

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ DEUTZ З УДОСКОНАЛЕННЯМ
ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЇХ ТРАНСПОРТУВАННЯ»

Виконав: студент IV курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 «Агроінженерія»
(шифр і назва)

Партика Тарас Богданович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Барабаш Руслан Іванович
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Шарибура А.О.

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту
Партиці Тарасу Богдановичу

1. Тема проєкту: «Технологія ремонту двигунів DEUTZ з удосконаленням пристрою для їх транспортування»

Керівник проєкту: Барабаш Руслан Іванович, к.т.н., в.о. доцента

Затверджена наказом по університету від 30 грудня 2022 року 453/к-с

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 05.06.2023 року

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування двигунів DEUTZ, науково-технічна література з питань ремонту та випробування двигунів DEUTZ, патентний пошук та літературні джерела, які стосуються удосконалення пристроїв для транспортування двигунів.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

4.1 Конструктивно – технічна характеристика двигунів DEUTZ

4.2 Технологічний процесу ремонту двигунів DEUTZ

4.3 Удосконалення конструкції пристрою для транспортування двигунів

4.4 Охорона праці та захист населення

4.5 Охорона довкілля

4.6 Розрахунок економічного ефекту від удосконалення пристрою для транспортування двигунів

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

5.1 Технічна характеристика двигунів DEUTZ - 1-й аркуш;

5.2 Пристрій для транспортування двигунів - 2-й аркуш;

5.3 Робочі креслення деталей - 3-й аркуш;

5.4 Схема функціонування системи управління безпекою праці – 4-й аркуш;

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5, 6	Барабаш Р.І. к.т.н., в.о. доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича			
4	Городецький І. М., к.т.н., доцент кафедри управління проєктами та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Конструктивно – технічна характеристика двигунів DEUTZ»</i>	30.12.22- 30.01.23	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Аналіз технологічного процесу ремонту двигунів DEUTZ»</i>	31.01.23- 27.02.23	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Удосконалення конструкції пристрою для транспортування двигунів»</i>	28.02.23- 30.03.23	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та захист навколишнього середовища»</i>	31.03.23- 30.04.23	
6.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту від удосконалення пристрою для транспортування двигунів охолоджувальної рідини»</i>	01.05.23- 25.05.23	
7.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	25.05.23- 05.06.23	

Студент _____ Тарас Партика
(підпис)

Керівник проєкту _____ Руслан Барабаш
(підпис)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	
ВСТУП	6
1. КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГУНІВ DEUTZ	7
1.1 Аналіз будови двигунів і функціональне призначення його складових частин	7
1.2 Технологія технічного обслуговування тракторів	10
1.3 Діагностування і якісні характеристики технічного стану двигуна DEUTZ	13
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ DEUTZ	18
2.1 Технологія розбирально - складальних робіт	18
2.2 Розрахунок параметрів виробничого процесу ремонту двигунів	21
2.2.1 Розрахунок трудомісткості робіт	21
2.2.2 Розрахунок штатів моторемонтної дільниці	25
2.2.3 Розрахунок ритмічності роботи підприємства та фронту об'єктів обслуговування	26
2.2.4 Розрахунок кількості основного обладнання	26
2.3 Планування та розрахунок параметрів дільниці	29
2.3.1 Основи організації і оснащення робочих місць	29
2.3.2 Компонування моторемонтної дільниці	30
3. УДОСКОГАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ДВИГУНІВ	32
3.1 Характеристика відомих пристроїв та їх аналіз	32
3.2 Обґрунтування необхідності конструктивної розробки	36
3.3 Опис будови і принципу дії запропонованої конструкції пристрою	36
3.4 Розрахунок найбільш відповідальних деталей на міцність	37
3.4.1 Розрахунок і конструювання валів	37

	4
3.4.2 Вибір підшипників кочення вала	42
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	43
4.1 Структурно – функціональний аналіз процесу та розроблення моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій	43
4.2 Вимоги техніки безпеки до організації та утримання робочого місця	45
4.3 Заходи безпеки на розбирально - складальних і слюсарних роботах	49
4.4 Розрахунок вентиляції робочого місця	50
5. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	52
5.1 Охорона та раціональне використання ґрунтів	52
5.2 Охорона та ефективне використання водних ресурсів	53
5.3 Охорона атмосферного повітря	54
6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИБОРУ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ДВИГУНІВ	55
ВИСНОВКИ	60
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	61

УДК 621.43-222

Партика Т.Б. «Технологія ремонту двигунів DEUTZ з удосконаленням пристрою для їх транспортування»

Дипломний проєкт. Дубляни. Львівський національний університет природокористування, 2023.

Сторінок 61, рис. 12, табл. 6, аркушів графічної частини – 4, бібліографічних найменувань – 24.

У дипломному проєкті проаналізовано конструктивно – технічну характеристику двигунів DEUTZ їх діагностичні параметри і якісні характеристики технічного стану.

Виконано вибір та розрахунок параметрів виробничого процесу ремонту двигунів, трудомісткості, штатів моторемонтної дільниці, ритмічності роботи підприємства та фронту об'єктів обслуговування, кількості основного ремонтно - технологічного обладнання, організації і оснащення робочих місць.

Удосконалено конструкцію пристрою для транспортування у двигунів внутрішнього згорання.

Запроектовано заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Розраховано економічний ефект від вдосконалення пристрою для транспортування у двигунів внутрішнього згорання.

ВСТУП

Сучасна аграрна політика спрямована на глибокі демократичні перетворення економіки та переживає складні часи. Зміни, що відбуваються в агропромисловому комплексі нашої країни повинні позитивно вплинути на розвиток сільського господарства і виробництва в цілому.

У зв'язку з нестачею коштів для придбання нової техніки і обладнання, потрібно значно більше уваги приділяти ремонтно-обслуговуючій галузі. Необхідно підвищити виробничо-технологічний рівень сервісних структур, ремонтних підприємств і майстерень. Лише завдяки цьому ремонтно-обслуговуюча галузь зможе позитивно впливати на результати сільськогосподарської діяльності, що поверне на бік аграрних виробників додатковий вплив інвестицій. Виробнича діяльність, враховуючи природні економічні закони, відчуває дедалі більшу потребу опиратись на фундаментальні дослідження вчених ремонтників.

Обґрунтування структури ремонтного виробництва, його спеціалізації і концентрації - окремий діалектично - матеріалістичний метод теорії трудових процесів. Ключові пункти цієї теорії такі: об'єкт ремонту (особливості конструкції і передремонтного технічного стану); ремонтна технологія (обладнання і оснастка, їх продуктивність); знаходження такого рівня динаміки і структури ремонтного виробництва, при яких значення показників ефективності відповідають вимогам технологічного процесу ремонту (взаємодія ремонтно-технологічного обладнання повинна забезпечувати ефективне використання трудових і матеріальних ресурсів, а також відповідати вимогам експлуатаційної сфери) до темпів і якості ремонту.

В цілому настає момент, коли подальша експлуатація машини неможлива або стає економічно недоцільною. Тому у процесі експлуатації машина потребує технічного обслуговування з метою підтримання її роботоздатного стану, а також ремонту для відновлення цих якостей.

1. КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГУНІВ DEUTZ

1.1 Аналіз будови двигунів і функціональне призначення його складових частин

Двигуни Deutz відомі своєю винятковою надійністю та невибагливістю, вони уособлюють новаторський підхід до вирішення найскладніших інженерних проблем при розробці досконалих з технічної точки зору ДВС. Не дивно, що сьогодні на всіх континентах можна зустріти вантажні автомобілі, автобуси та сільськогосподарську техніку із моторами Дойц.

Однак навіть найневибагливіші в експлуатації двигуни потребують регулярного обслуговування, планового, а іноді й позапланового ремонту.

Таблиця 1.1 – Експлуатаційні характеристики двигуна DEUTZ BF6M1013EC

Номінальні оберти	1500 об/хв	
Режим	Основний	Аварійний
Номінальна потужність, кВт	138,1	145,1

Нормальні умови експлуатації:

- температура повітря на вході 25 ° C;
- тиск 1000 мбар;
- відносна вологість 30%;
- коефіцієнт потужності 0,8.

Таблиця 1.2 – Технічні дані двигуна DEUTZ BF6M 1013 EC

Модель двигуна	BF6M 1013 EC
1	2
Дизельний двигун 4 тактний з упорскуванням	прямий впрыск
Кількість циліндрів та їх розташування	6 в один ряд
Регулятор частоти обертання	електронний

Продовження табл. 1.2

1	2
Об'єм двигуна	7.1 літра
Діаметр циліндра x Хід поршня	108x130 мм
Надув	нет
Система охолодження	вода
Кожух маховика/ Маховик	SAE 2 10"/11.5"
Сорт оливи	ACEA E2 - E5
Витрата машинної оливи	<0.3% розхід палива
Тип палива	EN 590
Періодичність заміни оливи та фільтрів	400 годин
Витрата палива при 100% навантаженні л/год (гр/кВтг)	1500 об/хв = 34,4 (198,0)
Витрата палива при 80% навантаженні л/год (гр/кВтг)	1500 об/хв = 25,9 (199,0)
Витрата палива при 50% навантаженні л/год (гр/кВтг)	1500 об/хв = 17,7 (202,0)
Місткість системи охолодження	20,0 літрів
Повна ємність системи мащення, включаючи труби, фільтри і т.д.	20,0 літрів
Електроенергетична система	12В напруга. загальн. колектора
Холодний запуск без попереднього прогріву	-10 °С
Холодний запуск із попереднім прогріванням	-25 °С
Суха вага двигуна	770 кг
Габарити (LxWxH), мм	1870x866x1239

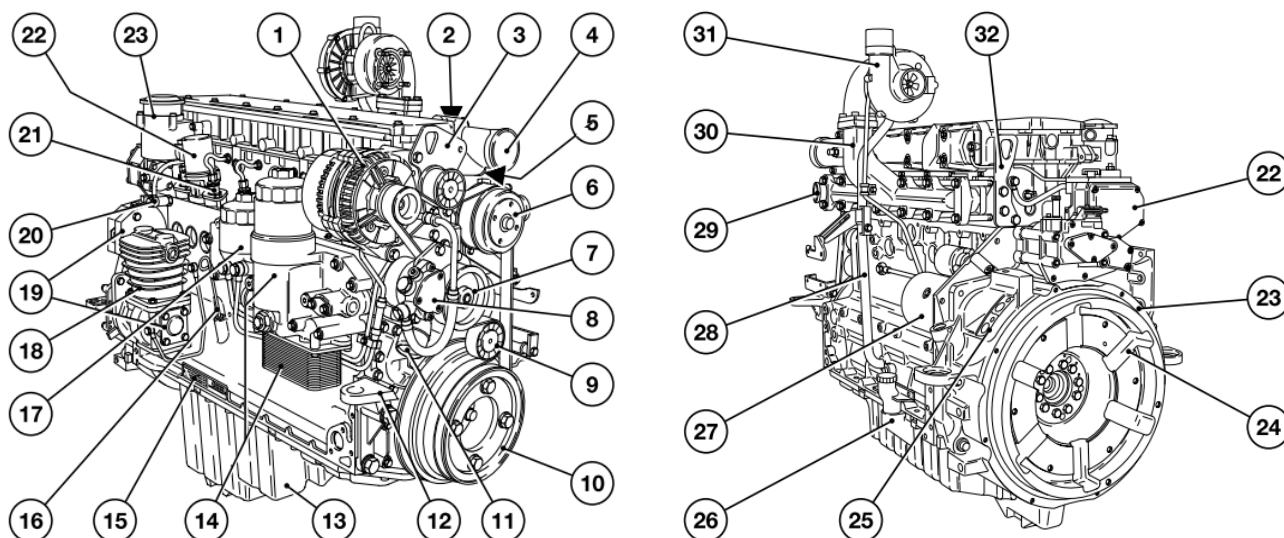


Рисунок 1.1 – Будова двигуна DEUTZ BF6M 1013 EC

1. Генератор; 2. Вузол факельної свічки розжарювання; 3. Пристрій для транспортування двигуна; 4. Патрубок впускного газопроводу; 5. Електромагнітний клапан для факельної свічки розжарювання; 6. Опора вентилятора; 7. Насос для подачі охолоджувальної рідини; 8. Паливопідкачуючий насос; 9. Натяжний ролик; 10. Шків для клинопасової передачі на колінчастому валу; 11. Підключення для впуску охолоджувальної рідини; 12. Підвіска двигуна; 13. Масляний піддон; 14. Радіатор мастила на корпусі радіатора мастила з фільтруючим елементом; 15. Фірмова табличка двигуна; 16. Показчик рівня оливи; 17. Вузол паливного фільтра; 18. Компресор; 19. Елемент для прибудови гідравлічних насосів; 20. Трубопровід для зливу просочувального палива з клапаном для підтримки напору; 21. Приставний насос; 22. Вимикаючий магніт; 23. Система вентиляції картера; 24. Регулятор частоти обертання; 25. Елемент для підключення пристроїв контролю двигуна Приклад: електронний регулятор двигуна, датчики для контролю частоти обертання і т.д.; 26. Приєднувальний корпус; 27. Маховик; 28. Маслозаливна горловина з інтегрованим вказівником рівня олії; 29. Стартер; 30. Зливна лінія, що веде від турбокомпресора в картер; 31. Мазильна лінія, що веде до турбокомпресора; 32. Випуск охолоджувальної рідини;

33. Датчик температури; 34. Випускний колектор; 35. Турбокомпресор, що працює на ОГ; 36. Пристрій для транспортування двигуна; 37. Повітропровід, що веде до впускної труби; 38. Перепускний трубопровід.

1.2 Технологія технічного обслуговування тракторів

Технологія ТО тракторів та інших машин передбачає обов'язкову перевірку стану окремих вузлів, спряжень і деталей та виконання регулювальних або ремонтних робіт.

Кожна машина має індивідуальні особливості щодо швидкості спрацювання деталей і порушення регулювань, тобто виникнення поступових відмов. Тому, зупиняючи машини через певні відрізки часу для ТО, можна бути впевненим, що навіть машини однієї марки мають різний технічний стан. Проте відповідно до технології ТО їх не розрізняють за величиною спрацювання. Цю різницю виявляють лише під час обслуговування, визначаючи технічний стан машини за допомогою діагностування, а після цього визначають обсяг необхідних регулювальних і ремонтних робіт.

Отже, основною метою діагностування є визначення дійсної потреби машини в технічному обслуговуванні або ремонті залежно від умов експлуатації. Наукові дослідження свідчать, що без застосування технічної діагностики приблизно 40 % ремонтних та регулювальних робіт виконують передчасно. З цих же причин значна кількість машин надходить у ремонт занадто пізно, іноді з аварійним спрацюванням окремих деталей.

Роботоздатність машини можна підтримувати, виконуючи певний обсяг робіт під час ТО при заміні значної кількості деталей та вузлів. Але тоді різко зростає вартість утримання машини, а внаслідок цього і собівартість продукції.

Застосування технічної діагностики дає змогу підтримувати найвигідніший стан машини під час експлуатації, при якому максимально використовуються її

технічні можливості з мінімальними витратами матеріальних і трудових ресурсів для підтримання роботоздатності. Такі умови експлуатації машини називаються оптимальними.

Оптимізації рівня матеріальних і трудових витрат досягають прогнозуванням зміни стану машин на основі допустимих (граничних при експлуатації) значень параметрів.

Фізична суть допустимого значення параметра полягає в забезпеченні максимального використання технічного ресурсу елементів машини при найменшому ремонтному втручанні. Якщо, наприклад, під час планового ТО встановлено, що зазори між стержнями клапанів і торцями коромисел механізму газорозподілу не перевищують допустимої величини, то це означає, що за час роботи до наступного ТО зазори не перевищать граничної величини. Отже, відпадає необхідність у проведенні регулювальних робіт, а роботоздатність машини до наступного ТО гарантується.

Допустимі значення параметрів технічного стану можна використовувати лише при застосуванні методів технічної діагностики. При цьому враховуються не тільки технічні, але й економічні показники.

Діагностування машини дає змогу визначити залишковий наробіток деталей та вузлів до наступного ремонту. Це стосується в першу чергу тих вузлів, які не підлягають регулюванню чи заміні під час ТО, але значно впливають на роботоздатність машини (колінчастий вал двигуна, шестірні та підшипники трансмісії, вузли гідросистеми та ін.). Завданням діагностики в даному випадку є забезпечення максимального використання технічного ресурсу цих вузлів.

У кожному механізмі деталі спрацьовуються до граничного значення через різні проміжки часу. Тому, щоб замінити деталь, яка раніше за інші втрачає роботоздатність, треба розбирати весь механізм. Але, якщо замінити одну деталь, а інші залишити для дальшої експлуатації, то через деякий час механізм знову доведеться розбирати для заміни іншої деталі.

Щоб цього не сталося, використовують допустимі (граничні при ремонті) значення параметрів, які забезпечують безвідмовну роботу механізму до наступного ремонту. При цьому визначають деталі, які треба замінити одночасно з найбільш спрацьованою. Це запобігає виникненню потреби в передчасному ремонті механізму.

Отже, застосування технічної діагностики дає змогу: визначити дійсну потребу в регулювальних роботах під час проведення ТО, що значно скорочує тривалість та трудомісткість робіт; прогнозувати за допустимими значеннями параметри стану машин, що зменшує тривалість їх простоїв під час експлуатації та питомі витрати коштів і трудових ресурсів; прогнозувати залишковий наробіток вузлів та систем, завдяки чому максимально використовується технічний ресурс деталей і зменшуються питомі витрати на ремонт машин, в тому числі й витрати запасних частин.

Види діагностування машин. Діагностування машин виконується або в плановому порядку, або при несподіваному виникненні несправностей машини під час роботи. У зв'язку з цим діагностування розділяють на регламентне, тобто сплановане через певні проміжки часу або наробітку, та заявочне, або діагностування за потребою. В свою чергу регламентне діагностування розділяється на дві групи: діагностування при ТО та діагностування перед ремонтом, або ресурсне діагностування. Крім того, існує також діагностування при ремонті.

Заявочне діагностування проводиться з метою визначення несправності, що призвела до відмови машини, і на цій основі встановлення обсягу ремонтних робіт.

Регламентне діагностування при ТО виконується, по-перше, для визначення загального стану складових частин машини, щоб запобігти раптовій відмові під час роботи і, по-друге, для визначення потреби в регулювальних роботах, очищенні різних фільтрів. Під час цього діагностування при ТО-3 визначають в разі потреби залишковий ресурс окремих складових частин.

Ресурсне діагностування виконується при вичерпанні планового міжремонтного наробітку, після використання продовженого ресурсу або надходженні заявки на ремонт і має на меті визначення залишкового ресурсу всіх складових частин машини.

Під час ремонту діагностування виконують з метою визначення його якості. Основний склад засобів технічної діагностики та їх призначення Пункт технічного обслуговування у бригаді чи відділку створюється при наявності не менше 10 тракторів. Основним обладнанням ПТО є комплект оснащення робочого місця майстра-наладчика ОРГ-4999 та переносний діагностичний комплект КИ-13901 * замість комплекту первинної діагностики КИ-6163. У стаціонарних умовах майстер-наладчик використовує прилади комплекту КИ-13901 для визначення потреби в роботах, передбачених технологією ТО-1 та ТО-2, а також для оцінки якості проведеного обслуговування. В напружені періоди польових робіт майстер-наладчик виїжджає з комплектом КИ-13901 в поле до трактора чи комбайна.

Якщо в бригаді менше 10 тракторів або вони працюють на значній відстані від бригади (наприклад, у меліоративних загонах), то ПТО не створюють, а роботи по ТО-1 та ТО-2 виконують за допомогою агрегату АТО-9966А, який має у своєму складі комплект КИ-13901. Агрегат знаходиться на території центральної ремонтної майстерні (ЦРМ) господарства і підпорядкований інженерові по експлуатації.

1.3 Діагностування і якісні характеристики технічного стану двигуна DEUTZ

Діагностування технічного стану системи подачі повітря. У повітрі, що засмоктується у двигун, міститься пил. Встановлено, що кількість його в 1 м³ повітря при культивації з одночасним боронуванням становить майже 1,5 г. Під час роботи трактора без повітроочисника в двигун протягом 10 год могло б потрапити

приблизно 2 кг пилу. Щоб запобігти цьому, на двигунах встановлені повітроочисники. Технічне обслуговування їх полягає в очищенні його вузлів, заміні масла в піддоні, підтягуванні кріплень і перевірці щільності з'єднань.

Щоб перевірити щільність з'єднань повітроочисника, необхідно запустити двигун і встановити середню частоту обертання колінчастого вала. За допомогою пристрою КИ-4870 визначають місця підсмоктування повітря (рис. 2.1). Робота його ґрунтується на визначенні щільності впускних трубопроводів двигунів внутрішнього згорання за перепадом тиску в місцях нещільності. Прилад складається з набору наконечників 7, які за допомогою шланга 6 з'єднуються з датчиком тиску, наповненим рідиною. Для визначення місця порушення щільності наконечник притискують до випробуваного місця впускного трубопроводу на працюючому двигуні і стежать за рівнем рідини в трубці датчика. Якщо щільність системи не порушена, рівень рідини в трубці не змінюється.

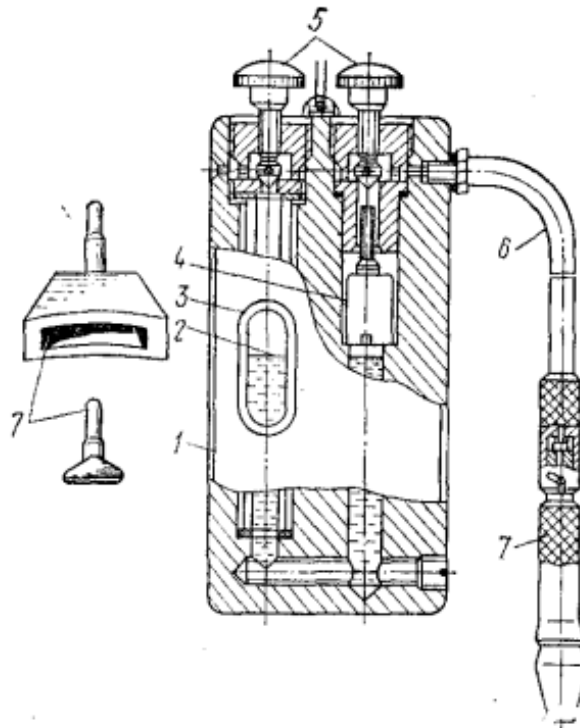


Рис. 2.1. Пристрій КИ-4870 для визначення щільності системи очищення повітря. 1 - мановакуумметр; 2 - рівень рідини; 3 - оглядове вікно; 4 - запобіжний клапан; 5 - запірні вентиля; 6 - шланг; 7 - змінні наконечники.

На багатьох двигунах встановлюють сигналізатор забруднення повітроочисника ОР-9928, що складається з прозорого корпусу, поршня і зворотної пружини. Якщо повітроочисник забруднений, поршень під дією розрідження піднімається і перекриває оглядове віконце прозорого корпусу.

Двигуни DEUTZ обладнані системою примусового нагнітання повітря до камери згоряння або системою наддування повітря з метою забезпечення більш повного згоряння палива і підвищення потужності двигуна.

Наддування здійснюється за допомогою турбокомпресора, в якому на одній осі, що обертається в підшипнику ковзання, розміщено колеса газової турбіни та компресора, з'єднаного з впускним повітряним трактом. Газова турбіна приводиться у рух відпрацьованими газами двигуна. Чим більша їх витрата та температура, тим з більшою частотою обертається колесо турбіни й тим більше свіжого повітря надходить до камер згоряння двигуна.

В процесі експлуатації турбокомпресора можливі відкладання нагару на лопатях турбіни, спрацювання підшипника, деформації деталей, що призводить до підвищення опору обертанню турбіни і зниженню ефективності роботи турбокомпресора. Стан останнього залежить від тиску наддування повітря, який вимірюють за допомогою пристрою КИ-6291. Номінальний тиск наддування при максимальному швидкісному режимі становить 50 - 65, граничний - 35 кПа.

Діагностування технічного стану системи паливоподачі. Робота насоса у взаємодії з регулятором визначає такі важливі параметри, як кількість палива, що подається за один робочий хід (цикл) плунжера, швидкість і тривалість подачі, момент початку подачі відносно ВМТ поршня, залишковий тиск у паливопроводі.

Правильність регулювання плунжерної пари оцінюють величиною подачі палива в циліндр при номінальній частоті обертання вала насоса. При цій частоті болт вилки тяги регулятора ще продовжує упиратись в поверхню призми валика збагачувача.

Правильність регулювання можна також оцінювати за величиною циклової подачі (тобто подачі за один робочий хід плунжера). трати палива за один робочий хід плунжера виникають при перетіканні палива через зазор між плунжером і гільзою. Спрацювання плунжерної пари відбувається нерівномірно. Найбільше спрацювання гільзи спостерігається біля кромки отворів, а у плунжера - біля краю гвинтового паза і на боковій поверхні проти впускного вікна гільзи. Спрацювання пари оцінюється так званою гідравлічною щільністю. На кожний паливний насос встановлюють пари з однаковою гідравлічною щільністю. При цьому зменшується нерівномірність подачі палива у секціях на всіх режимах роботи насоса.

Нерівномірність подачі на номінальному режимі не повинна перевищувати 6 %. Це означає, що для насоса, встановленого, на двигуні DEUTZ, різниця між максимальною і мінімальною подачами не повинна перевищувати 5 см³ /хв. В експлуатаційних умовах справність пар визначають за величиною тиску палива, який вони здатні створити на пусковому режимі роботи паливного насоса.

Помилково вважають, що плунжерні пари можуть працювати доти, поки можлива компенсація зменшення подачі палива переміщенням хомутика рейки.

Однак, для нормальної роботи двигуна важливо не тільки те, скільки палива подано в циліндр, а й за який час це паливо надходить через форсунку. Тривалість впорскування палива також має велике значення у забезпеченні нормальних техніко-економічних показників роботи двигуна.

Пересуваючи хомутік по рейці, збільшують активний хід плунжера і компенсують перетікання палива через зазори. Але при цьому збільшується тривалість подачі палива. На номінальному режимі це до певного часу не має важливого значення, але під час пуску двигуна виникають значні ускладнення: спостерігається димний випуск, робота двигуна із спрацьованими плунжерними парами супроводжується перегріванням і значними втратами палива тощо.

Відрегульований за меніском кут початку подачі палива в робочих умовах може зменшитися на $3 - 5^\circ$, оскільки паливо перетікає через зазор у плунжерній парі з початку активного ходу плунжера.

Кут початку впорскування палива форсункою відносно ВМТ кулачка регулюють зміною довжини штовхача. Паливо, яке заповнює паливопровід і порожнину розпилювача, має властивість стискуватись під дією зовнішніх сил. Крім того, трубка високого тиску також розширюється під дією тиску палива, і момент початку піднімання нагнітального клапана не викликає одночасного підвищення тиску в порожнині розпилювача. Коли над клапаном тиск досягає 10МПа, в розпилювачі тиск ще дорівнює атмосферному. Лише через деякий проміжок часу тиск досягає близько 20 МПа і починається впорскування палива. Тиск передається по трубопроводу з швидкістю 600 - 900м/с. Незважаючи на це, за час передачі тиску від насоса до форсунки кулачковий вал встигає прокрутитися на $3 - 5^\circ$.

Величина цього кута залежить від довжини трубки і частоти обертання кулачкового вала. Чим більші ці величини, тим більша величина кута. Швидкість передачі тиску залежить також і від гідравлічного опору трубопроводу.

Кут початку впорскування відносно ВМТ поршня двигуна. Як би правильно не був відрегульований насос на стенді, цей кут може бути встановлений неправильно через помилку в з'єднанні насоса з двигуном.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ DEUTZ

2.1 Технологія розбирально - складальних робіт

Виробничий процес ремонту - це сукупність взаємопов'язаних людей і знарядь виробництва, необхідних на даному підприємстві для здійснення ремонту машин, обладнання та іншої техніки.

Технологічний процес є складовою частиною виробничого процесу. У виробничий процес входять і допоміжні процеси, наприклад виробництво пристроїв та інструменту, ремонт власного обладнання тощо, а також обслуговуючі процеси (внутрішньовиробниче транспортування матеріалів і деталей, складські операції тощо), які забезпечують виконання основного технологічного процесу ремонту.

Технологічний процес ремонту - основна частина виробничого процесу, яка містить дії по послідовній зміні стану об'єктів ремонту або його складових частин (машина, агрегат, вузол, деталь) під час відновлення їх справності або роботоздатності.

Технологічний процес ремонту машин у загальному випадку включає певний набір складових частин, тісно пов'язаних у своїй технологічній послідовності. Структура технологічного процесу характеризує і ступінь розчленування операцій. Необхідність розробки варіантів структурної побудови технологічних процесів обумовлена кількістю типів і марок об'єктів ремонту, видів ремонтних підприємств за своїм призначенням, спеціалізацією та програмою.

Структура технологічного процесу може змінюватись, наприклад, внаслідок розгалуження за ходом основного напрямку процесу через необхідність прийняття (за результатами діагностичного контролю) технологічних рішень за альтернативними ознаками.

При поточному ремонті об'єм *розбиральних* робіт встановлюється залежно від технічного стану кожного об'єкту ремонту на підставі огляду, випробувань,

діагностики. В цьому випадку розбирання повинне проводитися до такої межі, щоб було можливо зняти агрегат, вузол, деталь, які підлягають подальшим ремонтним діям або заміні. При розбиранні двигунів і їх складових частин повинні виконуватися наступні загальні вимоги:

- на зовнішніх поверхнях виробів і складових частин, що поступили на розбирання, не повинно бути бруду, залишків мастила і смолянистих речовин;

- складальні одиниці, у яких деталі сполучені зваркою, клепкою або посадкою з натягом (окрім підшипників кочення), розбирають тільки у разі потреби забезпечення високої якості очищення і миття або заміни однієї з деталей з'єднання новою або відремонтованою;

- шпильки вивертаються з різьбових отворів деталей тільки тоді, коли це необхідне для ремонту деталі або заміни шпильки. Для вивертання зламаної шпильки можна приварити до неї гайку або засвердлити отвір і пробити в ньому квадрат або трикутник, можна висвердлити і розчинити кислотою (в алюмінієвій деталі) залишки шпильки;

- розбирання повинне виконуватися на передбачених для цього робочих ділянках або місцях, оснащених необхідним устаткуванням, пристосуваннями і інструментом, що забезпечує дотримання правил техніки безпеки і збереження деталей від поломок, деформації, пошкоджень оброблених поверхонь;

- підшипники кочення спресовують з валів і випресовують з отворів спеціальними знімачами або оправками. Передача зусилля через тіла кочення не допускається. Завдавати удару сталевим молотком по деталях не допускається. При розбиранні слід застосовувати наставки, оправи, виколоти з наконечниками з м'яких кольорових металів;

- деталі, що мають спеціальні різьбові отвори, повинні випресовуватися за допомогою демонтажних болтів або знімачів;

- всі деталі розібраних складових частин і самі складові частини при розбиранні можуть бути знеособлені за винятком складальних одиниць, оброблених сумісно на

заводі - виготовлювачі (наприклад, блок циліндрів з кришками корінних підшипників, шатун з кришкою, чашки диференціала, корпус оливної помпи з кришкою і проставкою), а також таких деталей, як ведуча і ведена конічні шестерні головної передачі, гвинт рульового управління з кульковою гайкою, кульками і жолобом, плунжерна пара паливної помпи високого тиску, черв'як і черв'ячний сектор рульового управління і т.п.

Розбирання двигунів доцільно проводити на спеціальних стендах, що мають поворотні пристрої для зручності доступу до різних деталей.

Всі з'єднання складальних одиниць можуть бути рухомими і нерухомими. В двигунах і їх складових частинах практично всі рухомі з'єднання є розбірними. Нерухомі розбірні з'єднання з плоскими спряженими поверхнями виконуються за допомогою болтів і шпильок, а з'єднання з циліндричними спряженими поверхнями виконуються за допомогою відповідних посадок, а також шліців, різьби, шпонок, штифтів. Нерухомі нерозбірні з'єднання деталей виконуються за допомогою зварки, паяння, клепок, склеювання, розвальцьовування, гарячих пресових посадок.

Складання. Деталі, що складаються і складальні одиниці повинні бути чистими і сухими, а деталі рухомих спряжень - змазаними відповідним мастилом. Залежно від конструкції деталей і видів з'єднань повинні виконуватися наступні нижче наведені вимоги.

Складання різьбових з'єднань. Затягування (загвинчування) повинне проводитися так, щоб забезпечити: співвісність (відсутність перекосу) осей болтів, шпильок, гвинтів і різьбових отворів; щільність посадки в різьбі; паралельність торця головки болта і гайки поверхні спряженої деталі; точність моменту затягування і їх порядок в необхідних випадках (головка циліндрів і ін.). Момент затягування таких з'єднань вказується в технічних умовах на складання. Точність затягування забезпечується динамометричними ключами.

Складання пресових з'єднань. Надійність таких з'єднань залежить від матеріалу спряжених деталей, їх геометричної форми і розмірів, шорсткості поверхонь і ін. При запресуванні втулки в отвір корпусу треба стежити, щоб не було перекосів, задирів і не спотворювалася форма втулки. Необхідно застосовувати пристосування для напрямку і центрування втулки відносно отвору. Якщо в процесі запресування напрям руху втулки неправильне і втулка задирає шар матеріалу, то складання припиняють, втулку випресовують і запресовують її знову іншою стороною.

Складання шпонкових з'єднань. При складанні цих сполучень особлива увага повинна бути приділена підгонці шпонок по торцях і зазору по зовнішній стороні шпонки. Оскільки через торці шпонок зазвичай передаються крутні моменти від однієї деталі до іншої, вони повинні бути дуже точно підігнані по шпоночному пазу спряженої деталі. При неточному підігнанні різко зростає питомий тиск в шпоночному з'єднанні, і торці шпонки і шпоночні пази зминаються (утворюється зазор, що поступово збільшується).

Складання деталей з підшипниками кочення. При запресуванні підшипників кочення за допомогою оправок необхідно, щоб зусилля запресування передавалося безпосередньо на торець відповідного кільця: внутрішнього - при напресуванні на вал, зовнішнього - при запресуванні в корпус.

З'єднувати підшипник з валом можна декількома способами. Найпростіший з них полягає в тому, що підшипник промивають в 6%-ному розчині оливи в бензині, нагрівають до 80 - 100°C в оливній ванні і потім напресовують на вал.

2.2 Розрахунок параметрів виробничого процесу ремонту двигунів

2.2.1 Розрахунок трудомісткості робіт

Основним показником при проектуванні ремонтних підприємств є кількість робочого часу для виробництва ремонту машин, агрегатів, вузлів. За одиницю вимірювання робочого часу прийнята одна година одного робітника. Сума всіх

витрат живої праці на ремонт одного об'єкту на даному підприємстві називається *трудомісткістю ремонту даного об'єкту* або *одиночною трудомісткістю ремонту*.

Сума всіх витрат живої праці на ремонт об'єкту по номенклатурі річної програми називається *трудомісткістю програми*.

Трудові витрати, пов'язані з витраченими на ремонт матеріалами, напівфабрикатами, запасними частинами, і трудові витрати, що йдуть на послуги, які надають інші підприємства у вигляді виконаних робіт по кооперації, в трудомісткість об'єкту ремонту по даному підприємству не включаються.

Повна трудомісткість програми складається з наступних частин:

1. *Технологічна трудомісткість* - це витрати праці виробничих робітників, які здійснюють технологічну дію на предмет праці.

2. *Трудомісткість обслуговування виробництва* - витрати праці допоміжних робітників, зайнятих на обслуговуванні виробництва.

Розрахункова трудомісткість ремонту двигуна СМД – 60 за типовими нормами дорівнює 8,4 люд. год. [5]

Загальна кількість дизельних двигунів марки DEUTZ згідно даних Державної служби технагляду становить 186 одиниць. Загальна кількість двигунів повинна бути скоректована з величиною програми, що відповідає найближчому типовому проекту з урахуванням максимального завантаження технологічного устаткування.

Приймаємо річну програму 300 одиниць. [5]

Тоді, загальна трудомісткість ремонту двигунів DEUTZ для нашої моторемонтної дільниці з річною програмою 300 ремонтів в рік буде становити:

$$\dot{O}_c = \dot{O}_l \times n \quad (2.1)$$

де: T_M – час ремонту одного об'єкта, $T_M=8,4$ люд. год.; [5]

n – кількість однойменних об'єктів або виробів, $n=300$ од.

$$\dot{O}_c = 8,4 \times 300 = 2520 \text{ люд. год.}$$

Режим роботи характеризується кількістю робочих днів в році, числом змін роботи, тривалістю робочого дня і робочого тижня, тобто часом роботи виробничого персоналу і устаткування.

Тривалість робочої зміни і число робочих годин в тиждень визначаються трудовим законодавством і становить 41 год. в тиждень. При п'ятиденному робочому тижні з двома вихідними днями тривалість зміни складає 8,2 год. Якщо тривалість зміни встановлена 8 год., то кожна восьма субота є робочим днем. При шестиденному робочому тижні зміна триває 7 год., а в передвихідні і передсвяткові дні - 6 год.

Робота ремонтних підприємств характеризується переривчастим процесом виробництва і технологічний процес на них може бути приурочений до одно-, двух- і тризмінної роботи. Проте механічне відділення і випробувальна станція завантажуються, як правило, не менше ніж у дві зміни для забезпечення безперервності технологічного процесу і економічної доцільності повного використання устаткування.

Для прийнятого режиму роботи ремонтного підприємства визначають річні або місячні фонди часу підприємства в цілому, цеху, ділянки, відділення, робочого місця, а також устаткування і робітника.

При цьому слід розрізняти календарний, номінальний (режимний) і дійсний фонд часу.

Календарна річний фонд часу (Φ_K) рівний виробничому числу календарних днів в році на число годин в добі:

$$\Phi_K = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.} \quad (2.2)$$

Номінальний річний фонд часу (Φ_H) робітників, устаткування, цеху, ділянки, відділення при п'ятиденному робочому тижні і однозмінній роботі розраховується за наступною формулою [5]

$$\Phi_H = (K_P T_{3M} - K_N T_{СК}) n, \text{ год.}, \quad (2.3)$$

де Φ_H – номінальний річний фонд часу роботи робітників та обладнання, год.

K_P – кількість робочих днів в році, днів; $K_P=265$ днів; [5]

K_N – кількість передвихідних та передсвяткових днів в році ($K_N=58$ днів);

T_{3M} – тривалість робочої зміни, год.; $T_{3M}=8$ год.;

$T_{СК}$ – час, на який скорочується зміна в передсвятковій і передвихідні дні, год.; $T_{СК}=1$ год.; [5]

n – кількість змін (для робітників $n=1$).

$$\Phi_H = (265 \times 8 - 58 \times 1) \times 1 = 2062 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи робітників менший за номінальний річний фонд на час втрат, що пов'язані з відпустками.

Дійсний фонд часу роботи робітників визначаємо за формулою [5]

$$\Phi_D = (\Phi_H - K_B \cdot T_{3M}) \cdot \eta_P, \text{ год.}, \quad (2.4)$$

де Φ_D – дійсний фонд часу роботи робітників, год.;

K_B – кількість робочих днів відпустки, днів; $K_B=24$ днів;

T_{3M} – тривалість робочої зміни, год.;

η_P – коефіцієнт втрат робочого часу; $\eta_P=0,97$. [5]

$$\Phi_D = (2062 - 24 \times 8) \times 0,97 = 1813,9 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання визначаємо за формулою:

$$\Phi_{D.O} = \Phi_H \cdot \eta_O, \text{ год.}, \quad (2.5)$$

де $\Phi_{D.O}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.;

η_O – коефіцієнт використання технологічного обладнання; $\eta_O=0,98$. [5]

$$\Phi_{D.O} = 2062 \times 0,98 = 2020,8 \text{ год.}$$

Річний фонд часу робочого місця [5]

$$\Phi_{P.M} = \Phi_H P_P C; \text{ год.} \quad (2.6)$$

де C – кількість змін роботи;

P_p – кількість робітників, що одночасно працюють на даному робочому місці,
 $P_p=1...2$. [5]

$$\Phi_{P.M}=2062 \cdot 1 \cdot 1=2062 \text{ год.}$$

Річний фонд часу обладнання розділяють на календарні, або так звані номінальні, і дійсні. Величина річного номінального фонду часу устаткування:

$$\Phi_y = \Phi_H C, \text{ год.} \quad (2.7)$$

$$\Phi_y=2062 \cdot 1=2062 \text{ год.}$$

2.2.2 Розрахунок штатів мотороремонтної дільниці

Штат ремонтного підприємства складається з виробничих і допоміжних робітників, інженерно – технічних робітників, молодшого обслуговуючого персоналу, службовців.

Спискова кількість основних робітників визначають за трудомісткістю робіт програми за формулою [5]

$$D_{\tilde{N}I} = \frac{\dot{O}_C}{\hat{O}_A}; \text{ чол.} \quad (2.8)$$

$$D_{\tilde{N}I} = \frac{2520}{1813,9} = 1,4 \text{ чол.}$$

Приймаємо: $D_{\tilde{N}I} = 2$ чол.

Дійсний склад основних робітників визначають за формулою [5]

$$D_{\tilde{A}\tilde{N}} = \frac{\dot{O}_C}{\hat{O}_I}; \text{ чол.} \quad (2.9)$$

$$D_{\tilde{A}\tilde{N}} = \frac{2520}{2062} = 1,2 \text{ чол.}$$

Приймаємо: $D_{\tilde{A}\tilde{N}} = 2$ чол.

Розрахунок кількості робочих що будуть працювати на мийному обладнанні проводять за трудомісткістю робіт і визначають за формулою

$$n_{D.I} = \frac{\dot{O}_C}{\hat{O}_{D.I}}, \quad (2.10)$$

$$n_{D,i} = \frac{2520}{2062} = 1,2 \text{ чол.}$$

Приймаємо: $n_{D,i} = 2$ чол.

Число допоміжних робітників визначають за формулою [5]

$$D_{AI} = D_{NI} \times \frac{15}{100}; \text{ чол.} \quad (2.11)$$

$$D_{AI} = 2 \times \frac{15}{100} = 0,3 \text{ чол.}$$

Приймаємо: $D_{AI} = 1$ чол.

2.2.3 Розрахунок ритмічності роботи підприємства та фронту об'єктів обслуговування

Такт ремонту – це час, через який на підприємство повинен надійти або вийти з ремонту черговий виріб. Такт не є однаковим для робочих місць, виробничих діляниць і цехів. В зв'язку з цим розрізняють загальний такт на робочих місцях, діляницях який розраховуються тільки для спеціалізованих підприємств.

Загальний такт ремонту розраховуємо за формулою:

$$\tau = \Phi_H / N, \quad (2.12)$$

де N - програма ремонту, $N=300$ шт.

$$\tau = 2062/300 = 6,9.$$

2.2.4 Розрахунок кількості основного обладнання

Розрахунок і підбір мийного обладнання проводять за трудомісткістю робіт, кількість мийних машин визначають за формулою [5]

$$n_{i.iá} = \frac{Q \cdot t}{\hat{O}_{\bar{A}.i} \cdot q \cdot \eta_i}, \text{ шт.} \quad (2.13)$$

де: Q - загальна маса деталей двигуна, що підлягають мийці в установці, маса повно комплектного двигуна СМД становить 1110 кг.[1];

t - час перебування деталей в миючій машині, переважно 0,5 год.;

q - маса деталей, що одночасно миються в машині, рівна 300...400 кг.;

η_i - коефіцієнт використання миючої установки, рівний 0,5...0,6.

$$n_{i \dot{a}} = \frac{333000 \cdot 0,5}{2020,8 \cdot 300 \cdot 0,5} = 1,2 \text{ шт.}$$

Приймаємо: $n_{i \dot{a}} = 2$ шт.

Основним обладнанням випробувальної станції, яке визначається розрахунковим шляхом, є стенди для випробування двигунів. Необхідна їх кількість визначається за формулою [5]

$$n_{i \dot{a}} = \frac{N_{\dot{A}} (t_1 + t_2) \cdot \alpha}{\hat{O}_{\dot{O}} \cdot \eta} , \text{ шт.} \quad (2.14)$$

де: $N_{\dot{A}}$ - кількість випробувальних двигунів в році;

t_1 - час обкатування і випробування одного двигуна, год.;

t_2 - час встановлення і зняття двигуна з стенда, год.: для дизельних двигунів

$t_2 = 0,5 \dots 0,7$ год. (включаючи час на під'єднання приладів системи живлення і змащування, переналадку стенда і ін.); [5]

α - коефіцієнт повторюваності випробувань, $\alpha = 1,05 \dots 1,10$; [5]

$\hat{O}_{\dot{O}}$ - дійсний річний фонд часу устаткування, год.;

$\eta = 0,85 \dots 0,9$ – коефіцієнт використання обладнання за часом. [5]

$$n_{i \dot{a}} = \frac{300 \cdot (1,3 + 0,7) \cdot 1,1}{2062 \cdot 0,85} = 0,4 , \text{ шт.}$$

Приймаємо: $n_{i \dot{a}} = 1$ шт.

Кількість одиниць основного технологічного обладнання визначається за формулою

$$n_{i \dot{N}} = \frac{N \cdot t_f}{\hat{O}_{\dot{A}.f}} , \quad (2.15)$$

де: N - кількість капітально – ремонтваних двигунів в рік;

t_i - норма часу на певну механічну операцію по ремонту двигунів або трудомісткість (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Розподіл трудомісткості по видам робіт, що виконуються в мотороремонтній дільниці

Вид	Відсоток від загальної трудомісткості	Вид	Відсоток від загальної трудомісткості
Слюсарні по блоку і головці блока	4,7	Шліфувальні по розподільчому валі	4,1
Свердлильні по блоку і головці блока	2,5	Полірувальні по колінчастому валі	1,9
Пресові	0,8	Ремонт і складання оливної помпи	6,9
Гідравлічні випробування	1,6	Ремонт вентилятора	2,4
Розточні	5,6	Ремонт і складання водяної помпи	3,3
Хонінгувальні	3,0	Складання двигуна	44,0
Слюсарні по колінчастому валі	3,2	Регулювання двигуна після випробування	4,0
Шліфувальні по колінчастому валі	12,0	Всього	100,0

2.3 Планування та розрахунок параметрів дільниці

2.3.1 Основи організації і оснащення робочих місць

Одним з важливих резервів інтенсифікації виробництва є вдосконалення організації і оснащення робочих місць. Раціональна організація і оснащення робочого місця забезпечують підвищення продуктивності праці, економне використання трудових і матеріальних ресурсів виробництва, дозволять покращити умови праці.

Прогресивними тенденціями в цій області є механізація і автоматизація трудомістких процесів, широке використання новітньої техніки.

Під робочим місцем розуміють обмежену зону виробничої площі, що призначена для виконання певного виду операцій виробничого процесу одним робітником чи їх групою і оснащена необхідними матеріально – технічними засобами праці.

Матеріально – технічне оснащення робочого місця, як правило, включає:

- основне технологічне обладнання;
- технологічну і організаційну оснастку;
- допоміжне нестандартне обладнання;
- підйомно транспортне обладнання.

Правильна організація трудового процесу включає створення таких виробничих умов, при яких трудові рухи та прийоми були б найбільш продуктивними і найменш втомленими, що досягається за рахунок скорочення числа трудових прийомів і рухів, прискорення і раціоналізація трудових рухів, а також зменшення фізичного навантаження при виконанні тяжких і монтажних робіт. Раціональне виконання трудових прийомів досягається завдячуючи зручній робочій зоні, цілеспрямованій побудові рухів, правильному розміщені на робочому місці обладнання, інструменту, деталей та вузлів, органів керування обладнанням, володінням необхідних трудових навиків.

Планування робочого місця з декількома одиницями технологічного обладнання повинно забезпечувати добрий огляд, можливість одночасного нагляду за всіма пристроями та рухомими частинами обладнання, вільним транспортуванням до робочого місця деталей та вузлів, інструменту.

2.3.2 Компонування мотороремонтної дільниці

Плануванням дільниці називають план розташування виробничого, підйомо - транспортного та іншого обладнання, санітарно-технічних і енергетичних сіток, проїздів тощо. Розробка планувальних рішень-найбільш складний і відповідальний етап проектування, так як при цьому необхідно враховувати організацію і взаємозв'язок виробничого процесу.

Планування всіх підрозділів виконують в відповідності з компоновочним планом об'єкта і умовними позначеннями, вказують зовнішні внутрішні стінки, колони будинку, перегородки з пройомами для воріт, дверей і вікон, тунелі, трапи, люки і інші пройоми, які впливають на розташування обладнання, все технологічне, контрольньо-випробувальне, підйомо-транспортне обладнання, верстати, стелажі тощо.

Розміщення обладнання необхідно поєднати з раціональним використанням виробничих площ, з додержанням основних нормативів відстаней між обладнанням і елементами будівель, з урахуванням норм ширини проїздів і проходів. Місце робітника біля верстату позначається кружочком, із затошованою половиною.

Розподіляють роботи по робочих місцях ввідділення з урахуванням технологічної послідовності операцій. При розрахунку дільниці ремонту двигунів DEUTZ в основу має бути покладена чітка послідовність виконання операцій технологічного процесу.

Розрахунок та вибране технологічне обладнання та оснащення заносимо в специфікацію обладнання (арк. 3 графічної частини проекту).

Виробничу площу ділянки визначаємо за формулою:

$$F_{д} = \sum F_{об} \cdot K, \text{ м}^2, \quad (2.16)$$

де $\sum F_{об}$ - сумарна площа підлоги ділянки, яку займає технологічне обладнання м^2 , $\sum F_{об} = 83,04 \text{ м}^2$;

K – перехідний коефіцієнт, який враховує переходи, робочі зони, проїзди, $K=5,0$. [5]

Тоді:
$$F_{д} = 83,04 \cdot 5,0 = 415,2 \text{ м}^2$$

Приймаємо площу ділянки 432 м^2 .

Враховуючи рекомендації щодо проектування ремонтних підприємств, ширина прольотів становить 3;6;9;12 метрів, крок між колонами 3;6 метрів.

Приймаємо ширину ділянки $Ш=18 \text{ м}$.

Знаючи загальну площу $F_{д} = 432 \text{ м}^2$ визначаємо довжину:

$$Д = F_{д} / Ш, \quad (2.17)$$

$$Д = 432 / 18 = 24 \text{ м}$$

Отже, габарити ділянки становлять $18 \times 24 \text{ м}$.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ДВИГУНІВ

3.1 Характеристика відомих пристроїв та їх аналіз

Для транспортування двигунів в межах ремонтної ділянки застосовуються візки, рухомі стенди, на яких можна здійснювати розбирання і складання двигуна, підйомно – транспортне обладнання.

Стенд для розбирання і складання двигунів мод. ЦКТБ 2473 (рис. 3.1)

Призначений для виробництва повного об'єму робіт при розбиранні і складанні двигунів на станціях технічного обслуговування і авторемонтних підприємствах.

Стенд складається з трубчастої зварної станини, зварної поворотної рами, виготовленої з профільованого прокату, і механізму повороту рами - черв'ячного редуктора з самогальмівним зачепленням. Двигун встановлюють і кріплять на рамі стенду: спереду за блок циліндрів (за допомогою упора з гвинтовим затискачем), ззаду за проушини картера зчеплення. Двигун можна ставити в будь-яке положення у вертикальній площині по відношенню до його осі, при цьому фіксація положень двигуна гарантується самогальмуючою передачею механізму повороту рами. Черв'ячний редуктор обертають в ручну за рукоятку. Застосування стенду збільшує продуктивність праці і підвищує культуру виробництва.

Технічна характеристика

Тип - стаціонарний, забезпечуючи обертання встановленого на ньому двигуна на 360° у вертикальній площині;

Спосіб обертання двигуна на рамі стенду - гвинтовим затискачем і двома болтами;

Спосіб повороту рами – в ручну, за допомогою черв'ячного самогальмуючого редуктора;

Габаритні розміри, мм: довжина – 950, ширина – 1340, висота – 1010, вага, кг - 126,5

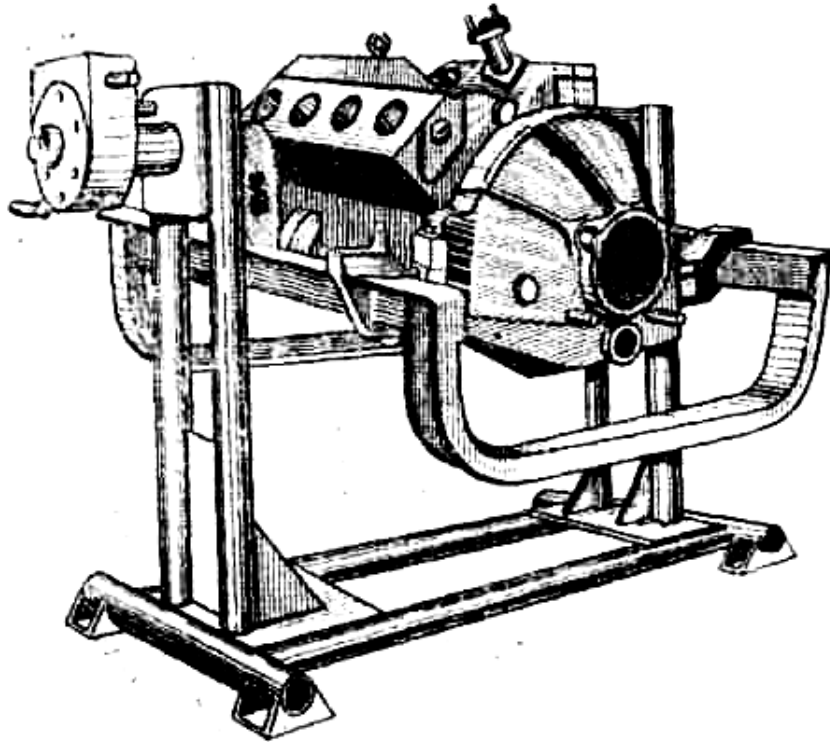


Рис. 3.1 Стенд для розбирання і складання двигунів мод. ЦКТБ 2473

Рухомий стенд для розбирання і складання двигунів (рис. 3.2) призначений для розбирання і складання на ньому тракторних двигунів при ремонті.

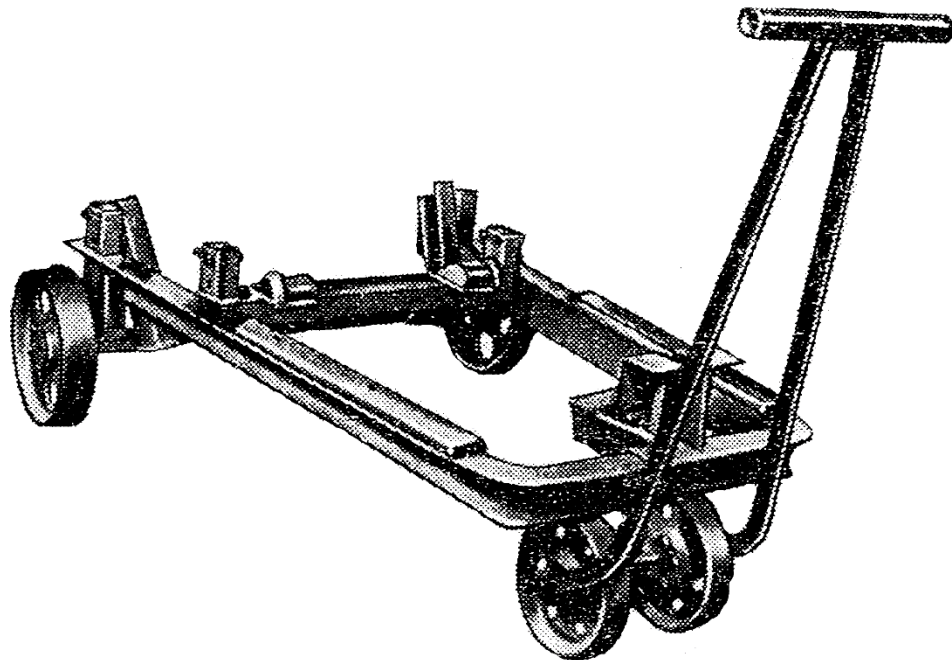


Рис. 3.2 Рухомий стенд для розбирання – складання двигунів

В залежності від технологічного процесу двигун під час розбирання - складання повинен знаходитися в горизонтальному або вертикальному положенні. При горизонтальному положенні двигуна на стенді встановлюють колінчастий вал, кривошипно – шатунний механізм, оливну помпу і піддон картера. При вертикальному положенні двигуна на стенді виконують всі інші складальні операції.

Блок двигуна при горизонтальному положенні опирається на горизонтальні планки рами своєю боковою поверхнею, до яких кріплять фільтри для очистки оливи в вертикальному положенні двигуни встановлюють на стенді на три опори. Передньою опорою на стенді для всіх двигунів є передня площадка. Задніми опорами є стійки з кронштейнами.

Рама стенда виготовлена з профільної сталі. Стенд змонтований на чотирьох колесах. Два передні колеса призначені для повороту при русі стенда. Довжина стенда з ручкою складає 2640 мм, ширина 1826 мм, висота 720 мм. Маса 178 кг.

Візок ОПТ – 837 – 700 – 60А – призначений для транспортування двигунів із складу до мийки і після мийки для розбирання. Візок входить в комплект, що додається до мийної машини МД – 1, МД – 2.

Складається з прямокутної рами і чотирьох коліс з ребордами для переміщення по рельсах. На рамі візка є опори для встановлення двигунів. Довжина візка 1300 мм, ширина 950 мм, вага 1100 кг.

Кран рухомий гідравлічний (мод. 423 М) – призначений для монтажу і демонтажу двигунів, піднімання і транспортування на невеликі віддалі вантажів в ремонтних дільницях.

Кран складається з наступних вузлів: зварної рами 7 (рис. 3.3) на чотирьох колесах, з яких два задніх рухомі; стійки 3, підсиленою стрілкою 4 телескопічного типу; циліндра 6 із штоком і оливної поршневої помпи 8 з ручкою 1, що має два шарикових клапана і з'єднується стальними трубками з циліндрами 6 і стійкою 3, що служать як місткість для оливи, спускного вентиля 23 регулювальним

запобіжним клапаном. Габаритні розміри: 2290×1160×1955 мм, маса 220 кг, вантажопідйомність 2 – 10 кН, в залежності від виліту стріли. Робоча рідина – олива індустріальна 12 або 20 ГОСТ 20799 – 75.

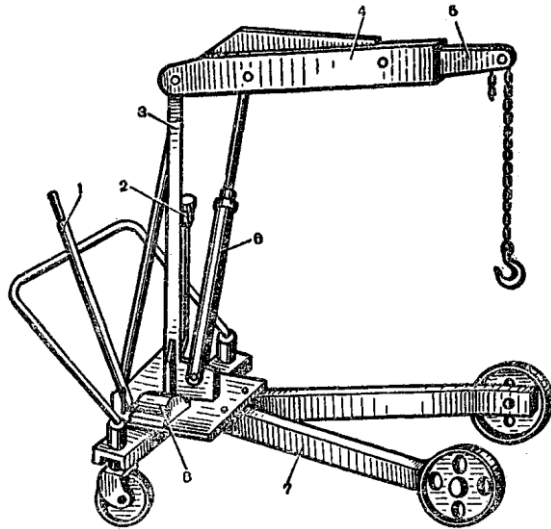


Рис. 3.3 Кран рухомий (мод. 423 М)

1 – ручка; 2 - вентиль спускний; 3 – стійка; 4 – стріла; 5 – подовжувач; 6 – циліндр;
7 – рама; 8 – помпа.

Ручний візок 683 – М (рис. 3.4) призначений для перевезення автотракторних двигунів. Вантажопідйомність його складає 500 кг, маса з платформою 56 кг.

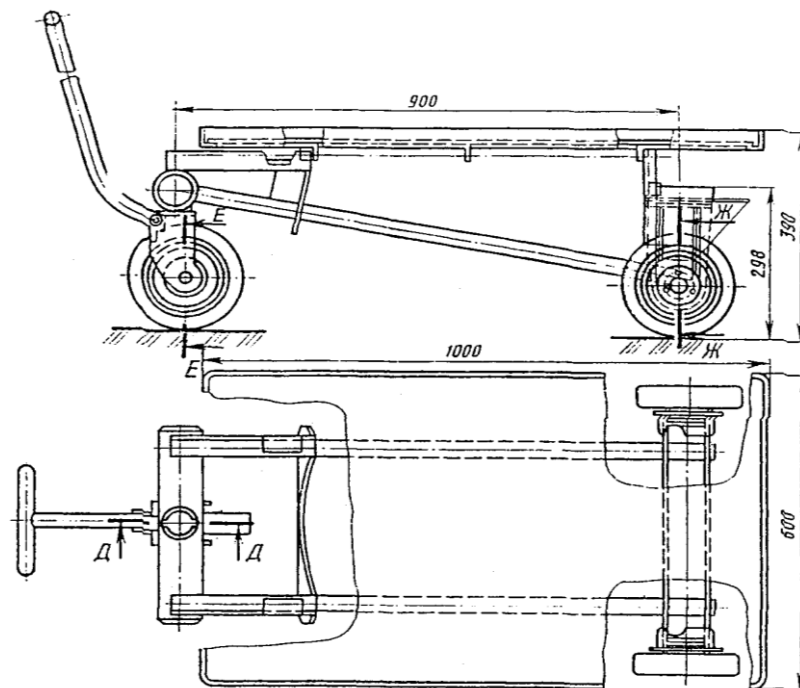


Рис. 3.4 Ручний візок 683 - М

3.2 Обґрунтування необхідності конструктивної розробки

У ручному візку для транспортування двигунів 683 – М є ряд недоліків.

Одним із таких недоліків є плоска платформа візка, на яку повинен ставитись двигун для подальшого його транспортування. Внаслідок ривків чи нерівності поверхні по якій пересувається візок можливі ушкодження картера чи інших складових двигуна. Тобто, доцільніше було б використовувати таку конструкцію візка, яка позволяла б встановлювати двигун на декількох опорах, щоб не пошкоджувати його під час транспортування.

Даний пристрій має дуже малу вантажопідйомність, що не дає можливості транспортування різномарочних двигунів і тим самим забезпечення його універсальності.

Тому ми пропонуємо розробити універсальний пристрій для транспортування різномарочних двигунів і часткового їх підрозбирання та складання.

3.3 Опис будови і принципу дії запропонованої конструкції пристрою

Для забезпечення більшої вантажопідйомності пристрою ми пропонуємо виготовити раму пристрою із сталюого квадрата і збільшити діаметри валів 18 опорних коліс (складальне креслення, лист 4 графічної частини). В передній частині рами на додатковій поперечині встановити дві каретки 2, які зможуть переміщатися по ширині пристрою тим самим забезпечуючи регулювання ширини передньої опорної поверхні встановлення двигунів. Вони складаються із корпусу, який обгортає квадрат із всіх сторін і підставки, на яку встановлюється двигун. У задній частині пристрою на T – подібній конструктивній складовій рами і повздовжньому брусі встановлюємо іншу каретку 5. Вона складається також із обгортки квадрата та домкрата, встановленого на ній. Домкрат оздоблений ручкою за допомогою якої

ми можемо опускати чи піднімати передню частину двигуна. Домкрат гвинтової конструкції. Передня і задня каретки мають гвинтові фіксатори 7.

Запропонована нами конструкція дає можливість транспортувати двигуни різних габаритних розмірів через наявність рухомих двох поперечних кареток і однієї каретки, яка переміщується повздовж пристрою, тобто враховує довжину двигуна, та за допомогою домкрата встановлюється горизонтальне положення двигуна, який ми транспортуємо, що сприяє покращенню умов транспортування і зменшує ймовірність пошкодження.

Підсилена конструкція рами 1 і опорних коліс 3, 4 дає можливість збільшити вантажопідйомність даного пристрою, тобто збільшити різноманітність двигунів, які можна транспортувати на ньому.

Загальний вигляд універсального пристрою для транспортування двигунів зображений на листі 4 графічної частини.

3.4 Розрахунок найбільш відповідальних деталей на міцність

3.4.1 Розрахунок і конструювання валів

Для виготовлення вала вибираємо Сталь 45Х, твердість НВ 260...280, поліпшення 280...302НВ. [24]

Діаметр консольних ділянок $d_{\hat{E}}$ (мм) валів розраховують за формулою

$$d_{\hat{E}} = 11 \times \sqrt[3]{\frac{16 \times T_1}{\pi \times [\tau]_{\hat{E}\hat{\sigma}}}}, \text{ мм} \quad (3.1)$$

де: \hat{O}_1 - крутний момент в перерізі вала, $T_1 = 45,2$ Нм [24];

$[\tau]_{kp}$ - зниження допустимих навантажень при крученні, $[\tau]_{kp} = 20$ МПа [24].

$$d_{\hat{E}} = 11 \times \sqrt[3]{\frac{16 \times 45,2}{3,14 \times 20}} = 24,8 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{\hat{E}} = 30$ мм.

Діаметр посадочної шийки підшипника кочення розраховують за формулою

$$d_1 = 1,1 \cdot d_K, \text{ мм} \quad (3.2)$$

$$d_1 = 1,1 \cdot 30 = 33 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_1 = 35$ мм.

Зовнішній діаметр упорного бурта d_2 приймають в відповідності з каталожними даними вибраного підшипника. Приймаємо $d_2 = 50$ мм.

Напруження згину

$$\sigma_{\zeta\bar{a}} = \frac{\dot{I}_{\bar{N}}}{\frac{\pi \times d_K^3}{30}}, \text{ МПа} \quad (3.3)$$

де: $\dot{I}_{\bar{N}}$ - сумарний момент

$$\sigma_{\zeta\bar{a}} = \frac{\dot{I}_{\bar{N}}}{\frac{\pi d_K^3}{30}} = \frac{1407348}{\frac{3,14 \times 30^3}{30}} = 498 \text{ МПа.}$$

Сумарне напруження в небезпечному перерізі

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_{\zeta\bar{a}}^2}, \text{ МПа} \quad (3.4)$$

$$\sigma_e = \sqrt{498^2} = 498 \text{ МПа}$$

Максимальне еквівалентне напруження під час перевантажень

$$\sigma_{e\max} = \sigma_e \times k_n, \text{ МПа} \quad (3.5)$$

$$\sigma_{e\max} = 498 \times 1,5 = 747 \text{ МПа.}$$

Допустиме еквівалентне напруження

$$[\sigma]_e = 0,8 \times \sigma_T, \text{ МПа} \quad (3.6)$$

де σ_T - межа текучості.

$$[\sigma]_e = 0,8 \times 375 = 300 \text{ МПа.}$$

Умова статичної міцності вала

$$\sigma_{e\max} \geq [\sigma]_e \quad 799 \geq 300$$

Таблиця 3.1 - Зведена таблиця механічних властивостей матеріалу валу

Найменування параметра		Позначення		Значення
1		2		3
Найменування матеріалу		-		Сталь 45Х
ДСТУ на матеріал		-		1577-93
Аналоги або замітники матеріалу		-		-
Термічна обробка		-		Нормалізація, відпуск
Твердість матеріалу		HRC (HB)		280
Модуль пружності (модуль Юнга I роду)		E	МПа	210000
Модуль зсуву (модуль Юнга II роду)		G	МПа	80770
Коефіцієнт Пуассона		μ	-	0,3
Щільність матеріалу		ρ	кг/м ³	7,85
Межа витривалості		σ_B	МПа	620
Межа текучості		σ_T	МПа	375
Межа витривалості при:	розтягу	σ_{-1P}	МПа	248
	згині	σ_{-1}	МПа	498
	крученні	τ_{-1}	МПа	-
	контакті	σ_{-1H}	МПа	640
Допустиме навантаження при:	розтягу	$[\sigma]_P$	МПа	-
	згині	$[\sigma]_{3\Gamma}$	МПа	1058
	крученні	$[\tau]_{KP}$	МПа	-
	зрізі	$[\tau]_{\Phi}$	МПа	-
	змінанні	$[\tau]_{CM}$	МПа	-
	контакті	$[\sigma]_K$	МПа	1785

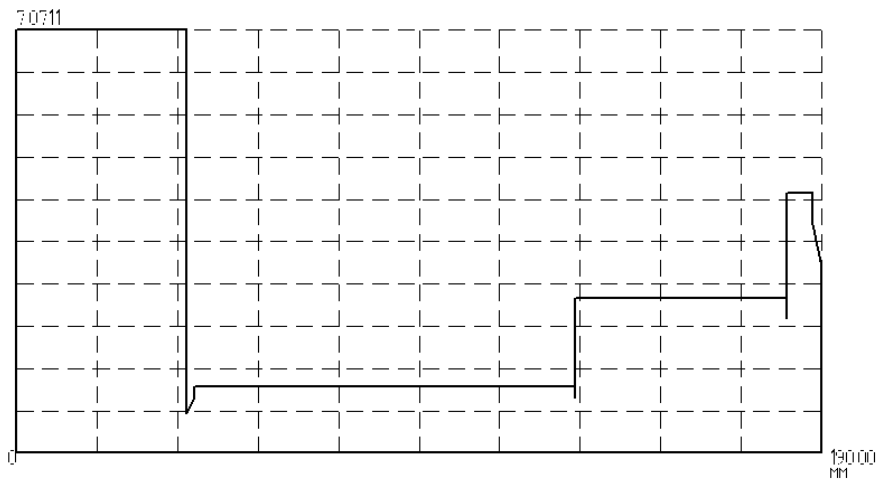


Рис. 3.5 Графік коефіцієнта запасу витривалості вала

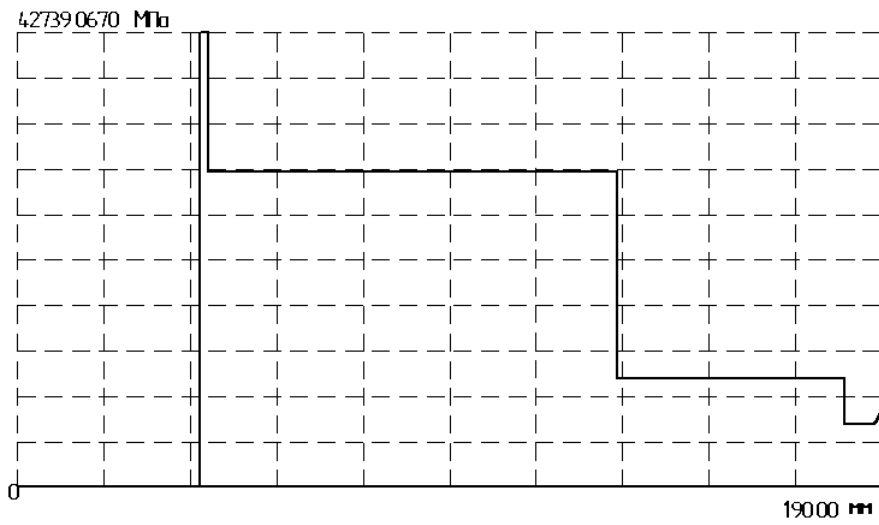


Рис. 3.6 Графік контактних напружень при крученні

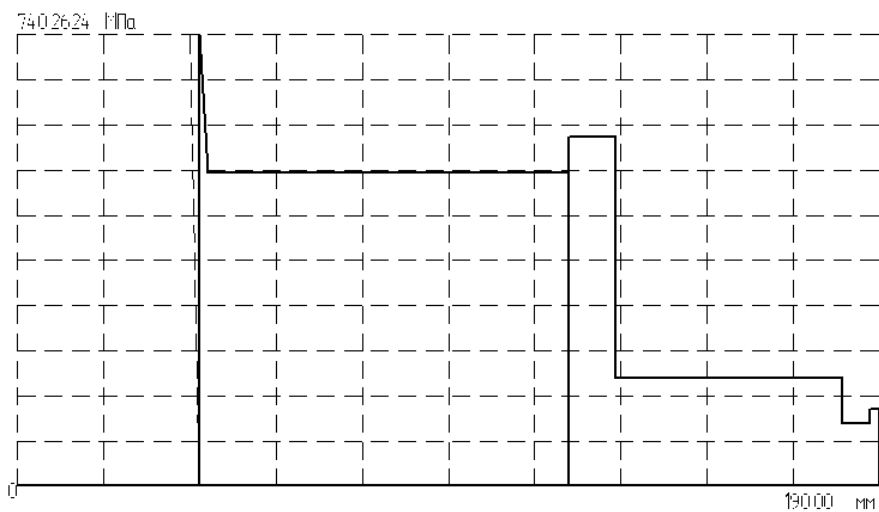


Рис 3.7 Графік еквівалентних навантажень

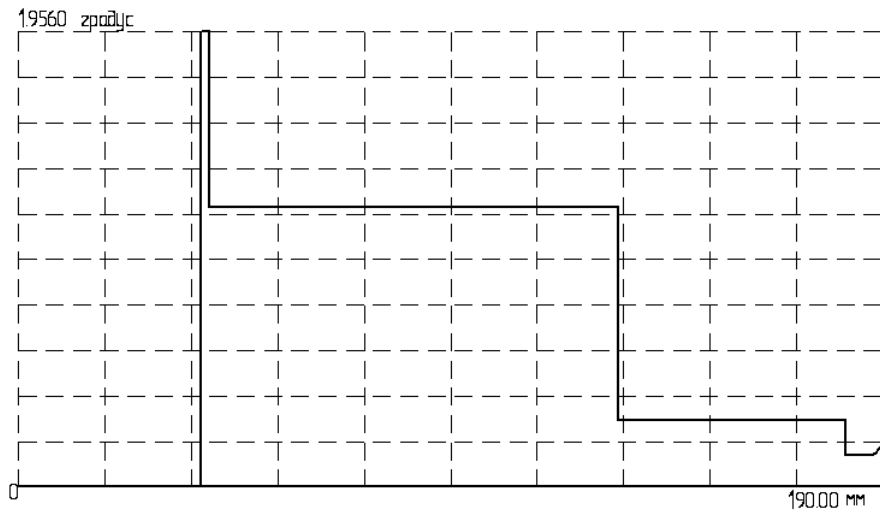


Рис. 3.8 Графік відносних кутів закручування перерізу вала

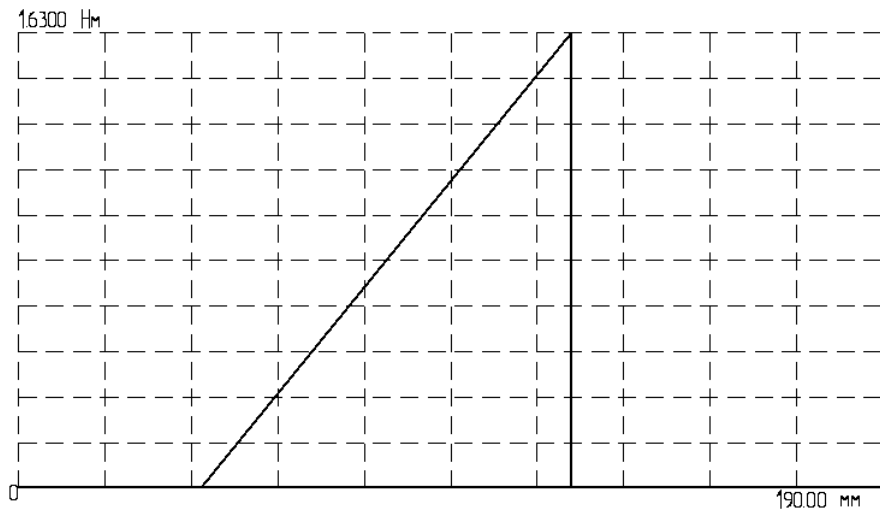


Рис. 3.9 Графік згинаючих моментів в горизонтальній площині

3.4.2 Вибір підшипників кочення вала

Таблиця 3.2

Розрахунок підшипників на вантажопідйомність і довговічність

Найменування параметра	Позн.	Значення (властивість)
1	2	3
<i>Вихідні дані</i>		
ДСТУ на підшипник	-	7242-81
Позначення підшипника	-	60307
Зовнішній діаметр, мм	D	80,00
Внутрішній діаметр, мм	d	35,00
Величина кута контакту, градус	a	0,00
Рухоме кільце	-	внутрішнє
Температурний режим, градус Цельсія	t	до 125
Вид навантаження	-	середньонормальний
<i>Розрахункові параметри</i>		
Осьова сила, Н	Ra	0,00
В горизонтальній площині, Н	Rh	20,00
В вертикальній площині, Н	Rv	0,00
Еквівалентне навантаження, Н	Pe	20,00
Базова статична вантажопідйомність, кН	C	33,20
Базова динамічна вантажопідйомність, кН	Co	18,00
Ресурс підшипника, млн. циклів	Lh	729000000
Умова по ресурсу	-	Виконано

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1 Структурно – функціональний аналіз процесу та розроблення моделі травмонезбезпечних та аварійних ситуацій

При розслідуванні нещасних випадків при ударі людини об землю, бетонну чи дерев'яну підлогу, інші предмети часто ті, хто розслідує нещасний випадок, не вважають їх небезпечним фактором, бо раніше вони не несли ніякої небезпеки. В усіх цих випадках небезпеку в собі несли небезпечні умови, що призвели до падіння людини, тому травмуючими факторами будуть ті предмети (матеріали, речовини), які саме спричинили людині травму. Отже, слід чітко визначати небезпечні умови і вживати заходів для їх усунення.

Оскільки небезпечний виробничий фактор ніколи не може діяти на людину без відповідних небезпечних умов, то схему процесу формування та виникнення небезпечних ситуацій можна побудувати лише з випадкових явищ, а це означає, що таку схему можна використати для необхідних розрахунків рівня небезпеки для конкретних умов виробництва.

При дослідженні процесів формування та можливого виникнення небезпечних ситуацій було помічено, що в одному випадку небезпечна умова може бути наслідком небезпечної дії, а в іншому небезпечна дія - наслідком небезпечної умови. Крім того, небезпечна ситуація може виникати лише від небезпечних дій, або їх поєднання, чи від небезпечних умов безпосередньо.

Схема процесу формування небезпечної ситуації та її можливих наслідків для випадків, коли пріоритетними є небезпечна умова або небезпечна дія, об'єднує найпростіші варіанти важливих подій (рис. 4.1):

1. На робочому місці є лише одна небезпечна умова. Вона може безпосередньо призвести до небезпечної ситуації та її наслідків. Схема потоку подій у цьому випадку матиме такий вигляд: НУ → НС → аварія або травма, або випадок без наслідків (А, Т, БН).

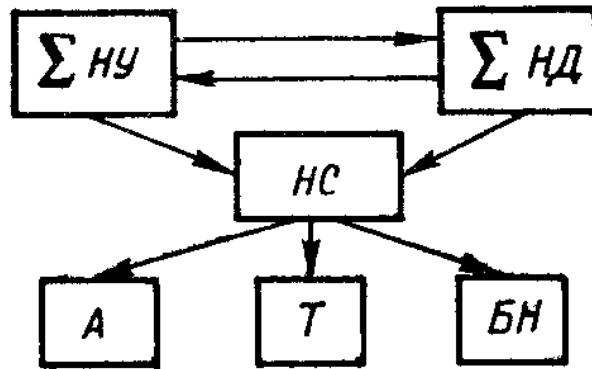


Рис. 4.1 Блок-схема взаємозв'язків між небезпечними подіями у процесі формування та виникнення небезпечних ситуацій

НУ - небезпечна умова; НД - небезпечна дія; НС - небезпечна ситуація, А - аварія; Т - травма, БН - наслідок без травми і аварії.

За такою схемою небезпечна ситуація, наприклад падіння людини, можлива при наявності на підлозі пролитого масла, або робоче місце захаращене тощо.

Із цього прикладу видно, що помічені небезпечні умови, у свою чергу, є наслідком небезпечних дій, що відбулися значно раніше. Цих дій при обстеженні обладнання на робочих місцях ми зареєструвати не можемо, тому помічені недоліки з охорони праці фіксуємо як небезпечні умови. Це логічно, тому що саме ці умови (пролите масло) необхідно ліквідувати, щоб не допустити падіння людей.

2. При експлуатації виробничого обладнання виникла одна небезпечна умова (НУ₁). Вона стала причиною виникнення іншої небезпечної умови (НУ₂), яка, в свою чергу, здатна викликати наступну небезпечну умову (НУ₃), і так далі, до виникнення небезпечної ситуації (НС), наслідком якої може бути аварія (А) або (і) травма (Т). Описаний потік подій можна чекати при експлуатації виробничого обладнання.

3. Існуюча небезпечна умова (або така, що може виникнути) (НУ) може спонукати працюючого до допущення ним помилок у процесі роботи або інших небезпечних дій (НД), внаслідок чого виникне небезпечна ситуація (НС). Потік подій і залежність між ними у цьому випадку можна зобразити у вигляді:

$$\text{НУ} \rightarrow \text{НД} \rightarrow \text{НС} \rightarrow \text{А, Т}$$

За такою схемою небезпечні події можуть протікати у тих випадках, коли небезпечною умовою є конструктивний недолік машини або іншого виробничого обладнання. Наприклад, від'єднання шлангів високого тиску (НУ) призведе до втручання людини в її роботу з метою його усунення. При цьому можуть бути порушені певні вимоги безпеки (двигун або сама машина не зупинені, хоч цього вимагають правила). Такі дії є небезпечними (НД), хоч виникли вони саме через конструктивні її недоліки.

4. Допущена небезпечна дія (НД) в умовах виробництва стає причиною виникнення небезпечної умови (НУ) з наступними наслідками у вигляді небезпечної ситуації, аварії і (або) травми.

Потік подій, що відбуваються у певній послідовності, в цьому випадку матиме такий вигляд:

$$\text{НД} \rightarrow \text{НУ} \rightarrow \text{НС} \rightarrow \text{А, Т.}$$

4.2 Вимоги техніки безпеки до організації та утримання робочого місця

Правильна організація робочого місця має велике значення в загальному комплексі заходів по техніці безпеки та підвищенню продуктивності праці. Робоче місце - це визначена ділянка виробничої площі, закріпленої за окремим робітником або бригадою, забезпечена обладнанням, інструментом та допоміжними пристроями відповідно до характеру виконуваних робіт.

Робоче місце слюсаря-ремонтника машинно-тракторного парку в ремонтній майстерні може знаходитись в розбирально-складальному цеху або на складському конвеєрі при поточному ремонті тракторів і автомобілів, в агрегатно-ремонтному і слюсарно-механічному цехах.

Робоче місце слюсаря обладнується спеціальними стендами або столами для розбирання чи складання агрегатів, тумбочкою для інструменту, підйомно-транспортними засобами для піднімання та пересування важких і громіздких деталей і агрегатів тракторів та автомобілів (конвеєрами, кран-балками, монорельсами з тельферами, різноманітними візками тощо).

Постійні робочі місця для слюсарів-ремонтників обладнуються верстатами, стійко закріпленими на підлозі. Верстаки повинні бути зручними по висоті та розташуванню і мати ящики з окремими гніздами для зберігання кожного виду інструменту. На задній стінці верстата потрібно зробити полицку для складання дрібних деталей. Однорядні верстати з задньої сторони огороджують захисною сіткою, якщо ця сторона обернена в бік проходів або інших робочих місць; дворядні - розділяють металевими запобіжними сітками висотою 750 - 800 мм. Доцільно забезпечити верстати поворотними сидіннями, ямі можна було б при необхідності прибирати під верстати.

Місцеве освітлення верстатів повинно мати безпечну напругу 36 В. Світильники встановлюють на шарнірному кронштейні, що дає змогу забезпечити потрібний напрямок світлового потоку.

Встановлене на верстатах обладнання (лещата і т. п.) повинно бути надійно закріплене. Лещата розташовують ближче до правого краю (приблизно на $\frac{1}{3}$ правого краю) так, щоб зручно було працювати і розмістити на верстаку решту слюсарних інструментів.

Для зручності роботи, зменшення стомлювання лещата повинні бути встановлені так, щоб верхня площина затискних губок була на рівні ліктя слюсаря. Підгонку по росту здійснюють за рахунок різної висоти дерев'яної решітки, на якій стоїть робітник біля верстака.

Плиту для правки встановлюють на правій стороні верстака, а плиту для перевірки - на лівій.

Інструменти, пристрої, заготовки, готові вироби тощо треба розміщувати на верстаку в певному порядку, а саме: інструменти для лівої руки (зубило, крейцмейсель і т. п.) кладуть зліва від лещат, а інструменти для правої (молоток, напилек, шабери, гайкові ключі) - справа від лещат, вимірювальні інструменти (штангенциркуль, мікромір тощо) - посередині верстака, заготовки - зліва, а готові вироби - справа. Дрібні деталі та різні документи (креслення, технологічні карти, наряди та інше) треба розміщувати на поличці верстака. На цьому верстаку повинні бути лише ті інструменти, пристрої та заготовки, які необхідні для проведення поточної роботи.

Після закінчення робочого дня інструменти та пристрої обтирають і складають в ящики, змитають з верстата щіткою ошурки і обтирають його ганчіркою. Безладність і неохайність в утриманні робочого місця, захаращення його зайвими матеріалами, заготовками, готовими виробами тощо знижує продуктивність праці та створює небезпеку травмування робітників.

Освітлення робочого місця. Робочі місця (верстаки, верстати) в майстернях слід розташовувати так, щоб світло попадало з лівого боку, бо інакше права рука під час роботи заступатиме його.

Недостатнє освітлення виробничих приміщень і робочих місць сприяє виникненню травматизму. Якщо роботи вимагають великого зорового напруження (на токарних, шліфувальних, точильних та інших верстатах), виключне значення в боротьбі з травматизмом має місцеве освітлення з напругою 36 В.

Освітлення майстерень повинно відповідати вимогам ГОСТу 3825 - 47, бути рівномірним, достатнім для проведення роботи з необхідною точністю і таким, завдяки якому можна вчасно помітити небезпеку і запобігти їй. Зайве освітлення, як і недостатнє, небажане.

Для підтримання достатнього освітлення світильники треба періодично оглядати і замінювати в них несправні лампи, а також очищати їх від пилу та бруду

(в приміщеннях з надмірною запиленістю повітря: кузнях, термічних і зварних майстернях чотири рази в місяць, а в інших приміщеннях - два рази в місяць).

Кронштейн місцевого освітлення треба влаштувати так, щоб він забезпечував фіксацію світильника в різних положеннях. Електричний провід до світильника розміщують всередині кронштейна. Відкрита проводка не допускається.

Конструкція вузлів кронштейна повинна виключати перекручення і перетирання проводів і попадання на них рідин (масло, емульсії та ін.).

З часом освітлення приміщення зменшується в зв'язку з забрудненням вікон, фонарів (брудні вікна та фонарі затримують до 50% світла), а також обладнання стін і стелі.

Очищати вікна в приміщеннях, де надмірна запиленість повітря, треба не менше чотирьох разів на рік, а в приміщеннях, в яких в повітрі знаходиться незначна кількість пилу, - два рази на рік.

Для очищення вікон і фонарів можна користуватись емульсією такої суміші: на 1 л води 10 г сульфанафтової кислоти, 4 г кальцинованої соди і 6 г милонафту або амонійного мила. Всі речовини слід розчиняти в воді в тому порядку, в якому вони перелічені в рецепті, наступну речовину вводять тільки після повного розчинення попередньої.

Очищають засклені вікна так: на скло наносять емульсію і через 20 - 30 хвилин старанно протирають м'якими ганчірками.

Стіни і стелю приміщення також слід тримати в чистоті. Обладнання треба фарбувати в зеленувато-жовтий колір.

Правильне освітлення робочого місця створює безпечні умови праці та сприяє підвищенню її продуктивності на 10 - 30 процентів.

4.3 Заходи безпеки на розбирально - складальних і слюсарних роботах

Для зручної і безпечної роботи робочі місця для розбирання і складання машин та агрегатів повинні бути обладнані стендами, верстатами, столами, стелажми, підйомно-транспортними засобами та іншими пристроями і мати достатню площу для розміщення устаткування і проходів.

Знімати і встановлювати важкі вузли необхідно справними підйомними пристроями. При підніманні деталей за допомогою талів або кранів суворо забороняється стояти під вантажем чи притулятися до нього. При зніманні важких деталей вручну треба стежити, щоб при укладанні їх на долівку або верстат робітники не прищипнули пальці. Краще класти деталі на підкладки.

Стенди і підставки, які використовуються на ремонті і монтажі рам, двигунів тощо, повинні бути міцними і стійкими. Важкі, громіздкі частини трактора ставити у нестійке положення забороняється.

Щоб запобігти відлітанню осколків під час рубання металу, слюсарний верстат слід обладнати захисною сіткою заввишки 80 см над його верхнім покриттям. Не можна очищати верстат від металевої стружки і обрубків руками навіть у рукавицях. Для цього треба користуватися спеціальними щітками або мітелками.

Зубила, крейцмейселі й інші ударні інструменти повинні мати рівні, дещо випуклі затилки без тріщин, перекосів і задирок. Щоб уникнути ударів по руці, довжина зубила має бути не менше 150 мм, а відтягнута частина його – 60 - 70 мм.

Молотки і кувалди слід добре закріплювати на ручках, зроблених з міцного в'язкого дерева з гладенькою і закругленою поверхнею. Напильники і шабери необхідно вставляти в гладенькі відполіровані ручки з металевими кільцями.

При користуванні гайковими ключами слід застосовувати їх відповідно до розмірів гайок і головок болтів. При роботі ключем не можна нарощувати його іншим ключем або трубою.

Верстатні лещата необхідно надійно прикріплювати до верстата. Лещата повинні міцно затискати деталь, на їх губках має бути насічка.

При розбиранні гусениць не дозволяється вибивати пальці інструментом з твердого металу. Для цього слід користуватися спеціальною виколоткою з м'якого металу. Складаючи вузли, у яких є пружини, необхідно застосовувати пристрої, що забезпечують неможливість раптового зняття навантаження. Стиснуті пружини треба вставляти за допомогою спеціальних пристроїв.

Збіг отворів з'єднаних деталей перевіряється тільки металевим стержнем. Перевірка пальцем забороняється.

4.4 Розрахунок освітлення мотороремонтної дільниці

Організація правильного освітлення робочих місць і виробничих приміщень природнім і штучним освітленням, сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню травматизму, підвищенню якості продукції.

Природне і штучне освітлення виробничих і побутових приміщень повинне відповідати вимогам.

Проводимо розрахунок освітлення для мотороремонтної дільниці. Перевірку природного освітлення проводимо наступним чином:

- для правильного нормування освітленості необхідно детально вивчити особливості зорової роботи в даному приміщенні;

- освітленість виміряємо таксиметром в різних точках приміщення, по поперечному перерізі посередині приміщення, площина якого перпендикулярна площині засклення віконних прорізів.

Необхідну сумарну площу вікон $\sum F_B$ м² обчислюємо за формулою:

$$\sum F_A = \frac{F_I l_{\min} \eta_O K}{100 \tau_O n_1}, \text{ м}^2 \quad (4.1)$$

де F_{II} – площа підлоги, м²;

l_{min} – мінімальний коефіцієнт природної освітленості, $l_{min} = 1,5$; [14]

η_0 – світова характеристика вікон, $\eta_0 = 8,5$; [14]

K – коефіцієнт, що враховує затінення вікон сусідніми будівлями, $K = 1,3$;

τ_0 – загальний коефіцієнт світло пропускання віконної пройми з врахуванням затінення, $\tau_0 = 0,4$; [14]

n_1 – коефіцієнт, що враховує відбите світло від внутрішніх поверхонь приміщення, $n_1 = 2$. [14]

$$\sum F_A = \frac{432 \cdot 1,5 \cdot 8,5 \cdot 1,3}{100 \cdot 0,4 \cdot 2} = 90 \text{ м}^2.$$

Для забезпечення природного освітлення приміщення необхідно щоб площа вікон становила $\sum F_B = 90 \text{ м}^2$.

Проводимо розрахунок штучного освітлення.

Знаходимо необхідну кількість ламп для освітлення приміщення:

$$n = \frac{E_{\min} k S z}{\eta \Phi}, \text{ шт.} \quad (4.2)$$

де Φ – світловий потік, що освітлює поверхню;

E_{\min} - мінімальна освітленість, $E_{\min} = 300 \text{ Пк}$; [14]

z - коефіцієнт мінімальної освітленості, $z = 1$; [14]

S - площа приміщення, що освітлюється, $S = 432 \text{ м}^2$; [14]

k - коефіцієнт запасу, що комплексує зниження освітлюваності в процесі експлуатації установки в зв'язку із старінням ламп і забрудненням світильників, $k = 1,6$; [14]

η - коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta = 7,8\%$.

$$n = \frac{300 \cdot 1,6 \cdot 432 \cdot 1}{7,8 \cdot 1000} = 27 \text{ шт.}$$

Для штучного освітлення нашого приміщення необхідно 27 люмінесцентних ламп ЛД - 2×40.

5. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Охорона та раціональне використання ґрунтів

Екологічна ситуація яка склалася у світі наприкінці нашого століття спонукала все цивілізоване людство усвідомити що подальше безвідповідальне споживацьке ставлення до природи та природних ресурсів може завершитися глобальною катастрофою.

Досягнення якісно нових рубежів у виробництві продуктів харчування можливе лише за умов подальшої інтенсифікації землеробства і тваринництва на основі найсучасніших досягнень науки і техніки ефективного і раціонального використання ресурсного потенціалу агропромислового комплексу.

Ґрунти мають величезне значення не лише тому, що є головним джерелом отримання харчових продуктів. Вони відіграють активну роль в очищенні природних і стічних вод ґрунтово-рослинний покрив є регулятором водного балансу суші. Це - універсальний біологічний фільтр і нейтралізатор багатьох видів антропогенного забруднення. Основними засобами відновлення ґрунтів є насадження лісозахисних смуг, впровадження сівозмін, періодична консервація угідь.

На відкритій місцевості переважає вітрова ерозія. Для її запобігання також насаджують лісосмуги. На даний час в господарстві розробляються нові, більш ефективні методи боротьби з ерозією, як водною, так і вітровою.

Дуже важливим компонентом ґрунту є гумус. В районі вживаються різноманітні заходи щодо збереження та збільшення вмісту гумусу, зокрема, періодична консервація угідь та збалансоване підживлення мінеральними та органічними добривами, впровадження науково - обґрунтованих сівозмін, тощо.

Дедалі відчутнішими стають негативні наслідки хімізації сільського господарства: погіршуються властивості ґрунту, його стан через нагромадження великої кількості шкідливих речовин, що вносились без належних розрахунків та

врахування екологічних законів. До таких шкідливих хімічних речовин в першу чергу належать мінеральні добрива та різні засоби хімічного захисту рослин. На даний час внесення мінеральних добрив та засобів хімічного захисту рослин частково скоротилось, і суворо контролюється спеціальними службами. Однією із причин їх зменшення є висока їхня вартість.

Ґрунти також забруднюються оливами та пальним, які підтікають з автомобілів, тракторів і комбайнів під час роботи на полях. Для запобігання цьому стараються вчасно проводити технічне обслуговування та усунення підтікань.

Для того, щоб зберегти фізичні властивості ґрунтів – потрібно різко скоротити повторність обробітки ґрунтів, перейти на прогресивні та ефективні його форми.

5.2 Охорона та ефективне використання водних ресурсів

Вода є одним з найнеобхіднішим і найпоширеніших речовин. Сільське господарство – один з найбільших споживачів і одночасно забруднювачів вод внаслідок використання мінеральних добрив та інших хімікатів, функціонування тваринницьких комплексів, зрошування земель.

В районі джерелами питної води є свердловини, постачання технічної води здійснюється із річок, і ставків. Для напування тварин використовують воду із свердловин із застосуванням водозабірних башт і установок для подачі води. Вода також використовується для миття різних с.г. знарядь. Здебільшого вода відповідає стандартам відповідно до її призначення.

Особливо небезпечним для здоров'я людини є забруднення природних вод побутовими стоками. На теперішній час зберігання мінеральних добрив є короткими, їх закупають на даний вид робіт чи сезон, тому забруднення при зберіганні їх є мінімальним.

Внаслідок нагромадження продуктів ерозії, водні джерела поступово міліють. Щоб запобігти цьому, прибережні смуги вздовж річок повинні бути нерозорані, а їх русла розчищені.

5.3 Охорона атмосферного повітря

Одним із найважливіших чинників, що потребує охорони є атмосферне повітря. Основними джерелами забруднення атмосфери є природні і промислові процеси.

Серед промислових викидів основними джерелами є низькі технологічні та вентиляційні викиди неперервної дії, котрі складають близько 80% від загальної кількості викидів є те, що максимальні концентрації шкідливих речовин існують у безпосередній близькості від висоти труб і віддалі, що притаманно для високих джерел.

Основна маса забруднення повітря припадає на спалювання органічних енергоносіїв (вугілля, нафта, газ). До 40% забруднень дає автотранспорт. Справа погіршується ще, й тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі повітря – саме в зоні дихання.

Надзвичайно важливою особливістю таких викидів є те, що максимальні концентрації шкідливих речовин існують у безпосередній близькості від місця їх виникнення, а не на п'ятнадцяти кратний від висоти труб віддалі, що притаманно для високих джерел.

В Золочівському районі основними забрудниками повітря є котельні, трактори та автомобілі, тваринницькі ферми. Для зменшення кількості викидів на автомобілях і тракторах встановлюють спеціальні каталізатори, що окислюють СО до СО₂.

6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ДВИГУНІВ

Економічну ефективність від впровадження у виробництво пристрою для транспортування двигунів можна розрахувати за витратами на його проектування і виготовлення, енергетичними витратами під час експлуатації, за тарифною ставкою слюсаря – складальника і збільшенням продуктивності виконання операцій. В основу розрахунку покладено методику визначення економічної ефективності витрат на дослідження і розробки.

Розрахунковий економічний ефект від запровадження нового пристрою визначаємо за формулою:

$$E_p = B_p - Z_p, \text{ грн.} \quad (6.1)$$

де B_p – вартісна оцінка результатів, які отримані за розрахунковий період, грн.;

Z_p – вартісна оцінка витрат, що пов'язані з використанням пристрою за розрахунковий період, грн.;

При розрахунку береться до уваги строк служби пристосування t , а вартісну оцінку результатів, які отримані за період використання визначаємо за формулою:

$$B = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} B_t \times \alpha_t, \text{ грн.} \quad (6.2)$$

де B_t – вартісна оцінка результатів в t -тому році розрахункового періоду, грн.;

t_n – початковий рік розрахункового періоду;

t_k – кінцевий рік розрахункового періоду;

α_t – коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів в t -тому році визначається за формулою

$$B_t = C_t \times A_t \times \Pi_t, \text{ грн.} \quad (6.3)$$

де, C_t – економія коштів на ремонті і обслуговуванні одного двигуна;

A_t – кількість одиниць використовуваного обладнання в даному році;

P_t - загальна кількість ремонтів і обслуговувань з використанням розробленого обладнання.

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначаємо за формулою:

$$\alpha_t = (1 + E_n)^{t_0 - t}; \quad (6.4)$$

де E_n - норматив зведення різночасових витрат і отримання результатів, що чисельно прирівнюються до нормативу ефективності номінальних вкладень, $E_n = 0,1$;

t_p - розрахунковий рік;

t - рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Результати розрахунків заносимо в таблицю.

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту від впровадження нового між операційного транспортного пристрою визначаємо за наступною методикою:

Економію коштів на транспортних операціях ремонту двигунів визначаємо за формулою:

$$Ц = (C_n + C_p) \times (t_1 - t_2) + e_n, \text{ грн.} \quad (6.5)$$

де C_n - втрати від години простою трактора;

C_p - середня годинна тарифна ставка робітників, $C_p = 2,7$ грн/год.;

t_1 - середня трудомісткість між операційного транспортування під час ремонту одного двигуна за існуючою технологією, $t_1 = 3$ люд.-год.;

t_2 - трудомісткість між операційного транспортування під час ремонту одного двигуна з використанням розробленого пристрою $t_2 = 2$ люд.-год.;

$$Ц = (7,8 + 2,7) \times (3 - 2) = 10,5 \text{ грн.}$$

Кількість операцій транспортування ремонтів двигунів визначаємо за наступною формулою:

$$P_t = W_t \times W_o \times \mu_t, \text{ шт.} \quad (6.6)$$

де, W_t - річна програма ремонту двигунів, $W_t = 300$;

W_o – кількість операцій використання пристрою для ремонту одного двигуна,
 $W_o = 3$;

μ_t , - коефіцієнт річного збільшення програми, $\mu_t = 1,05$.

$$П_{2023} = 300 \times 3 \times 1 = 900 \text{ шт.};$$

$$П_{2024} = 300 \times 3 \times 1,05 = 945 \text{ шт.};$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Економію коштів на ремонті одного двигуна для наступних років визначаємо за формулою:

$$Ц_t = \alpha_t \times Ц; \text{ грн.} \quad (6.7)$$

$$Ц_{2024} = 0,9091 \times 10,5 = 9,55 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо решту розрахунків і результати заносимо в таблицю.

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$З_p = \sum_{e=1}^{e=e} Z_t * \alpha_t, \text{ грн.} \quad (6.8)$$

де Z_t - величина витрат в t -тому році, грн.

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу :

$$З_{2007} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6, \text{ грн.} \quad (6.9)$$

де C_1 - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації, $C_1 = 120$ грн.;

C_2 - вартість матеріалів на 3 комплектів, $C_2 = 236$ грн.;

C_3 - вартість комплектуючих, $C_3 = 180$ грн.;

C_4 - вартість виготовлення деталей, $C_4 = 337$ грн.;

C_5 - вартість складальних, монтажних, налагоджувальних і випробувальних робіт, $C_5 = 96$ грн.;

C_6 - витрати на організацію і підготовку виробництва за новою технологією, $C_6 = 20$ грн.

Значення показників $C_1...C_6$ прийняті на підставі експертних оцінок спеціалістів ремонтної майстерні, що займається виготовленням нестандартного обладнання.

$$Z_{2023} = 120 + 236 + 180 + 337 + 96 + 20 = 989 \text{ грн.}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою

$$Z_t = C_e \times \alpha_t, \text{ грн.} \quad (6.10)$$

де C_e - розрахункові експлуатаційні витрати на підтримання пристрою в роботоздатному стані, грн.

$$C_e = \eta \times Z_p, \text{ грн.} \quad (6.11)$$

де: η - частка початкової вартості обладнання, необхідна для підтримання його роботоздатності, $\eta = 0,1$;

$$C_e = 0,1 \times 989 = 98,9 \text{ грн.}$$

$$Z_{2024} = 98,9 \times 0,9091 = 89,9 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Скориставшись формулою (6.3) визначаємо вартісну оцінку результатів:

$$B_{2023} = 10,5 \times 900 = 9450 \text{ грн.};$$

$$B_{2024} = 9,55 \times 945 = 9024,8 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Підставивши результати розрахунків у формулу (6.1) отримаємо значення економічного ефекту

$$E = 9450 - 98,9 = 9351 \text{ грн.}$$

Строк окупності запропонованого пристрою визначаємо за формулою:

$$T_{ок.} = \frac{\sum Z_t}{\sum C_t} * t_{вик.}, \text{ років} \quad (6.12)$$

де, $t_{вик.}$ - термін використання обладнання приймаємо $t_{вик.} = 8$ років.

$$T_{ок.} = \frac{401}{6129} \times 8 = 0,6 \text{ року.}$$

Отже, строк окупності пристрою буде становити 6 місяців.

Таблиця 6.1 - Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для транспортування двигунів.

Показники	Роки								Разом
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
P_t - річна програма виконуваних операцій, шт.	900	945	973	1002	1032	1062	1094	1127	8135
C_t - економія коштів на одній операції, грн.	10,5	9,55	8,68	7,89	7,17	6,52	5,93	5,39	-
α_t - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5131	-
B_t - вартісна оцінка результатів, тис. грн.	9,45	9,024	8,45	7,9	7,4	6,92	6,49	6,07	61,7
Z_t - вартісна оцінка затрат, грн.	98,9	89,9	74,3	55,8	38,1	23,7	13,4	6,9	401
E_t - економічний ефект, тис. грн.	9,35	8,93	8,38	7,84	7,36	6,89	6,48	6,06	61,29

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1) Було проаналізовано конструктивно – технічні характеристики двигунів *DEUTZ*, а саме будова і функціональне призначення його складових частин, можливі несправності і методи їх усунення, діагностовані параметри та якісні характеристики технічного стану, що дає можливість оцінки вибору технологічного процесу ремонту дизельних двигунів.

2) Розроблений аналіз технологічного процесу ремонту двигунів дає можливість визначення потрібної фахової підготовки робітників, вибору технологічного обладнання для проведення ремонту, планування та розрахунку параметрів виробничої мотороремонтної дільниці

3) Основну увагу керівництву майбутнього підприємства потрібно звернути на оснащення робочих місць технологічною документацією на ремонт складних вузлів та обладнанням для складання та випробування двигунів.

4) Зважаючи на наявну матеріально-технічну базу, в мотороремонтній дільниці доцільно організувати ремонт дизельних двигунів не тільки модифікації *DEUTZ* але і інших моделей.

5) Запроектований універсальний пристрій для транспортування двигунів варто запровадити у виробництво, так як його характеристики цілком відповідають нормам нормативно – технологічної документації на ремонт двигунів.

6) Запроектовані заходи, що до охорони праці і навколишнього середовища дозволять забезпечити відповідно умови безпечної праці і запобігання негативного впливу виробництва на навколишнє середовище.

7) Техніко – економічна оцінка ефективності запроектованого пристрою для транспортування двигунів дасть можливість оцінити сукупність затрат на його виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лімот А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : навч. посіб. / Житомир. Держ. агроєколог. ун-т, 2008. 410 с.
2. Ільченко В.Ю. Експлуатація МТП в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю., Карасьов П. Т., Лімот А.С. та ін. Київ. Урожай, 1993. 288 с.
3. Агулов І.І. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин / Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Левчій О.В. Київ. Урожай, 1989. 256 с.
4. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки / О.В. Козаченко. Харків. Торнадо, 2000. 192 с.
5. Козаченко О.В. Практикум з технічної експлуатації сільськогосподарської техніки : Монографія / Козаченко О. В., Сичов І. П. та ін. ; за ред. О.В. Козаченка. Харків. Торнадо, 2001. 374 с.
6. Технологія технічного обслуговування машин : [навч. посіб. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс на осв. кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / І.М. Бендера, С.М. Грушецький, П.І. Роздорожнюк, Я.М. Михайлович. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2010. 320 с.
7. Грушецький С.М. Технологія технічного обслуговування машин : навч.-мет. компл. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс» на осв.-кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / Грушецький С.М. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2012. 400 с.
8. Канарчук В. Є. Надійність машин : Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. Київ. Либідь, 2003. 424 с.
9. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : Навч. посіб. / А.С, Лімонт. Держ. агроєколог. ун – т. Житомир, 2008. 420 с.
10. Погорілій Л.В. Випробування сільськогосподарської техніки: науково – методичні засади оцінки та прогнозування надійності сільськогосподарських машин / Л.В. Погорілій, В.Я. Анілович. Київ Фенікс, 2004. 208 с.

11. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. Київ. „Вища школа”, 1993.
12. Гряник Г.М. Охорона праці. Київ. Урожай, 1994.
13. Зерхалов Д.В., Береславський М.Л. Обладнання для технічного обслуговування і ремонту машин. Довідник. Київ. Урожай, 1991.
14. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ Лібра, 1998.
15. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ. Урожай. 1993.
16. Ремонт машин., Методичні поради до курсового та дипломного проектування: У 2 – х частинах / За заг. ред. академіка О.Д. Семковича. Частина 2. Львів. держ. агр. ун-т, 1997. 150с.
17. Семкович О.Д. Визначення параметрів ремонтної технологічності. Організаційно-технологічна взаємодія підприємств АПК в процесі ремонту сільськогосподарської техніки // Збірник наукових праць – Львів: Львівський с-г інститут, 1991.
18. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво: Затв. Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції та Міністерством фінансів України за № 218/446 від 26.09.01.
19. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник / Є. Ю. Формальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо. Львів. Афіша, 2004. 492 с.
20. Канарчук В. Є. Виробничі системи на транспорті : підручник / В. Є. Канарчук, П. П. Куртков. Київ. Вища школа, 1997. 359 с.
21. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець. Київ. Вища школа, 1994. (У 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. 342 с.; Кн. 2: Організація, планування і управління. 383 с.; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. 599 с.

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

23. Надійність техніки. Терміни і визначення: ДСТУ 2860:1994. Київ. Держстандарт України, 1994. 36 с. (Національні стандарти України).

24. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Київ. Мінтранс України, 1998. 16 с.