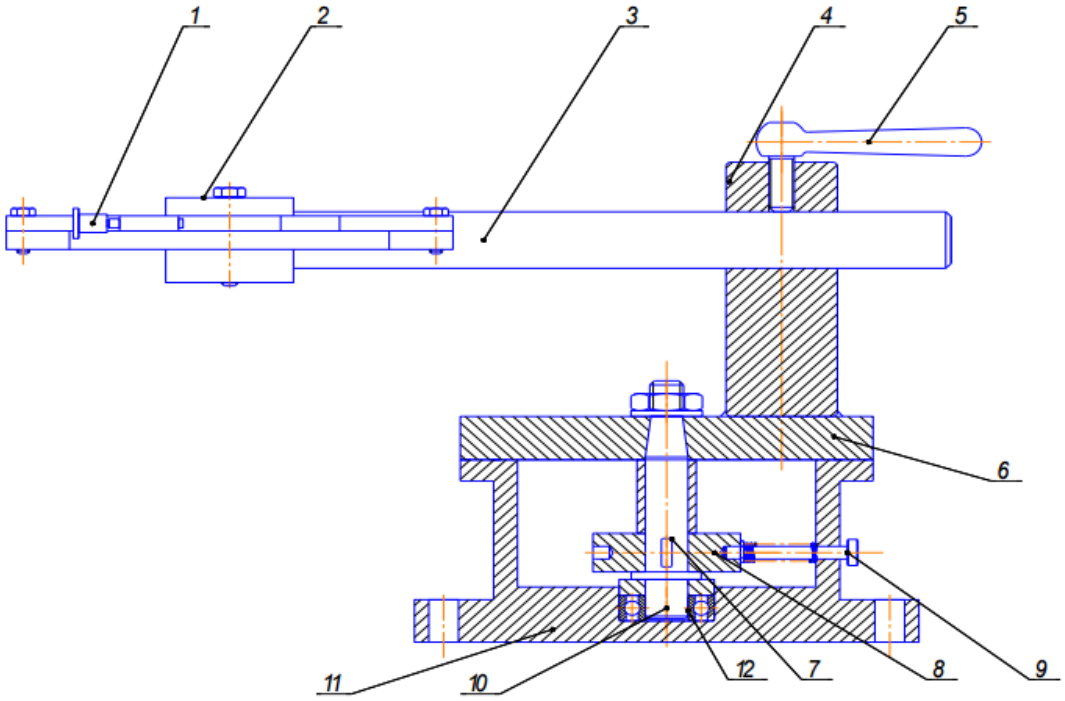


Рис. 2.7. Пристрій для розбирання й складання паливної апаратури дизелів 1- Планка для кріплення насос-форсунок; 2- фіксатор планки;3 – вал фіксатора планки; 4 – стійка; 5 - рукоятка; 6 - кришка; 7 - шпонка; 8 - колесо; 9 - фіксатор; 10 - вал; 11 - корпус; 12 - підшипник.

2.4. Конструктивні розрахунки

2.4.1. Розрахунки різьбового сполучення

Основним критерієм надійності різьбових кріпильних з'єднань є їх здатність витримувати механічні навантаження. Для цього стандартні кріпильні елементи спроектовані так, щоб забезпечити рівномірний розподіл навантажень з урахуванням таких показників:

– напруження зрізу та зминання у різьбовій частині;

– напруження розтягу в нарізаній ділянці стрижня та в зоні переходу до головки.

Ці параметри є запорукою тривалого терміну служби та високої надійності кріпильних з'єднань під час їх експлуатації.

Розрахунок міцності різьбових з'єднань зазвичай здійснюють як перевірочну процедуру для нестандартних конструкцій. Для цього проведемо розрахунок на зріз різьби М8×1 вала кріплення притискача.

Матеріал шпильки – сталь 45. При розрахунку припускаємо, що навантаження рівномірно розподіляється між усіма витками різьби. Для компенсації можливих

похибок в розрахунках використовуються допустимі значення напружень, що забезпечують необхідний рівень точності та безпеки.

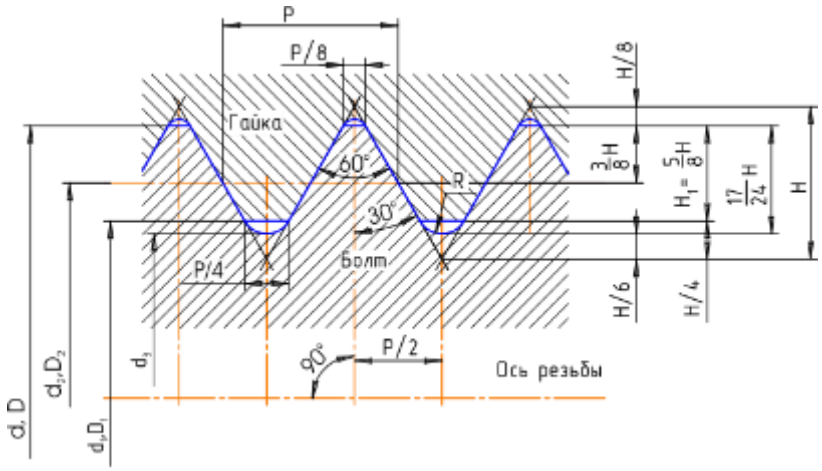


Рис. 2.8 Геометричний параметри метричного різьби

Умова міцності різьби на зріз має вигляд формула (3.1) [16].

Розрахунок допустимого напруження на зріз $[\tau_{ср}]$ виконується відповідно до формули (2.2), наведеної в [16].

Величина зусилля Q (у Ньютонах) визначається згідно з формулою (2.3), наведеною у джерелі [16].

$$Q = 20 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot 0{,}01^2 = 0{,}628 \text{ Н}$$

Якщо гвинт і гайка виготовлені з одного й того ж матеріалу, то перевірку на зріз проводять лише для гвинта, оскільки його внутрішній діаметр d_1 не перевищує діаметр отвору в гайці D, формула (2.4).

$$A_{ср} = \pi \cdot 0{,}005 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}007 = 0{,}000824 \text{ м}^2$$

Після підстановки числових значень у формулу (2.2), отримуємо результат.

$$\tau_{ср} = \frac{0{,}628}{\pi \cdot 0{,}005 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}007} = 76{,}2 \text{ МПа} \leq [\tau_{ср}] = 0{,}4 \cdot 240 = 96 \text{ МПа}$$

$$\tau_{ср} \leq [\tau_{ср}]$$

Таким чином, за підсумками розрахунку на зріз різьбового з'єднання встановлено, що умова міцності виконується.

2.4.2. Розрахунки пружини стиску

Стиснена пружина кручення може розглядатися як просторово зігнутий стрижень, вісь якого у найпростішому випадку має форму гвинтової лінії. Геометричні характеристики такої осі визначаються двома основними параметрами: середнім діаметром витка D_m та кількістю витків n_w.

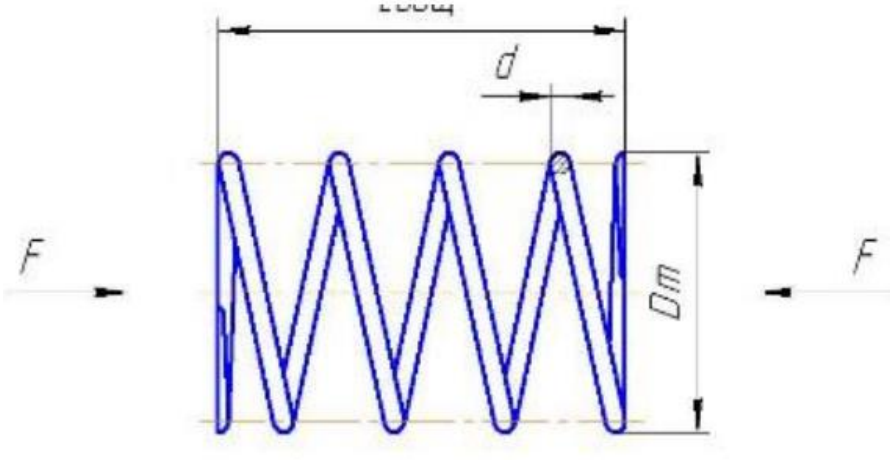


Рис. 2.9. Пружина стиску

Виконаємо розрахунок пружини стиску, яка виконує демпфуючу функцію в конструкції розробленого стенда.

Напруження у витках пружини τ_wвизначається за формулою (2.5) [16].

$G = 81{,}5$ Н/м^2 – стальна пружина

Кількість робочих витків n_w визначається за формулою (2.6) [16].

$$n_w = \frac{81{,}5}{8} \cdot \left(\frac{0{,}007^4 \cdot 0{,}010}{0{,}011^2 \cdot 0{,}03}\right) = 6{,}03 \text{ шт}$$

Хід пружини f визначається за формулою (2.7) [16].

$$f = \frac{8}{81{,}5} \cdot \left(\frac{0{,}011^2 \cdot 6}{0{,}007^4}\right) \cdot 0{,}03 = 0{,}01 \text{ м}$$

Жорсткість пружини F обчислюється також за відповідним виразом (2.8) [16].

$$F = \frac{81{,}5}{8} \cdot \left(\frac{0{,}007^4 \cdot 0{,}01}{0{,}011^3 \cdot 6}\right) = 0{,}03\text{Н}$$

На основі отриманих розрахункових даних пружину виготовляють індивідуально, відповідно до вимог заданої конструкції.

2.4.3. Розрахунок осі на міцність

Найбільше навантаження на стенді припадає на вісь, на якій закріплена плита, тому для підтвердження міцності та жорсткості цієї осі проведемо відповідні розрахунки.

Крутний момент, переданий від рукоятки, можна ігнорувати через його незначну величину. Основним навантаженням на вісь є навантаження згину, яке виникає від впливу змінної плити з встановленим на ній паливним насосом. Вага насоса ЯМЗ 238 (ЯЗТА) складає 30,55 кг, що еквівалентно 310 Н.

На першому етапі розрахунків створимо ескіз валу, складимо розрахункову схему та побудуємо епюри сил і моментів. Розрахункову схему можна побачити на малюнку 2.10.

1. Для початку визначимо реакції в опорах (рис. 2.10) у вертикальній площині за формулами (3.9-3.10).

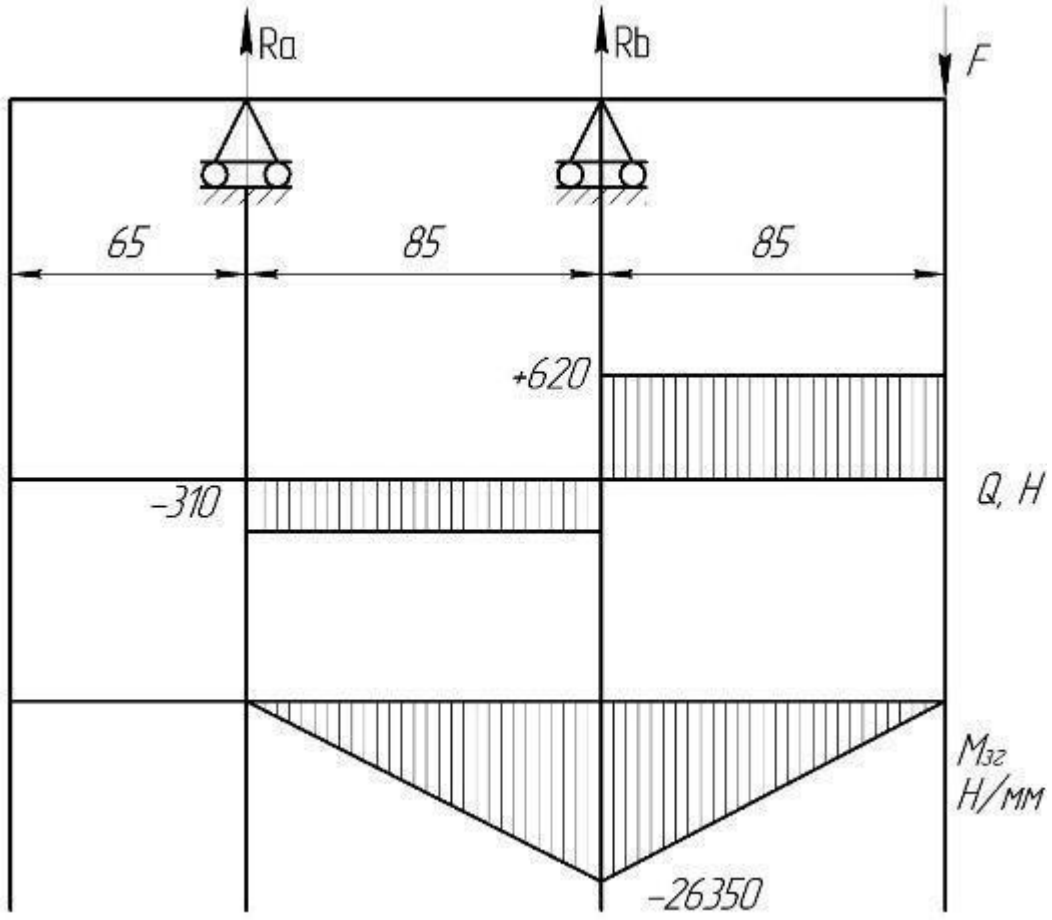


Рис. 2.10 Схема розрахунку реакцій в опорах валу та визначення небезпечного перерізу

Звідси за формулою (2.11) проводимо наступні розрахунки.

Знаючи величину реакції R_A, обчислюємо реакцію R_B за формулою (2.12).

$$R_B = 310 + 310 = 620H$$

Після виконання розрахунків проводимо перевірку правильності визначених значень реакцій опор за формулою (2.13).

Таким чином, складене рівняння рівноваги підтверджує коректність обчислень, а отримані реакції вважаються достовірними.

Далі визначаємо згинальний момент, що виникає під дією прикладеної сили за формулами (2.14-2.15).

$$M_{згВ1} = 85 \cdot (-310) = 26350 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$М_{згВ2} = 85 \cdot 310 = 26350 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Виходячи з отриманих значень моментів, будуємо епюру згинаючих моментів (рис. 2.10). Після аналізу епюр поздовжніх сил та згинальних моментів можемо зробити висновок, що найбільш критичний переріз валу розташований в точці В. Саме для цієї точки і буде визначатися діаметр валу.

Діаметр валу визначається згідно з умовою міцності на згин за формулою (2.16) [16].

$М_{зг}$ – згинальний момент у перерізі в точці В (приймається $М_{зг} = 26350$ Н·мм);

W_x – осьовий момент опору (інерції) перерізу, мм³ за формулою (2.17) [14].

Підставивши значення W_x у формулу (2.16), визначаємо шукану величину за формулою (2.18).

Звідси діаметр вала визначаємо за формулою (2.19).

$$d = \sqrt[3]{\frac{26350}{0{,}1 \cdot 167}} = \sqrt[3]{1577{,}8} = 11{,}6 \text{ мм}$$

Отже діаметр валу становить 12 мм.

2.5. Розробка технологічної карти на складання пристрою для розбирання й складання пристрою

Для ефективного виконання ремонтних робіт з дизельною паливною апаратурою необхідно застосовувати сучасні інструменти та пристосування, що відповідають таким вимогам: безпека, зручність, функціональність і проста конструкція.

У рамках дипломного проекту передбачається розробка технологічної карти для складання пристрою, призначеного для розбирання та складання паливної апаратури дизельних двигунів. Технологічний процес складається з кількох етапів:

1. Підготовчі операції: Перш за все необхідно приварити стійку до кришки, при цьому важливо дотримуватися строго вертикального положення стійки відносно кришки. Для запобігання пошкодженню поверхні валу при закріпленні його в лещатах, слід використовувати бронзові пластини. Потім потрібно встановити колесо з шпонковим з'єднанням на вал, фіксуючи його, щоб уникнути провертання.

2. Складальні операції: Після підготовки необхідно закріпити корпус в слюсарних лещатах, забезпечуючи його вертикальне положення. Далі

запресовується підшипник в корпус, а втулка розміщується між опорою вала та підшипником. Після цього вставляється вал з колесом в корпус, встановлюється кришка на вал і затягується гайка за допомогою ключа типу S22. Момент затягування гайки має бути в межах 110-120 Н·м. На завершення операції встановлюється тримач у стійку, і перевіряються моменти затягування всіх з'єднань.

Установити пристрій для розбирання й складання паливної апаратури дизелів у слюсарний верстат як показано на рис. 2.11.

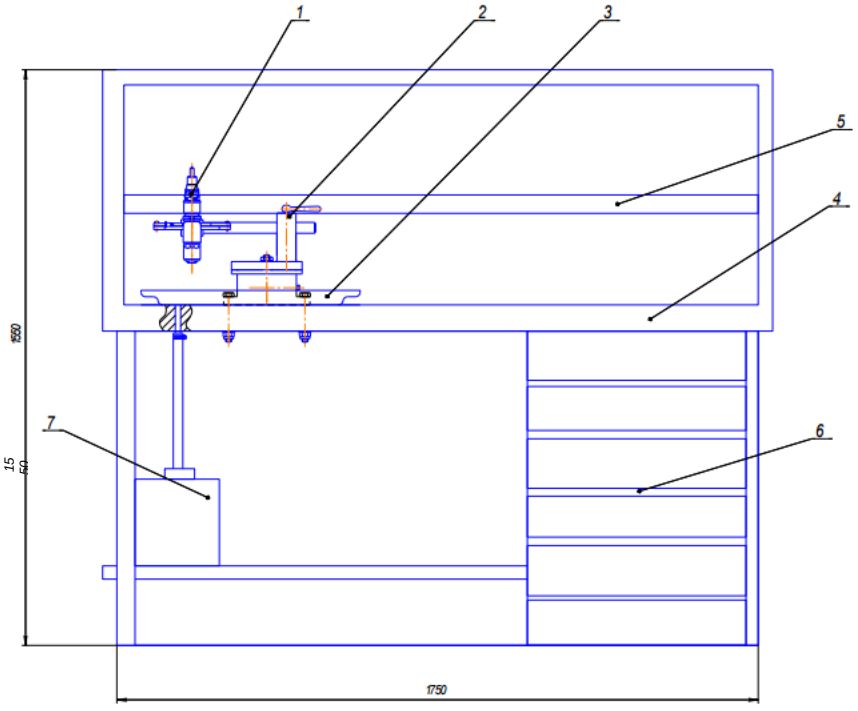


Рис. 2.11. Монтажна схема пристрою для розбирання й складання паливної апаратури дизелів на верстат слюсарний:

1 насос-форсунка; 2 – пристрій для розбирання й складання паливної апаратури дизелів; 3 – ванна; 4 – верстат слюсарний; 5 – полка для оснащення пристрою; 6 – ящик для інструментів; 7 – каністра для збору рідини.

Після завершення складальних робіт необхідно прибрати робоче місце, вилучити пил і бруд.

2.6. Технічна характеристика стенду

Технічні характеристики розробленої конструкції наведені на третьому аркуші графічної частини проекту.

У цьому розділі визначено технічне завдання для створення стенду, який призначений для розбирання та складання паливних насосів високого тиску. Здійснено розрахунки основних елементів та вузлів, а також розроблено загальну

схему компонування пристрою.

Цей стенд можна застосовувати як на спеціалізованих ремонтних підприємствах, так і в гаражних майстернях, на станціях технічного обслуговування та в господарських майстернях. Впровадження цієї конструкції дозволить зменшити час на завершальні операції на 12–15 %.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Стан охорони праці

Відділ охорони праці займається проведенням навчань і контролює виконання норм безпеки, забезпечуючи працівників необхідним спецодягом і засобами індивідуального захисту. В ремонтних майстернях підприємства встановлена система притяжно-витяжної вентиляції, що підвищує безпеку роботи. Враховуючи високу вартість енергоносіїв, підприємство переорієнтувалося на опалення за допомогою твердопаливних пічок "Булерян".

– Одними з основних недоліків господарства є кілька важливих аспектів. По-перше, відсутність спеціально обладнаної зварювальної дільниці в ремонтній майстерні змушує виконувати зварювальні роботи на відкритому повітрі. Це збільшує ризик для працівників, особливо в умовах вогкості, що сприяє небезпеці ураження електричним струмом.

– По-друге, хоча підприємство надає спецодяг, для зварювальників необхідно забезпечити додатковий захист у вигляді спеціальних костюмів, що здатні захистити від іскор і крапель розплавленого металу.

– Крім того, на підприємстві відсутні куточки охорони праці в підрозділах, що може ускладнювати процес навчання персоналу щодо забезпечення безпеки праці та знижувати ефективність профілактичних заходів.

3.2. Вимоги охорони праці при проведенні ремонтно-обслуговуючих робіт по паливним агрегатам

3.2.1. Загальні положення

Ці правила охорони праці визначають основні вимоги для безпечного виконання робіт з ремонту та обслуговування паливних систем тракторів і автомобілів.

До роботи з ремонту та обслуговування агрегатів паливної апаратури допускаються лише працівники, які:

- Пройшли медичний огляд і отримали дозвіл на виконання таких робіт;
- Оволоділи необхідними знаннями та навичками з охорони праці через навчання та інструктажі;
- Мають відповідну кваліфікацію та досвід роботи з паливними системами

тракторів і автомобілів;

– Ознайомлені з інструкціями щодо експлуатації паливної апаратури для відповідних транспортних засобів.

Всі роботи повинні виконуватися згідно з вимогами:

– Законів України, що регулюють охорону праці;

– Нормативно-правових актів, що регулюють охорону праці;

– Інструкцій з експлуатації паливної апаратури;

– Встановлених стандартів охорони праці.

Відповідальність за забезпечення безпеки під час виконання робіт з ремонту та обслуговування паливних систем тракторів та автомобілів покладається на роботодавця.

3.2.2. Вимоги до приміщень

Ремонт і обслуговування агрегатів паливної апаратури тракторів та автомобілів повинні здійснюватися в спеціально підготовлених приміщеннях, що відповідають наступним вимогам.

– Відповідність санітарним нормам і стандартам.

– Дотримання правил пожежної безпеки.

– Виконання вимог електробезпеки.

Приміщення для проведення ремонтних робіт повинні бути:

– Чистими та сухими.

– Має відповідне освітлення.

– Оснащеними справною вентиляцією.

– Обладнаними необхідними інструментами, пристосуваннями та засобами індивідуального захисту.

3.2.3. Вимоги до обладнання

Обладнання, яке застосовується для ремонту та обслуговування паливної апаратури тракторів і автомобілів, повинно відповідати наступним вимогам:

– Технічним характеристикам і умовам.

– Правилам пожежної безпеки.

– Вимогам електробезпеки.

Крім того, обладнання має бути:

– Справним і знаходитися в робочому стані.

– Встановленим відповідно до встановлених стандартів.

– Забезпеченим належним заземленням (зануленням).

– Огородженим захисними кожухами для безпеки.

3.2.4. Вимоги до інструментів та пристосувань

Інструменти та пристосування, які використовуються для ремонту та обслуговування агрегатів паливної апаратури тракторів і автомобілів, повинні відповідати таким вимогам:

– Технічним вимогам.

– Інструкціям з експлуатації.

Вони повинні бути:

– Справними і в хорошому стані.

– Мати відповідний розмір та форму.

– Мати правильну заточку.

– Бути без задирок, тріщин та інших дефектів.

3.2.5. Вимоги до засобів індивідуального захисту

Працівники, які виконують ремонт та обслуговування агрегатів паливної апаратури тракторів та автомобілів, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до вимог:

– Нормативно-правових актів з охорони праці.

– Інструкцій з експлуатації паливної апаратури тракторів та автомобілів.

Засоби індивідуального захисту повинні:

– Бути у справному стані.

– Мати відповідний розмір і забезпечувати комфорт під час використання.

3.2.6. Вимоги до безпечного виконання робіт

Перед тим, як розпочати ремонтні та обслуговувальні роботи з паливною апаратурою тракторів та автомобілів, необхідно:

– Ознайомитися з інструкцією з експлуатації відповідних агрегатів.

– Отримати дозвіл на виконання робіт (наряд-допуск).

– Перевірити справність використовуваного обладнання, інструментів і пристосувань.

– Надіти необхідні засоби індивідуального захисту.

Під час виконання робіт з ремонту та обслуговування агрегатів паливної апаратури тракторів і автомобілів забороняється:

Забороняється:

– Виконувати роботи з несправним обладнанням, інструментами чи пристосуваннями.

– Проводити роботи без належного використання засобів індивідуального захисту.

– Працювати в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння.

– Відволікатися від виконання робочих обов'язків на особисті справи.

Після завершення робіт з ремонту та обслуговування паливної апаратури тракторів і автомобілів потрібно:

– Прибрати робоче місце та повернути інструменти на свої місця.

– Зняти засоби індивідуального захисту.

– Повідомити керівника про завершення робіт і виконання завдань.

3.2.7. Вимоги до навчання та інструктажу

Особи, які допускаються до робіт з ремонту та обслуговування паливних систем тракторів і автомобілів, повинні пройти:

– Вступний інструктаж з охорони праці.

– Первинний інструктаж безпосередньо на робочому місці.

– Періодичний інструктаж з охорони праці.

– Цільовий інструктаж з охорони праці.

Інструктажі з охорони праці повинні проводитись:

– Освіченою відповідальною особою, яка пройшла необхідну підготовку.

– Згідно з затвердженими роботодавцем програмами навчання.

3.2.8. Відповідальність за порушення вимог охорони праці

Особи, що порушують норми охорони праці, притягуються до відповідальності відповідно до діючих законодавчих актів України.

3.3. Розробка заходів що до поліпшення умов праці на підприємстві

Оцінка стану охорони праці на підприємстві включає такі ключові етапи:

– Виявлення небезпечних і шкідливих умов праці в робочому середовищі.

– Оцінка потенційних виробничих ризиків.

– Аналіз санітарно-гігієнічних умов праці.

Аналіз причин нещасних випадків і професійних захворювань, а також розробка та впровадження системи управління охороною праці включають наступні етапи:

– Встановлення конкретних цілей і завдань в області охорони праці.

– Розробка політики в сфері охорони праці.

– Призначення відповідальних осіб за безпеку праці.

– Організація навчання і проведення інструктажів з охорони праці.

– Вжиття заходів для запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

– Контроль за виконанням вимог охорони праці.

Покращення матеріально-технічної бази охорони праці передбачає:

– Забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту.

– Оновлення обладнання та технологій із урахуванням вимог безпеки.

– Створення належних санітарно-гігієнічних умов праці.

– Організацію робочих місць згідно з ергономічними стандартами.

Підвищення кваліфікації працівників в області охорони праці здійснюється через:

– Регулярне навчання та проведення інструктажів.

– Розповсюдження інформаційних матеріалів.

– Заохочення активної участі працівників у питаннях безпеки на робочих місцях.

Формування позитивного психологічного клімату в колективі включає:

– Справедливе ставлення до кожного працівника.

– Створення атмосфери підтримки і взаємодопомоги.

– Заохочення ініціативи та творчого підходу.

Співпраця з органами державного нагляду за охороною праці включає:

– Своєчасне виконання вимог державних органів.

– Спільне проведення розслідувань нещасних випадків і професійних

захворювань.

Запровадження цих заходів допоможе значно зменшити кількість нещасних випадків і професійних захворювань та поліпшити умови праці.

На основі проведеного аналізу можна зробити такі висновки:

На дільниці ремонту паливної апаратури було впроваджено низку заходів для забезпечення безпечних умов праці. Серед основних заходів варто виділити:

– Ознайомлення працівників з інструкціями з охорони праці;

– Надання працівникам необхідних засобів індивідуального захисту;

– Використання технічних засобів та обладнання, що відповідають вимогам безпеки;

– Регулярне проведення інструктажів з охорони праці;

– Постійний контроль за дотриманням стандартів безпеки на робочому місці.

Завдяки вжитим заходам вдалося значно знизити кількість нещасних випадків та професійних захворювань на дільниці. Рівень безпеки праці відповідає чинним стандартам та нормативам.

Проте для подальшого удосконалення охорони праці варто впровадити додаткові заходи, спрямовані на подальше зменшення існуючих ризиків.

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Розглянемо оцінку ефективності модернізації сервісного підрозділу, що виконує технічне обслуговування паливної апаратури та гідроагрегатів у господарстві.

Площа, яку займає сервісна служба, становить 96,6 м², а загальна трудомісткість виконаних робіт — 11 666 людино-годин, що відповідає 38,9 умовним ремонтним одиницям.

Для проведення економічного аналізу результатів модернізації будемо спиратися на вихідні дані, подані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Данні необхідні для оцінки економ. ефекту

Показники	Позначення показників	Значення показників
Об'єм робіт з ремонту та ТО, ум. рем.	Q	38,9
Штат робітників за основним місцем роботи, чол	$К_{пр}$	8
Заробітна плата виробничих робітників, грн.	$ЗП_{ср}$	15000
Витрати коштів на придбання обладнання, грн.	$Б_{пр}$	1200000,00
Об'єм електроенергії, що витрачається за рік, кВт/год.	$Q_{ел}$	43600
Вартість однієї кВт/години, грн.	$Ц_{ел}$	6,00
Вартість одного умовного ремонту, грн.	$Ц_{ум.рем.}$	66200,00

Під час аналізу економічної ефективності дипломного проєкту доцільно визначити ключові показники, такі як: загальна вартість ремонтних робіт, експлуатаційні витрати та термін окупності інвестицій [19].

1. Вартість виконаних ремонтів:

Загальна вартість ремонтних робіт позначається як $В_{пр}$ і розраховується за формулою (4.1).

$$В_{ПР} = 38{,}9 \cdot 66200{,}00 = 2575180{,}00 \text{ грн}$$

2. Експлуатаційні витрати

Ці витрати охоплюють витрати на управління, обслуговування виробничих

процесів, оплату праці тощо. Загальна формула розрахунку має вигляд(4.2).

$$ЗП = 15000 \cdot 8 \cdot 12 = 1440000{,}00 \text{ грн}$$

12 - кількість робочих місяців за рік.

Розрахунок амортизації, проходить за формулою (4.4).

$$А = \frac{1200000{,}0 \cdot 21{,}93}{100} = 263160{,}00 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію визначаються залежно від кількості спожитих кВт·год та тарифу, визначаємо за формулою (4.5).

$$В_{ел} = 43600 \cdot 6{,}00 = 261600{,}00 \text{ грн}$$

Витрати на ремонтні матеріали зазвичай становлять **30 %** від суми амортизаційних нарахувань, розраховуємо за формулою (4.6).

$$В_{рем} = \frac{263160{,}00 \cdot 30}{100} = 78948{,}00 \text{ грн}$$

Інші витрати (ІВ) приймаються як **3 %** від загальної суми експлуатаційних витрат, визначаємо за формулою (4.7).

$$ІВ = \frac{(1440000{,}00 + 263160{,}00 + 261600{,}00 + 78948{,}00) \cdot 3}{100} = 61311{,}0 \text{ грн}$$

Проведемо розрахунок експлуатаційних витрат за формулою.

$$ЕВ = 1440000{,}00 + 263160{,}00 + 261600{,}00 + 78948{,}00 + 61311{,}00 = 2105019{,}00 \text{ г}$$

Після обчислення загальних витрат розраховуємо собівартість ремонтних робіт у господарстві за формулою (4.8).

$$ПС = 2105019{,}00 \cdot 1{,}02 = 2147119{,}6 \text{ грн}$$

Далі визначаємо річний прибуток від надання послуг технічного обслуговування та ремонту, використовуючи різницю між доходами та понесеними витратами за такою формулою (4.9).

$В_{пр}$ – витрати на ремонт та експлуатацію відповідно.

$$П = 2575180{,}0 - 2147119{,}6 = 428060{,}4 \text{ грн}$$

На основі прибутку визначаємо рентабельність проєкту за формулою (4.10).

3. Окупність інвестицій:

Розрахунок терміну повернення вкладених коштів проводиться за формулою (4.11).

Усі розраховані значення відображаються в графічній частині пояснювальної

записки (лист 6). Проведена економічна оцінка модернізації сервісної служби свідчить про її доцільність. Рентабельність виконання ремонтних робіт становить 20 %, а термін повної окупності вкладених коштів — близько 3 років.

ВИСНОВОК

Аналіз діяльності ремонтних підприємств у регіоні виявив значні труднощі, пов'язані з ремонтом агрегатів паливних та гідравлічних систем, оскільки ремонти часто проводяться в містах Черкаси, Кропивницький та Вінниця, що призводить до значних витрат часу і ресурсів для місцевих господарств. Запорізький район, маючи великий парк вітчизняної сільськогосподарської техніки, потребує належних послуг з ремонту паливних і гідравлічних систем.

Згідно з аналізом спеціалізованої літератури, ремонти агрегатів паливних систем дизельних і карбюраторних двигунів не рекомендується проводити в одному приміщенні через вимоги до якості виконання робіт та безпеки. Тому в рамках проекту було спроектовано окремі приміщення для ремонту дизельних і карбюраторних систем, а також для гідросистем.

Результати проекту включають:

– Трудомісткість робіт складає 11 664 людино-години, що відповідає 38,9 умовним ремонтам.

– Для організації роботи на дільниці необхідно 6 основних і 2 допоміжних працівників, всього 8 осіб.

– Відділення складається з трьох зон: ремонт дизельних паливних агрегатів (48,8 м²), карбюраторних паливних агрегатів (25,3 м²) і гідроагрегатів (17,5 м²), загальна площа складає 96,6 м² (розмір 6 х 18 м).

Крім того, розроблено конструкцію стенду для розбирання та складання паливних насосів, що дозволить покращити умови праці і знизити витрати часу на 9-15%. Також передбачено впровадження заходів з покращення охорони праці, що включають вимоги безпеки під час ремонту агрегатів паливної та гідравлічної апаратури.

За результатами техніко-економічного аналізу запропонованих проектних рішень, встановлено, що відкриття нового відділення в майстерні може збільшити рентабельність підприємства на 20%. Це свідчить про те, що інвестиції, спрямовані на реалізацію цього проекту, повернуться протягом 2,8 років, що є оптимальним терміном для відшкодування витрачених коштів. Таким чином, запуск нового

відділення є економічно вигідним і перспективним кроком, оскільки він сприяє зростанню рентабельності та має чітке фінансове обґрунтування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для підготовки документації на дипломне проектування для студентів денної і заочної форми навчання Інституту механізації і електрифікації сільського господарства напряму підготовки 6.100102„ Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва", освітньо-кваліфікаційних рівнів: „бакалавр", „спеціаліст", „магістр" / А.В. Рудь, І.М. Бендера, В.І. Дуганець, Ю.І. Панцир, І.О. Мошенко, О.В. Думанський; за ред. А.В. Рудя – Кам'янець-Подільський, ПДАТУ, 2014. – 127 с.

2. Дипломне проектування з ремонту машин агропромислового комплексу / І.М. Бендера, А.М. Оленюк, П.П. Федірко та ін. / За редакцією І.М. Бендери, А.М. Оленюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2012. – 480 с.

3. Агулов І.І. Довідник по ТО автомобілів / Агулов І.І., Вознюк Л.В., Левчій О.В. – Київ.: Урожай, 1989.–256 с.

4. Алілуєв В.О. Технічна експлуатація МТП / Алілуєв В.О., Ананьїн О.Д., Міхлін В.М. – К.: Техніка, 2001. – 67 с.

5. Анурьєв В.І. Довідник конструктора–машинобудівника. В 3-х т. Т. 2. –5-е вид., перероб. и доп. / Анурьєв В.І. –Х.: Машинобудування, 2000.–559 с.

6. Бараштов І.В. Організація технічного обслуговування автомобілів в сільськогосподарських підприємствах / Бараштов І.В. – К.: Урожай, 2001.–194 с.

7. Гернер В.С. Визначення нормативів ефективності дії гальм для умов експлуатації / Гернер В.С., Кулініч І.К., Левінсон Б.В. – В. зб. «Автомобільний». Київ, «Техніка», 2001 г. – 124с.

8. Філімонов О.А. Діагностіка тягових властивостей вантажних автомобілів / Філімонов О.А. – «Автомобільний транспорт», 2001 г., № 2.

9. Гуревич А.М. Довідник сільського автомеханіка.– 2-е вид., перероб. и доп. / Гуревич А.М. – К.: Урожай, 2000.–224 с.

10. Гуревич Д.Ф. Ремонтні майстерні господарств / Гуревич Д.Ф. – К.: Урожай, 1998.–274 с.

11. Сідашенко О.І. Практикум з ремонту машин / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я. Поліський та ін. – К.: Урожай, 1995. – 224 с.

12. Докуніхін В.З. Проектування раціональної організаційної структури та

структури управління підприємствами технічного сервісу АПК. Навчальний посібник до курсового і дипломного проектування / В.З. Докуніхін, В.С. Бурдейний, М.М. Загузов. – ДАУ, Житомир, 2003 – 183 с.

13. Сідашенко О.І. Конструкція організації технічного сервісу АПК Харківського регіону/ О.І. Сідашенко. – Харків: ХДТУСГ, 2000. – 232 с.

14. Водяник І.І. Довідник по усуненню несправностей тракторів. Запитання і відповіді / За ред. І.І. Водяника. – К.: Урожай, 1990. – 272 с.

15. Канарчук В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів / В.Е. Канарчук та ін. – К.: Вища школа., 1994. – 342 с.

16. Сідашенко О.І. Ремонт машин / За ред. О.І. Сідашенка, А.Я. Поліського. – К.: Урожай, 1994. – 400 с.

17. Лудченко О.А. Основи технічного обслуговування автомобілів / О.А. Лудченко. – К.: Вища школа, 1997. – 399 с.

18. Гаряник Г.М. Охорона праці / Гаряник Г.М.,Лехман С.Д. – Київ. Урожай, 1994.–237 с.

19. Закон України “Про охорону праці”. Київ. 14.10.1992 р.

20. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / Лехман С.Д. – К.: Урожай, 1993. – 272 с.

21. Методика визначення економічної ефективності капітальних вкладень. К.: Вища школа, 2000. – 31 с.