

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Технічного сервісу та інженерного

(назва кафедри)

менеджменту імені М.П. Момотенка

Руслан ШАТРОВ

(підпис)

(ПІБ)

« ____ » _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Розробка технології технічного контролю форсунок двигунів тракторів»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Братішко Вячеслав Вячеславович

(ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

К.Е.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Євтушенко Володимир Дмитрович

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Приходько Валерій Анатолійович

(ПІБ)

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет Механіко – технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

в.о. завідувача кафедри Технічного сервісу та
інженерного менеджменту імені М.П. Момотенка

К.Т.Н., доцент Шатров Р.В.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

« ____ » _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Приходьку Валерію Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра «Розробка технології технічного контролю
форсунок двигунів тракторів»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «16» лютого 2026 р. № 510 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра Матеріали первинного бухгалтерського
обліку, _____ нормативно – методичні матеріали, науково – технічна література

Перелік питань, які потрібно розробити:

РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

РОЗДІЛ 3 ДІАГНОСТИКА ФОРСУНОК

РОЗДІЛ 4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Перелік графічних документів: Електронна презентація на 12 слайдів

Дата видачі завдання «10» вересня 2025 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра _____
(підпис)

Євтушенко В.Д.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Приходько В.А..
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

В загальному розділі приведено технічні характеристики форсунок зернозбиральних комбайнів, системи живлення паливом, розглянуто основні несправності системи живлення.

В технологічному розділі проведено розрахунок виробничої програми ТО і ремонту, кількості ТО і КР, річного наробітку. Приведено технологічний процес регулювання паливної апаратури та технологічний процес складання і регулювання форсунок.

В конструкторському розділі приведено стенд для діагностики дизельних форсунок, функціональну схему для діагностики ПНВТ та стенд для діагностики ПНВТ.

В проектному розділі проведено розрахунок виробничих площ ділянки, приведено планувальні рішення виробничого корпусу, параметри руху автомобілів та розроблено генеральний план аграрного підприємства.

В економічному розділі проведено техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.

Розглянуто питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології.

Технічне переоснащення полягає в заміні технологічного обладнання даної ділянки, що дозволить підвищити культуру виробництва, полегшити працю робітників, зменшити час простою зернозбиральних комбайнів в ремонті, що призведе до підвищення техніко-економічних показників.

Ключові слова: ФОРСУНКА, КОМБАЙН, ВІДМОВА, НАРОБІТОК.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ	10
1.1. Загальна характеристика діяльності господарства	10
1.2 Типи насос форсунок	18
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	21
2.1. Розрахунок виробничої програми, обсягу робіт і чисельності виробничих робітників	21
2.2. Розрахунок постів	27
2.3. Визначення потреби в технологічному обладнанні	31
2.4. Визначення рівня механізації ділянки по ремонту паливної апаратури	32
2.5 Стенд для діагностики дизельних форсунок	34
3 ДІАГНОСТИКА ФОРСУНОК	41
3.1 Аналіз існуючих несправностей форсунки	41
3.2 Діагностика форсунки по осцилограмі напруги керування	43
3.3 Діагностування форсунок за падінням тиску в паливній рампі	44
3.4 Діагностування форсунок віброакустичним методом	45

РОЗДІЛ 4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	46
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	56
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	70
ВИСНОВКИ	88
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	89

ВСТУП

Агропромисловий комплекс є одним з найбільших секторів економіки України. Тут формується основна частина продовольчих ресурсів та майже три чверті роздрібного товарообігу, що має вирішальне значення для гарантування продовольчої безпеки держави, розвитку внутрішнього і зовнішнього ринку. Проте поглиблення кризових явищ не оминуло й АПК, виробництво в якому останнім часом супроводжується значним зниженням родючості землі, погіршенням структури матеріально-технічних засобів, втратою генетичного потенціалу в рослинництві та тваринництві. Наслідком кризової ситуації стало зниження обсягів виробництва валової продукції сільського господарства. Як результат, загальний фінансовий стан сільськогосподарських підприємств – збитки.

Створення сприятливих умов для прискорення розвитку АПК є вирішальним фактором виходу країни з економічної кризи. Основною ланкою механізму державного регулювання розвитку агропромислового комплексу є створення необхідної правової і нормативної бази. Тому державна політика в аграрному секторі повинна йти у напрямку пошуку оптимальної моделі трансформації економічних відносин суб'єктів господарювання.

Головною особливістю сучасного економічного механізму господарювання є його спрямованість на забезпечення раціонального ведення господарських справ в умовах дефіциту ресурсів, необхідності досягнення високих кінцевих результатів з мінімальними витратами, прискорення переходу до інтенсивного характеру розвитку виробництва на основі досягнень науково-технічного прогресу.

Зернозбиральний комбайн відіграє суттєву роль в агропромисловому комплексі країни, регулярно обслуговує майже 3 млн. підприємств і організацій всіх форм власності, селянських і фермерських господарств та підприємців, а також населення країни.

Навантаження на зернозбиральний комбайн на сьогоднішній день становить 35% від загального навантаження і неухильно зростає. Згідно з оцінками, внесок зернозбиральних комбайнів в збиранні збіжжя складає 95...97%. Ось чому для ефективної роботи зернозбиральних комбайнів і попередження несправності необхідно якісне і своєчасне технічне обслуговування і діагностика.

Підтримка зернозбиральних комбайнів в технічно справному стані в значній мірі залежить від рівня розвитку і умови функціонування виробничо-технічної бази підприємств АПК, що представляє собою сукупність будівель, споруд, обладнання, оснащення та інструменту, призначених для технічного обслуговування, поточного ремонту і зберігання зернозбиральних комбайнів. При цьому слід зазначити, що внесок виробничо-технічної бази в ефективність технічної експлуатації зернозбиральних комбайнів досить високий і оцінюється в 18-19%.

Метою зернозбиральних комбайнів як сектора агропромислового комплексу країни є задоволення потреби економіки і населення країни в збиранні зернового збіжжя сільськогосподарських культур при мінімальних витратах всіх видів ресурсів. Для цього потрібна підтримка зернозбиральних комбайнів в технічно справному стані.

Не менш важливим є завдання підвищення ефективності роботи зернозбиральних комбайнів. Одним з методів вирішення цієї проблеми є своєчасне і якісне проведення технічного обслуговування і ремонту зернозбиральних комбайнів.

Для чого необхідне впровадження нових прогресивних методів ремонту зернозбиральних комбайнів, сучасних систем діагностування, що дозволить точніше визначати технічний стан зернозбиральних комбайнів, якісніше проводити ТО і ПР, зменшити витрати на запасні частини.

Технічне переоснащення полягає в заміні технологічного обладнання даної ділянки, що дозволить підвищити культуру виробництва, полегшити працю робітників, зменшити час простою зернозбиральних комбайнів в ремонті, що призведе до підвищення техніко-економічних показників.

Конструкторська частина дипломного проекту передбачає розробку стенда для діагностування форсунок дизельних двигунів зернозбиральних комбайнів. Впровадження пристосування дозволить полегшити працю працівників і в кінцевому результаті знизити час простою зернозбиральних комбайнів в ремонті.

В екологічній частині дипломного проекту розглянуті питання, пов'язані з екологічною безпекою на підприємстві, а саме питання організації безпечної праці робітників. В екологічній частині дипломного проекту представлений розрахунок викиду шкідливих речовин при діагностуванні та ремонті форсунок і насосів високого тиску. Так само в екологічній частині представлена техніка безпеки при роботі з проектованим стендом з діагностики форсунок дизельних двигунів.

В економічній частині дипломного проекту встановлюється розмір капітальних вкладень, розраховуються експлуатаційні витрати, визначаються показники економічної ефективності проектованого стенду для діагностування форсунок дизельних двигунів, а також витрати, пов'язані з технічним переоснащенням ділянки по ремонту паливної апаратури.

РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Загальна характеристика діяльності господарства.

Товариство з обмеженою відповідальністю «Баришівська зернова компанія» знаходиться в смт. Баришівка, Київської області.

Господарство розташоване в бувшому районному центрі. Віддаль до обласного центру, міста Києва - 122 кілометра. Найближча залізнична станція знаходиться в смт.Тростянець, до найближчого цукрового заводу - 40 км, до елеватора – 45 км.

Господарство знаходиться в зоні Лісостепу, в помірно континентальному поясі. Температура в влітку досягає – 32 °С, в зимку – (-20 °С). Середньорічна кількість опадів коливається від 400 до 530 мм. Основна їх частина випадає в осінньо-зимовий, зимовий і ранньовесняний періоди. Розподіл опадів по порам року нерівномірний, без опадів іноді проходить до 30 - 40 днів.

Постійний сніжний покрив утворюється в третій декаді грудня і триває 40-50 днів. Зникає в першій декаді березня. В останні роки зими малосніжні чи взагалі сніжний покрив відсутній, що позитивно позначається перевезеннях.

ТОВ «Баришівська зернова компанія» займається вантажоперевезеннями, а також наданням послуг з пасажироперевезення та оренди спецтехніки. Зараз господарство є одним з небагатьох, які надалі працюють та досягають хороших результатів.

Середньооблікова кількість техніки становить 95 одиниць вантажного, автобусного, легкового, причепів і напівпричепів в парку, 38 зернозбиральний комбайнів, 43 трактори.

У складі автомобільного парку підприємства є легкові та вантажні автомобілі, автобуси, причепа і напівпричепа, спецтехніка.

Одна з важливих умов підтримання роботоздатності рухомого складу у післяамортизаційний період - вчасне і якісне виконання технічного обслуговування і діагностування.

Перелік рухомого складу автомобільного транспорту.

№ п/п	Найменування	Кількість, шт	№ п/п	Найменування	Кількість, шт
Бортові			Автобуси		
1	КамАЗ-53212	2	29	КамАЗ-49511	1
2	КамАЗ-5320	1	30	КамАЗ-4310	1
3	КамАЗ-55215	1	31	КамАЗ-43101	2
4	ГАЗ-33023	5	32	КАВЗ-3976	2
5	ГАЗ-33021	1	33	ГАЗ-	1
6	ГАЗ-278813	1	34	ПАЗ-32053307	1
7	ГАЗ-4301	1	35	ПАЗ-3205	2
8	ХУНДАЙ	1	36	ГАЗ-2705	1
Сідельні тягачі			37	ГАЗ-3221	1
9	КамАЗ-5410	2	38	УАЗ-3962	1
10	МАЗ-64229	1	39	УАЗ-3909	1
11	МАЗ-7429	1	40	ИКАРУС-250	2
12	КрАЗ-260	1	Легкові автомобілі		
13	КрАЗ-6444	1	41	ГАЗ-3110	3
Тягачі			42	ГАЗ-31105	5
14	УРАЛ-43204	2	43	ГАЗ-3102	1
15	УРАЛ-43443	1	44	УАЗ-31519	1
Самосвали			45	УАЗ-3151	1
16	ММЗ-4502	1	46	УАЗ-31514	1
17	КамАЗ-55111	12	47	Москвич-	1
18	МАЗ-551600	4	48	ВАЗ-2109	1
Паливозаправники			49	Nissan-	1
19	ГАЗ-3306	1	Причепи		
20	КамАЗ-53212	1	50	Лісовоз8103.2	1
21	УРАЛ-4320-30	1	51	СЗАП-8551	3
23	КрАЗ-260	1	52	СЗАП-8357	1
Спецтехніка			53	ГКБ-8350	1
24	УРАЛ-	1	Полупричепи		
25	УРАЛ-43203	1	54	МТМ-933001	1
26	ГАЗ-3307	1	55	ЧМЗАП-9337	2
27	ISUZU	1	56	ОДАЗ-9370	2
28	КамАЗ-55102	1	57	Роспуск-88-	2
			58	УПР-1212	1
			59	МАЗ-5247Г	1

Склад спеціальної техніки.

№ п/п	Найменування	Кількість, шт	№ п/п	Найменування	Кількість, шт.
Крани стрілові			Зварювальні апарати		
1	КС-55713.1 (КамАЗ)	1	37	АДД-2-2502	1
2	КС-55713.1 (КамАЗ)	2	38	АДД-4004	1
3	КС-55713.3 (УРАЛ)	1	39	АДД-Т-40	1
4	КС-55713 (КАМАЗ)	1	Автогрейдер		
5	КС-5473 (МАЗ)	1	40	ДЗ-180 А	1
6	КС-4573 (КРАЗ)	1	Електростанції		
7	КС-4562 (КРАЗ)	1	41	ДЭС-30	6
8	КС-35714 (УРАЛ)	1	42	ДЭС-37	1
9	КС-3575 (КАМАЗ)	1	43	ДЭС-60	1
Крани			44	ДЭС-100	6
10	КОМАТЦУ ДЗ55СЗ	1	45	ДЭС-3,5	1
11	ТГ-321	2	Компресори		
12	ТГ-321 (34-71)	1	46	ПСК-3,5А	1
13	ОМТ 16	1	47	МЗП ПВ 5В/07	1
14	ТГ-126.01	1	48	ЗИФ ПВ 5В/07	3
15	ТГ-126	2	49	ЗИФ ПВ 6В/07	1
16	ТГ-1224	1	Бульдозери		
17	ТО-1224	1	50	БР-1 Т-25-01	1
18	ТО-1224.2-1	1	51	Т-170 М 101 Е	1
Екскаватори			52	Т-170	1
19	ЕК-14	2	53	Т-170.001	1
20	ЕК-18-30	1	54	Т-170.00.02	1
21	КРАНЭКС ЕК-330	1	55	Т130	1
22	КРАНЭКС ЕК-270	3	56	ДЗ-171.1	1
23	ЭО-4224	1	57	ДЗ-182	1
24	ЭО-4124	1	58	Б-10-02 БР	1
25	ЭО-3323 А	1	Установки		
26	ЭО-2621	1	59	УСТ-СТ-1224	1
27	ЭО-4125	1	Дорожня техніка		
28	МТП-71 Б	1	60	ДУ-47	1
29	ДЭУ	1	61	ДУ-67.10	1
30	КАТО	1	62	ДУ-69	1
31	ЗПМ-221 (УРАЛ)	1	63	ДУ-70	2

6	Цех по ремонту радіаторів	24,30
7	Кімната для приготування електроліту	15,44
8	Зарядна	28,12
9	Кімната для ремонту акумуляторів	5,84
10	Шиномонтажна	50,00
11	Вент.камера	11,37
12	Комора	5,68
13	Роздягальна	33,08
14	Сан. вузол	7,40
15	Тамбур	1,80
16	Ел. щитова	3,84

В наш час перевезення вантажними автомобілями досягло досить значного рівня розвитку. Автомобіль, а зокрема автомобільний двигун є надзвичайно складною системою.

Основним елементом який забезпечує впорскування палива дизельних автомобільних чи тракторних двигунах є форсунки. В залежності від виду дизельного двигуна й способу упорскування (об'ємного, плівкового або змішаного) використовуються форсунки різної конструкції і їхнього розташування.

Варіанти форсунок, що працюють разом з рядними й розподільними ПНВТ показано на рис. 1.

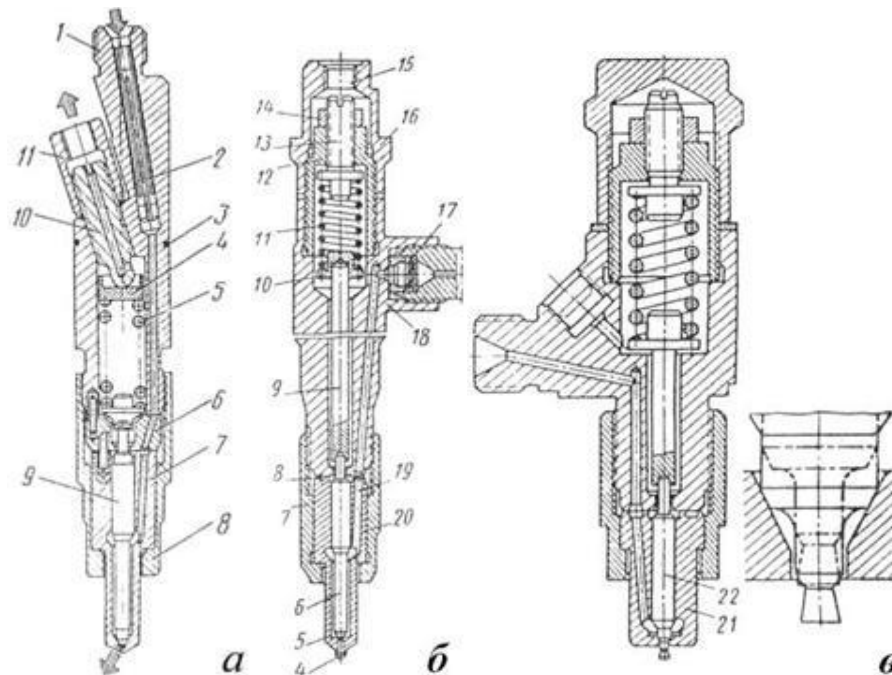


Рис. 1. Варіанти конструкції форсунок

На рис. 1 *а* і *б* наведено конструкції безштифтових форсунок, а на рис. 1*в* – штифтових. Найбільш істотну роль у форсунці виконує розпилювач 21 і голка 22 (рис. 1*в*). Окремо розпилювачі представлені на рис. 2 *а* і *б*.

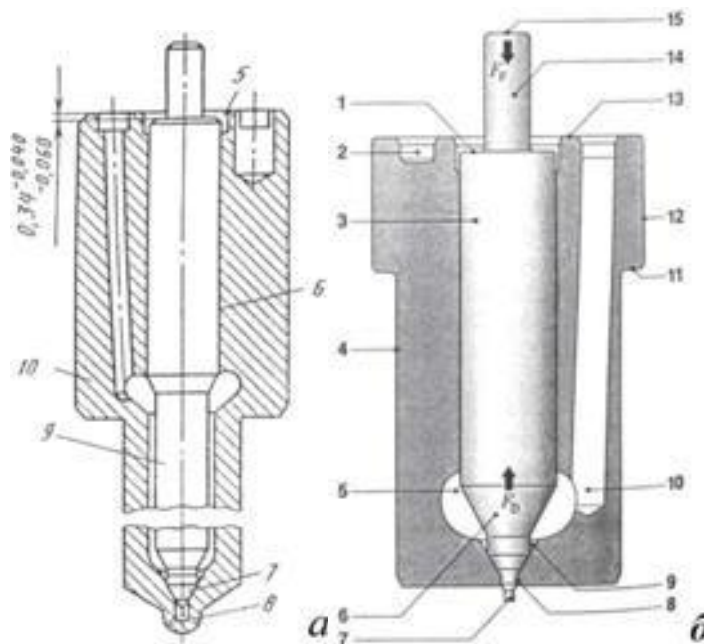


Рис. 2. Розпилювач із голкою: *а* – безштифтовий; *б* – штифтовий.

Штифтові розпилювачі (рис.2 *б*) застосовуються на передкамерних або вихрекамерних двигунах. Існує кілька модифікацій штифтових форсунок, що відрізняються геометрією наконечника штифта. На рис. 2 *б* позначені: 1 – упорна площадка, що задає хід голки; 2 – кільцева канавка; 3 – голка; 4 – корпус; 5 – порожнина високого тиску; 6 – натискний пояс; 7 – штифт; 8 – отвір розпилювача; 9 – вихід сідла; 10 – підвідний канал.

Безштифтова форсунка застосовується при безпосередньому упорскуванні й має наступні особливості розпилювача (рис. 3).

Крім розпилювача в конструкцію форсунки входить корпус, у якому розташовані деталі форсунки, необхідні для її роботи. Існуючі форсунки розрізняють за наступними варіантами корпусів: стандартним, східчастим, корпусом із датчиком ходу голки.

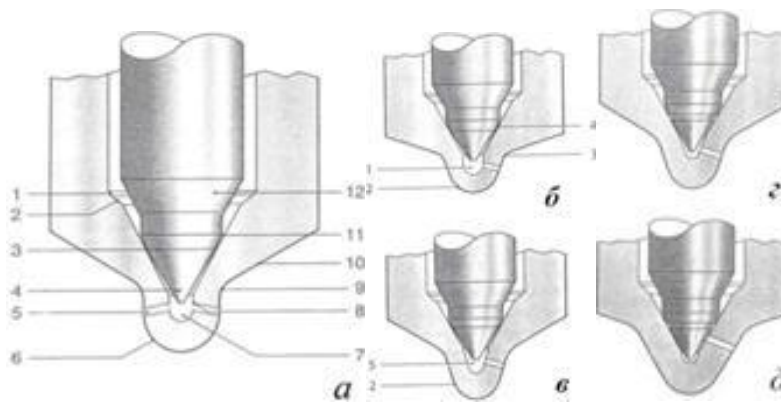


Рис. 3. Безштифтові розпилювачі форсунок: *а* – схема, 1 – крайка, що відключає паливо; 2 – фаска сидла; 3 – сидло голки; 4 – вершина голки; 5 – отвір розпилювача; 6 – сферична вершина; 7 – порожнина залишкового обсягу; 8 – вхідна крайка отвору розпилювача; 9 – жолобник; 10 – конус вершини розпилювача; 11 – сидло конуса розпилювача; 12 – конус звуження голки; *б* – циліндричний підголковий отвір 1; *в* – конічний підголковий отвір 5; *г* – мікроотвори підголкової порожнини; *д* – перекриття підголкової порожнини

В результаті тривалої експлуатації вони можуть забруднюватись різними смолистими відкладеннями.

Для механічної групи форсунок поломка пружин - в основному заводський дефект, зниження жорсткості пружин - результат спрацювання, інші дефекти - некваліфіковане обслуговування.

Для гідравлічної групи основною причиною є вміст в паливі домішок важких фракцій, і також дрібнодисперсних твердих частинок. Для українських умов експлуатації ця група є основною причиною виходу форсунок із ладу. Це вказує на те що більше половини всіх ремонтів систем живлення дизельних двигунів пов'язані із необхідністю проведення операції діагностування і регулювання паливних насосів та форсунок.

Оцінка стану паливних форсунок проводиться по наступним діагностичним показникам: статична продуктивність, рівномірність подачі палива між форсунками, герметичність посадки запираючого елемента, дисперсність розпилювання, форма паливного факелу.

Для виконання найповнішої перевірки паливних форсунок з визначенням усіх діагностичних показників використовують спеціальні діагностичні стенди

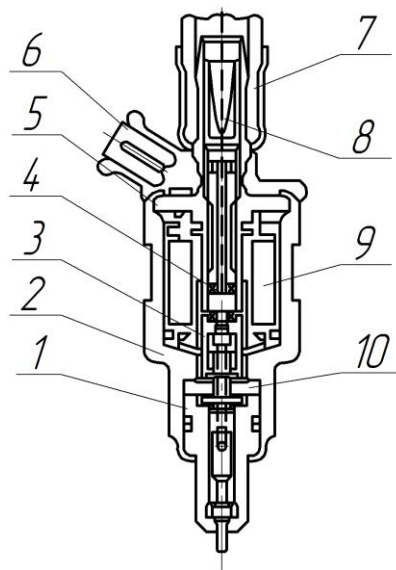
Електромагнітні форсунки застосовуються в сучасних системах впорскування бензину в якості робочих і пускових форсунок (для систем розподіленого впорскування з електронним управлінням), а також в якості центральних форсунок впорскування (у системах живлення з моновпорскуванням), [1].

На (Рис. 1.2, г), показана модель електромагнітної форсунки впорскування в спрощеному вигляді. Як видно з креслення, електромагнітна форсунка (ЕМ-форсунка) відрізняється від закритої гідромеханічної (див. Рис. 1.4) тим, що шток замикаючого елементу клапана (внутрішній рухомий стержень 3 на Рис. 1.2) поміщений в котушку 11 електромагнітного соленоїда. Таким чином, стержень 3, який виконується із спеціального матеріалу, і котушка 11 соленоїда з магнітопроводом 12 утворюють електромагніт з рухливим стержнем в середині котушки. Тепер замикаючий клапан форсунки може відкриватися не під впливом тиску палива (як в ГМ-форсунці), а під впливом електричного струму, що протікає по котушці. Закриття клапана в ЕМ-форсунці, як і в ГМ-форсунці реалізується зворотною пружиною 10. Форсунки, що мають примусове електромагнітне управління запірним клапаном, дозволяють створювати системи впорскування бензину з управлінням від електронної автоматики (від ЕБК). При цьому ЕМ-форсунки не лише розпилюють паливо в потрібному місці впускного колектора, але і дозують його кількість при впорскуванні. При поданні напруги U_ϕ на обмотку 11 (див. Рис. 1.2), яка має омичний опір R_ϕ , по ній починає протікати струм $I_\phi = U_\phi / R_\phi$. Якщо сила j_s магнітного поля соленоїда, з числом витків W_s в котушці ($j_s = I_\phi W_s$) перевищить силу F_n пружності зворотної пружини 10, то запірний клапан форсунки відкриється. При цьому ($j_s > 1,5 \dots 2 F_n$) форсунка спрацює і відбудеться впорскування бензину, оскільки паливо знаходиться в порожнині 6 (див. Рис. 1.2) форсунки під певним внутрішнім тиском P_ϕ . Впорскування відбуватиметься до тих пір, доки форсунка відкрита і по обмотці 11 соленоїда протікає струм I_ϕ , достатній для утримання феромагнітного стержня у втягнутому в котушку соленоїда стані. Проте слід зауважити, що швидкість відкриття і закриття форсунки залежить не лише від форми і амплітуди

електричного імпульсу, що викликає спрацювання форсунки, але і ряду її електромеханічних параметрів. Таким чином, складність створення працездатних ЕМ-форсунок на початкових етапах конструювання завжди зводиться до пошуку найбільш оптимальних компромісів між вказаними протиріччями і необхідними параметрами форсунки.

При застосуванні ЕМ-форсунок в якості клапанних робочий тиск P_s в системі впорскування може бути знижений з 6,5 бар (у механічних системах) до 4,8...5 бар, що підвищує надійність роботи електробензонасоса і знижує вірогідність протікань палива в з'єднаннях ущільнювачів паливомагістралей.

При електронному управлінні форсунками точність дозування впорснутого бензину, значно підвищується. Це стає можливим тому, що тиск усередині ЕМ-форсунки підтримується постійним, і кількість впорснутого палива, визначається тільки часом відкритого стану форсунки.



1 - розпилювач із штифтовим запірним клапаном; 2 - корпус; 3 - рухомий стержень (якор) електромагніта; 4 - зворотна пружина; 5 - сердечник котушки соленоїда; 6- двошконтактний електричний роз'єм; 7 - паливний штуцер; 8 - мілкосітчатий фільтр; 9 - обмотка котушки соленоїда; 10 - обмежувач руху запірного клапана.

Рисунок 1.5 - Електромагнітна форсунка фірми BOSCH

Але найбільш ефективною є система впорскування бензину, в якій кожна робоча клапанна ЕМ - форсунка управляється незалежно від інших (послідовне синхронізоване розподілене по циліндрах імпульсне впорскування бензину з управлінням від багатоканального ЕБК).

За типом замикаючого клапана ЕМ-форсунки, як і гідромеханічні, підрозділяють на три види:

- форсунки з сферичним профілем запірного елементу :
- форсунки з штифтовим клапаном (з конусним або голчастим запірним стержнем) :
- форсунки з дисковим клапаном (з плоским або тарілчастим запірним елементом).

На (Рис. 1.5) показана конструкція ЕМ-форсунки фірми BOSCH. Як і усі форсунки фірми BOSCH, ця форсунка прямоточна і з внутрішнім сітчастим фільтром 8. Соленоїдний електромагніт утворений котушкою 9 і втягуючим якорем (керном), 3.

Випускаються форсунки з внутрішнім електричним опором 2,4 Ом; 12.5 Ом; 16 Ом. Малий опір пов'язаний із застосуванням обмотувального дроту з міді і з необхідністю мати малу величину індуктивності L соленоїда, яка прямо залежить від числа витків W_c обмотки соленоїда.

Низький опір форсунки збільшують додатковим опором в 6...8 Ом, що зменшує споживаний струм. Обмотки високоомної форсунки виконані з дроту з великим питомим опором (наприклад, з латуні), що дозволяє мати малу L і великий R .

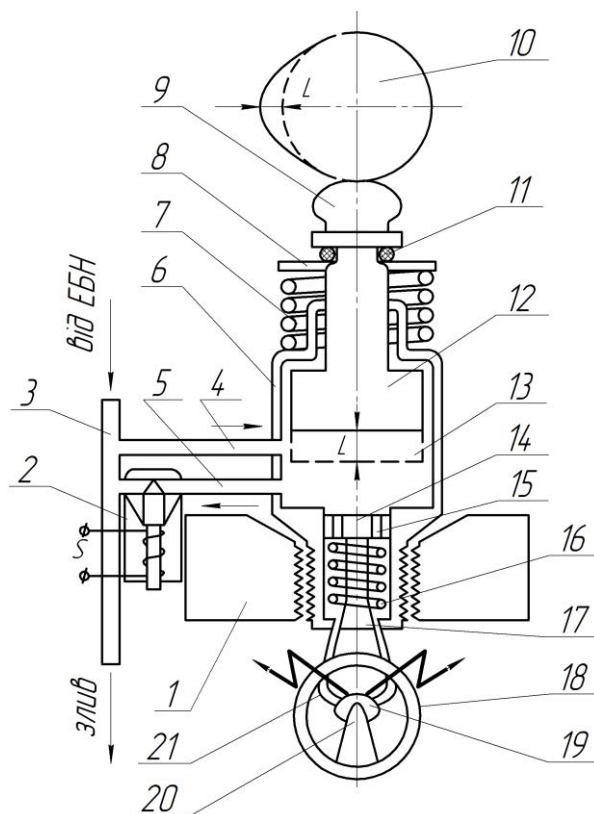
По продуктивності Π впорскування форсунки підбирають по типах і потужності тих двигунів, на які ці форсунки встановлюються. Продуктивність форсунки визначається під робочим тиском системи, як кількість K_v бензину, що пройшов через форсунку за одиницю часу t , якщо вона постійно відкрита.

1.2 Типи насос форсунок

Ведуться дослідження у напрямі пошуку принципово нових способів впорскування бензину за допомогою форсунок. Випробувані так звані

магнітоелектричні форсунки, які відрізняються високою швидкістю (0,5 мс), оскільки працюють з примусовим високочастотним (до 1000 с^{-1}) перемиканням полярності магнітного поля в котушці соленоїда,[1].

Перспективними вважаються також форсунки закритого типу з додатковим електромагнітним управлінням (електрогідравлічні).



1 – фрагмент блока циліндрів в зоні камери згорання; 2 – магнітоелектричний гідроклапан у зливному каналі; 3 – головна бензомагістраль; 4 – подаюча бензомагістраль; 5 – зливний канал (зворотна бензомагістраль); 6 – корпус насос-форсунки; 7 – зворотня пружина плунжера; 8 – опорна тарілочка пружини плунжера; 9 – штовхач плунжера; 10 – кулачок розподільчого вала; 11 – запірне кільце опорної тарілочки; 12 - поршень плунжерного насоса; 13 – робоча порожнина насос-форсунки; 14 – гідромеханічна форсунка закритого типу високого тиску (100-150 бар); 15 – перепускний канал із порожнини плунжерного насоса в порожнину форсунки; 16 – зворотня пружина запірного клапана форсунки; 17 – дисковий запірний клапан форсунки; 18 – свічка запалювання (СЗ); 19 – центральний електрод СЗ;

20 – боковий електрод; 21 – конус (струмінь) розпиленого бензину; L - хід плунжера.

Рисунок 1.6 - Насос форсунка

У системах впорскування бензину групи "Д" (впорскування в камеру згорання) використовується насос-форсунка закритого типу з плунжерним насосом високого тиску, який приводиться в дію від кулачка розподільчого валу (Рис. 1.6).

Насос-форсунка оснащена зливним каналом зі швидкодіючим електрогідравлічним клапаном. Комбінація — плунжерного насосу із закритою гідромеханічною форсункою, зливний канал який керується електронікою — дає можливість реалізувати так зване "пошарове впорскування бензину" безпосередньо в камеру згорання ДВЗ. Це забезпечує значну економію палива за рахунок роботи двигуна на дуже бідних сумішах ($\alpha = 2.0$), а також підвищує ряд його експлуатаційних показників.

При пошаровому впорскуванні циклове подання бензину безперервно диференціюється за часом за допомогою управління тиском в робочій порожнині насос-форсунки (під плунжером). Тиск регулюється електронним гідравлічним клапаном в зливному каналі. Суть пошарового впорскування палива полягає в його поданні окремими, строго дозованими порціями. Виходить так: за один цикл впорскування бензин подається прямо в циліндр не суцільним однорідним струменем, а декількома частинами, кожна з яких утворює "свій" коефіцієнт надлишку повітря α . У об'ємі циліндра утворюється "пошаровий пиріг" із сумішшю різної концентрації. Перевага пошарового впорскування бензину полягає в тому, що в перший момент займання в зону центрального електроду свічки запалення подається нормальна (стехіометрична) суміш з $\alpha = 1$, яка легко займається. Далі процес горіння палива в дуже бідній суміші ($\alpha = 2$) підтримується за рахунок "відкритого вогню", що утворився в перший момент займання. Проте система впорскування бензину з насос-форсунками має два істотні недоліки: вона містить дорогі і дуже складні механічні пристрої, а також сприяє появі значних кількостей

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок виробничої програми, обсягу робіт і чисельності виробничих робітників

2.1.1. Вибір вихідних даних

Технологічний розрахунок ведеться з урахуванням того, що автомобілі та інша техніка будуть проводити технічне обслуговування, поточний ремонт і стоянку на території ремонтної майстерні.

Залежно від типу рухомого складу Положенням про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту (далі Положення) встановлено п'ять технологічно сумісних груп.

Розіб'ємо парку ТОВ "Баришівська зернова компанія" на технологічно сумісні групи (табл. 2.1.). Під технологічною сумісністю рухомого складу розуміється конструктивна спільність моделей, що дозволяє організувати спільне виробництво робіт по їх ТО і ПР з використанням однієї і тієї ж технологічної бази (технології і організації робіт, робочих місць, постів, обладнання та оснащення).

Таблиця 2.1.

Технологічно сумісні групи

Група	Марка транспортного засобу	Кількість
	ВАЗ-2109	1
	Москвич-23352	1
	Всього:	2
II	ГАЗ-3110	8
	ГАЗ-31029	1
	УАЗ-3151	4
	Всього:	13
III	ГАЗ-2705	1
	ГАЗ-3221	1
	УАЗ-3962	1
	УАЗ-3909	1
	ГАЗ-3307	1
	Всього:	5

IV	КамАЗ-49511	1
	КамАЗ-4310	3
	КАВЗ-3976	2
	ПАЗ-3205	3
	Всього:	9
V	ІКАРУС-250	2
	Всього:	2
VI	ГАЗ-3302	6
	ГАЗ-278813	1
	Всього:	7
VII	ГАЗ-3306	1
	ГАЗ-4301	1
	Всього:	2
VIII	ММЗ-4502	1
	Всього:	1
IX	КамАЗ-5320	1
	Всього:	1
X	КамАЗ-53212	4
	КамАЗ-5410	2
	МАЗ-64229	1
	МАЗ-7429	1
	МАЗ-551600	4
	Всього:	12
XI	ХУНДАЙ	1
	КрАЗ-260	2
	КрАЗ-6444	1
	УРАЛ-4320	3
XI	УРАЛ-43443	1
	КамАЗ-55111	12
	Всього:	20
XII	Причепи	6
XIII	Полупричепи	9
XIV	Спецтехніка	95
ВСЬОГО		184

Для розрахунку виробничої програми і обсягу робіт ремонтної майстерні необхідні такі вихідні дані:

- тип і кількість рухомого складу (автомобілів, причепів, напівпричепів);
- середньодобовий (середньорічний) пробіг автомобілів;
- дорожні і кліматичні умови експлуатації;
- режим роботи рухомого складу і режими технічного обслуговування і ремонту;

Таблиця 2.2.

Вихідні дані

Група	Облікова кількість автомобілів, од.	Режим роботи рухомого складу		
		Середньодобовий пробіг одного автомобіля Ісд, км	Час в наряді Тн, год	Дні роботи в році Др.р., днів
I	2	60	8,2	255
II	13	60	8,2	255
III	5	80	8,2	255
IV	9	80	8,2	255
V	2	80	8,2	255
VI	7	100	8,2	255
VII	2	100	8,2	255
VIII	1	100	8,2	255
IX	1	100	12	255
X	12	100	12	255
XI	20	100	8,2	255
XII	6	100	8,2	255
XIII	9	100	8,2	255
XIV	95	50	8,2	255

2.1.2. Категорії умов експлуатації

Відповідно до Положення ці категорії характеризуються:

- типом дорожнього покриття, існує шість типів (матеріалів) дорожнього покриття, кожен з них відповідає своїм виглядом покриттю;
- типом рельєфу місцевості, визначається висотою (в метрах) над рівнем моря;

- умовами руху, характеризуються середньомісячними температурами, кліматом і визначаються на основі даних про районування території країни за кліматичними районам.

Місце розташування ТОВ "Україна - Т" - смт. Тростянець Вінницької області.

Район експлуатації рухомого складу ТОВ "Україна - Т" – Тростянецький, Гайсинський та Тульчинський райони Вінницької області.

- тип дорожнього покриття - асфальтобетон;
- тип рельєфу місцевості – слабохолмистий.

2.1.3. Режим роботи рухомого складу

Режим визначається кількістю днів роботи рухомого складу в році на лінії і часу його в наряді (часу роботи на добу).

Для ТОВ "Україна - Т" кількість днів роботи в році становить 255. Час в наряді визначається числом змін роботи рухомого складу на лінії та їх тривалістю. Час в наряді в залежності від числа змін становить: для однієї зміни - 8,2; 12; години.

2.1.4. Режим ТО і ремонту рухомого складу

Режим визначається видами ТО і ремонту, періодичністю технічних впливів, трудомісткістю їхнього виконання та для тривалістю простою рухомого складу на ТО і ремонту. Режими ТО і ремонту рухомого складу встановлені Положенням, є основоположним документом для планування і організації роботи технічної служби на підприємствах автомобільного транспорту, а також для розробки виробничих нормативно-технічних документів.

Для ТОВ "Україна - Т" встановлено такі види ТО: ЩО, ТО-1, ТО-2, ПР, СО і КР.

2.1.5 Розрахунок виробничої програми з технічного обслуговування

Виробнича програма по ТО характеризується кількістю технічних обслуговувань, планованих на певний період часу (рік, добу).

Сезонне технічне обслуговування (СО), що проводиться 2 рази на рік, як

правило поєднуються з ТО-2 або ТО-1 і як окремий вид планованого обслуговування при визначенні виробничої програми не враховується.

Для ПР, що виконується за потребою, число впливів не визначається. Планування простоїв рухомого складу та обсягів робіт в ПР проводиться виходячи з відповідних питомих нормативів на 1000 км пробігу.

Виробнича програма по кожному виду ТО зазвичай розраховується на 1 рік. Програма є основою для визначення річних обсягів робіт ТО і ПР і чисельності робітників.

Визначення виробничої програми базується на так званому цикловому методі розрахунку, який використовується в практиці проектування. При цьому під циклом розуміється пробіг автомобіля до його КР або до списання, тобто ресурсний пробіг.

В принципі методика розрахунку виробничої програми ТО по пробігу до КР і по ресурсному пробігу однакова. На ТОВ "Україна - Т" для всіх типів рухомого складу передбачається КР. З огляду на це, в даному розділі розглядається методика розрахунку програми ТО по пробігу автомобілів до КР, тобто за цикл прийнятий ресурсний пробіг.

Цикловий метод розрахунку виробничої програми ТО передбачає:

- вибір і коригування періодичності ТО-1, ТО-2 і ресурсного пробігу для рухомого складу;
- розрахунок числа ТО на 1 автомобіль (автопоїзд) за цикл;
- розрахунок коефіцієнта технічної готовності і на його основі розрахунок річного пробігу автомобілів, а потім число ТО на групу (парк) автомобілів.

Враховуючи, що ТО автопоїздів зазвичай проводиться без розчіпки тягача і причепа, розрахунок програми проводиться як для цілої одиниці рухомого складу аналогічно розрахунку для одиночних автомобілів.

2.1.6. Вибір і коригування нормативної періодичності ТО і ресурсного пробігу

Для розрахунку програми попередньо необхідно для майстерні вибрати нормативні значення пробігів рухомого складу до списання та періодичність ТО-1 і ТО-2 які встановлені для певних умов, а саме: категорії умов

2.2. Розрахунок чисельності виробничих робітників

До виробничих робітників відносяться робочі зони і ділянки, які безпосередньо виконують роботи з ТО і ПР РС. Розрізняють технологічно необхідну (явочну) і штатну кількість робітників.

Технологічно потрібна кількість робітників [5]:

$$P_T = \frac{T_T}{\Phi_T}, \text{ чол.},$$

де T_T - річний об'єм робіт по зонам ТО, ПР або ділянці, люд-год;

Φ_T - річний (номінальний) фонд часу технологічно необхідного робітника при однозмінній роботі, год.

Фонд Φ_T визначається тривалістю зміни (в залежності від тривалості робочого тижня) і числом робочих днів у році (таблиця 1.10, [5]).

Річний фонд часу технологічно необхідного робітника (в годинах) для п'ятиденного робочого тижня [5]:

$$\Phi_T = 8 \cdot (D_{\text{к.г}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}),$$

де 8 - тривалість зміни, год;

$D_{\text{к.г}}$ - кількість календарних днів в році;

$D_{\text{в}}$ - кількість вихідних днів в році;

$D_{\text{п}}$ - кількість святкових днів в році.

У практиці проектування для розрахунку технологічно необхідного числа робочих річний фонд часу Φ_T приймають рівним 2070 год для виробництв з нормальними умовами праці.

Штатна кількість робочих [5]:

$$P_{\text{ш}} = \frac{T_T}{\Phi_{\text{ш}}}, \text{ чол.},$$

де $\Phi_{\text{ш}}$ - річний (ефективний) фонд часу “штатного” робочого, год

Фонд часу “штатного” робітника $\Phi_{\text{ш}}$ за рахунок надання робочим відпусток і невиходів робітників з поважних причин (виконання державних обов'язків, через хворобу та ін.) [5]:

$$\Phi_{\text{ш}} = \Phi_T - 8 \cdot (D_{\text{від}} + D_{\text{п.п}}),$$

де $D_{\text{від}}$ - кількість днів відпустки, встановленої для даної професії робітника;

$D_{\text{п.п}}$ - кількість днів невиходу на роботу з поважних причин.

Згідно ОНТП річний (ефективний) фонд часу "штатного" робітника для малярів становить 1610 год, а для всіх інших професій робітників - 1820 год.

Розрахунок чисельності виробничих робітників представлений в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11.

Чисельність виробничих робітників.

Види робіт ТО і ПР	T_p	Φ_T	P_T	$\Phi_{\text{ш}}$	$P_{\text{ш}}$
ЩО	22487. 2	2070	10,9	1820	12,4
ТО-1:					
загальне діагностування (Д-1)	670.4	2070	0,3	1820	0,4
кріпильні, регулювальні мастильні та ін.	6185.8	2070	3,0	1820	3,4
ТО-2:					
поглиблене діагностування (Д-2)	789.6	2070	0,4	1820	0,4
кріпильні, регулювальні, мастиль- ні та ін.	7446.6	2070	3,6	1820	4,1
ПР					
Постові роботи:					
загальне діагностування (Д-1)	398,8	2070	0,2	1820	0,2
поглиблене діагностування (Д-2)	513,3	2070	0,2	1820	0,3
регулювальні і розбирально- складальні	12558, 1	2070	6,1	1820	6,9
зварювальні	1567,9	2070	0,8	1820	0,9
жестяницькі	730,7	2070	0,4	1820	0,4
фарбувальні	2396,7	1830	1,3	1610	1,5
Дільничні роботи:					
агрегатні	6905,8	2070	3,3	1820	3,8
слюсарно-механічні	3912,5	2070	1,9	1820	2,1
електротехнічні	1977,7	2070	1,0	1820	1,1
аккумуляторні	769,3	2070	0,4	1820	0,4
ремонт приладів системи живлення	1519,4	2070	0,7	1820	0,8
шиномонтажні	412,2	2070	0,2	1820	0,2

вулканізаційні	408,8	2070	0,2	1820	0,2
ковальсько-ресорні	1222,3	2070	0,6	1820	0,7
мідницькі	783,5	2070	0,4	1820	0,4
зварювальні	418,1	2070	0,2	1820	0,2
жестяницькі	411,0	2070	0,2	1820	0,2
арматурні	424,6	2070	0,2	1820	0,2
оббивні	417,5	2070	0,2	1820	0,2
Кількість робітників			47		51

2.2. Розрахунок постів

Більше 50% обсягу робіт по ТО і ТР виконується на постах. При цьому в технологічному проектуванні цей етап має важливе значення, так як число постів в подальшому багато в чому визначає вибір об'ємно-планувального рішення підприємства. Число постів залежить від виду, програми і трудомісткості впливів, методу організації ТО, ТР та діагностування автомобілів, режиму роботи виробничих зон.

Пости ТО за своїм технологічним призначенням діляться на універсальні і спеціалізовані. Для даної майстерні вибираємо універсальні пости. Метод універсальних постів передбачає виконання робіт на одному посту бригадою ремонтників різних спеціальностей або робочими високої кваліфікації. На універсальному посту виконують всі або більшість операцій даного впливу. Доцільність застосування універсальних постів, перш за все, залежить від виробничої програми та режиму виробництва. За способом установки РС на пост - тупиковий. В'їзд на тупиковий пост проводиться переднім ходом, а з'їзд - заднім. ТО РС організовано на окремих постах.

Організація обслуговування на окремих постах значно простіше, ніж на поточних лініях. Так при обслуговуванні на універсальних постах можливе виконання неоднакового обсягу робіт. Наприклад, при ТО автомобілів різних моделей, при поєднанні з ТО супутнього ТР різного об'єму. З іншого боку, використання цього методу призводить до значних втрат часу на установку

автомобілів на пости і з'їзд з них, забруднення повітря відпрацьованими газами при маневруванні автомобіля при в'їзді і з'їзді з поста, необхідність дублювання обладнання, використання робочих - універсалів вищою кваліфікації, що збільшує витрати на проведення ТО.

Мінімальна добова (змінна) програма, при якій доцільний метод ТО, рекомендована Положенням і складає 12-15 днів для ТО-1 і 5-6 для ТО-2 технологічно сумісних автомобілів. При меншій програмі ТО-1 і ТО-2 проводиться на окремих-них універсальних постах.

Діагностування РС може проводитися окремо або поєднуватися з ТО і ПР. Форма організації діагностування залежить від потужності майстерні, типу РС, його різномарочності, використовуваних засобів діагностування, наявності виробничих площ і визначають розміщення діагностичного обладнання за видами ТО і діагностування.

Діагностування Д-1 і Д-2 на ТОВ «Україна – Т» проводяться спільно з ТО і ПР переносними приладами. Постові роботи по ПР виконуються на універсальних постах.

2.2.2. Розрахунок числа постів поточного ремонту

При цьому розрахунку кількість впливів по ПР невідомо.

Тому для розрахунку кількості постів ПР використовують річний обсяг постових робіт ПР.

При розрахунку постів ПР необхідно враховувати значні в порівнянні з ТО втрати робочого часу, пов'язані з переходом виконавців з постів на інші дільниці, склади, а також з-за вимушених простоїв автомобілів в очікуванні ремонтів на ділянках деталей, вузлів і агрегатів, знятих з автомобіля. Ці втрати робочого часу враховуються коефіцієнтом використання робочого часу поста η_p який при кращій організації праці приймається рівним 0,85-0,90; в середніх умовах 0,80-0,85 і в гірших умовах організації технологічного процесу і постачання постів 0,75-0,80.

Число постів ПР [5]:

$$X_{\text{ПР}} = \frac{T_{\text{ПРр}}^{(\text{н})} \cdot \varphi}{\Phi_{\text{п}} \cdot P_{\text{п}}};$$

$$X_{\text{ПР}} = \frac{T_{\text{ПРр}}^{(\text{н})} \cdot \varphi}{D_{\text{роб.р}} \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{\text{п}} \cdot P_{\text{п}}},$$

де $T_{\text{ПРр}}^{(\text{н})}$ - річний обсяг робіт, що виконуються на постах ПР, люд-год;

$\Phi_{\text{п}}$ - річний фонд часу поста, год.;

$P_{\text{п}}$ - кількість робітників на посту;

$D_{\text{роб.р}}$ - кількість робочих днів у році для постів ПР;

$\eta_{\text{п}}$ - коефіцієнт використання робочого часу поста, (0,80...0,85).

Таблиця 2.12.

Кількість постів ПР

Види робіт	$T_{\text{зм,год}}$	C	φ	$T_{\text{ПРр}}^{(\text{н})}$	$P_{\text{п}}$	$D_{\text{роб.р}}$	$\eta_{\text{п}}$	$X_{\text{ПР}}$
загальне діагностування (Д-1)	8	1	1,4	398,8	2	255	0,9	0,2
поглиблене діагностування (Д-2)	8	1	1,4	513,3	2	255	0,9	0,2
регулювальні і розбирально-складальні	8	1	1,4	12558,1	2	255	0,9	4,8
зварювальні	8	1	1,4	1567,9	2	255	0,9	0,6
жестяницькі	8	1	1,4	730,7	2	255	0,9	0,3
фарбувальні	7	1	1,4	2396,7	2	255	0,9	1,0

Загальну кількість постів зони ПР приймаємо рівною 7.

2.2.3. Розрахунок числа постів очікування

Пости очікування - це пости, на яких автомобілі, які потребують в тому чи іншому вигляді ТО і ПР, чекають своєї черги для переходу на відповідний пост або потокову лінію. Ці пости забезпечують безперебійну роботу зон ТО і ПР, усуваючи в деякій мірі нерівномірність надходження автомобілів на обслуговування і ПР. Крім того, в холодну пору року пости очікування в закритих приміщеннях забезпечують обігрів автомобілів перед їх обслуговуванням.

Пости очікування на ТОВ "Баришівська зернова компанія" розміщуються як у виробничих приміщеннях, так і на відкритих майданчиках. Кількість постів очікування перед ТО і ПР приймається:

для поточних ліній ТО - по одному для кожної лінії;

для індивідуальних постів ТО, Д-1, Д-2 і ПР - 20% числа відповідних постів. Таким чином маємо 1 пост очікування для зони ТО-1; 1 пост очікування для зони ТО-2; 3 поста очікування для зони ПР.

2.3. Визначення потреби в технологічному обладнанні

До технологічного устаткування відносяться стаціонарні і переносні верстати, стенди, прилади, пристосування і виробничий інвентар (верстати, стелажі, столи, шафи), необхідні для забезпечення виробничого процесу майстерні. Технологічне обладнання по виробничому призначенню розділяється на основне (верстатне, демонтажно-монтажне та ін.), комплектне, підйомно-оглядове і підйомно-транспортне, загального призначення (верстати, стелажі та ін.) і складське.

2.3.1. Розрахунок за трудомісткістю

$$Q_{об} = \frac{T_{об}}{D_{роб.р} \cdot T_{см} \cdot C \cdot \eta_{об} \cdot P_{об}}$$

де $P_{об}$ - кількість робітників, що одночасно працюють на даному виді обладнання;

$\eta_{об}$ - коефіцієнт використання обладнання за часом (0,85 ... 0,9).

Таблиця 2.13.

Кількість технологічного обладнання

Обладнання	$T_{об}$	$D_{роб.р}$	$T_{см}$	C	$\eta_{об}$	$P_{об}$	$Q_{об}$
ЩО							
Прибиральне	3264,3	255	8	1	0,85	2	0,9 (1)
Мийне	2142,2	255	8	1	0,85	1	1,2 (1)
Заправне	3062,2	255	8	1	0,85	1	1,8 (2)
Контрольно-діагностувальне	3538,5	255	8	1	0,85	2	1,0 (1)

ТО-1	6856,3	255	8	1	0,85	3	1,3 (1)
ТО-2	8236,4	255	8	1	0,85	3	1,6 (2)
ПР							
Регулювальне і розбирально-складальне	12558,1	255	8	1	0,85	1	7,2 (7)
Зварювально-жестяницьке	2298,6	255	8	1	0,85	2	0,7 (1)
Фарбувальне	2396,7	255	8	1	0,85	2	0,7 (1)

2.4. Визначення рівня механізації ділянки по ремонту паливної апаратури

Ступінь охоплення робітників механізованою працею розраховується за формулою:

$$C = C_m + C_{mr},$$

де C_m - ступінь охоплення робітників механізованою працею, %

C_{mr} - ступінь охоплення робітників механізовано-ручною працею, %.

Ступінь охоплення робітників механізованою і механізовано-ручною працею визначається:

$$C_m = \frac{P_m}{P_m + P_{mr} + P_r} \cdot 100$$

$$C_{mr} = \frac{P_{mr}}{P_m + P_{mr} + P_r} \cdot 100$$

де P_m - кількість робітників, що виконують роботу механізованим способом;

P_{mr} - то ж механізовано-ручним способом;

P_r - то ж в ручну.

Таблиця 2.14.

Ступінь охоплення робітників механізованою працею.

Кількість робітників, чол.				Ступінь охоплення робітників механізованою працею, %		
$P_{\text{заг}}$	$P_{\text{м}}$	$P_{\text{мр}}$	$P_{\text{р}}$	$C_{\text{м}}$	$C_{\text{мр}}$	C
1	0,44	0,19	0,37	44	19	63

Загальний рівень механізованої праці в трудових витратах розраховується за формулою:

$$Y_{\text{м}} = Y_{\text{мп}} + Y_{\text{мр}}$$

де $Y_{\text{мп}}$ - рівень механізованої праці в загальних трудовитратах, %;

$Y_{\text{мр}}$ - рівень механізовано-ручної праці в загальних трудовитратах, %.

Рівень механізованої праці в загальних трудовитратах:

$$Y_{\text{мп}} = \frac{T_{\text{м}}}{T_{\text{м}} + T_{\text{мр}} + T_{\text{р}}} \cdot 100$$

Рівень механізовано-ручної праці в загальних трудовитратах:

$$Y_{\text{мр}} = \frac{T_{\text{мр}}}{T_{\text{м}} + T_{\text{мр}} + T_{\text{р}}} \cdot 100$$

де $T_{\text{м}}$ - трудомісткість механізованої праці в процесі, люд-год;

$T_{\text{мр}}$ - то ж механізовано-ручної праці в процесі, люд-год;

$T_{\text{р}}$ - то ж ручної праці в технологічному процесі, люд-год.

Таблиця 2.15.

Загальний рівень механізації ділянки

Кількість робітників, чол			Трудомісткість, %			Трудомісткість, люд-год			Рівень механізації праці, %		
$P_{\text{м}}$	$P_{\text{мр}}$	$P_{\text{р}}$	$T_{\text{м}}$	$T_{\text{мр}}$	$T_{\text{р}}$	$T_{\text{м}}$	$T_{\text{мр}}$	$T_{\text{р}}$	$Y_{\text{мп}}$	$Y_{\text{мр}}$	$Y_{\text{м}}$
0,44	0,19	0,37	20	35	30	0,08	0,06	0,11	33,1	25,2	58,3

2.5 Стенд для діагностики дизельних форсунок

Стенд ТК 1029-01 [7] призначений для випробувань і регулювання форсунок класичних (механічних) типів, а також форсунок Common Rail, включаючи п'єзо-механічних BOSCH, DENSO, DELPHI, SIEMENS. Застосовується для дизельних двигунів легкових, вантажних автомобілів, автобусів, дорожньої і будівельної спецтехніки.

На даному стенді (рис.2.1) для діагностики застосовується програмне забезпечення МАКТЕСТ.



Рисунок 2.1 – Стенд ТК 1029-01
для ремонту дизельних форсунок

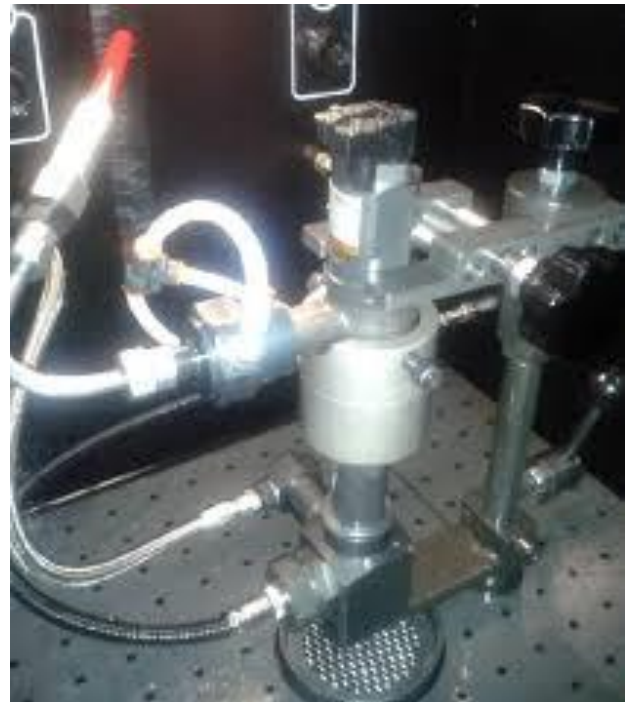


Рисунок 2.2 – Розміщення форсунки
на стенді

Даний стенд дозволяє проводити тестування в повністю автоматичному або ручному режимі з виведенням результатів на друк.

Особливості даного обладнання:

- • Містить обновлювану базу тест-планів від виробника.
- Високоточна електронна система вимірювання EFM
- Затримка спрацьовування форсунки в реальному часі в процесі тесту
- Можливість програмування режимів і створення тест-планів в автоматичному режимі.
- Обмін тест-планами між користувачами по мережі.
- Збережена база для користувача тест-планів.
- Безкоштовне оновлення тестової програми і бази тест-планів
- Технологія ремонту компонентів Common rail в комплекті з устаткуванням.

На даному стенді для діагностики застосовується програмне забезпечення МАКТЕСТ. Тест виконується або в автоматичному, або в ручному режимі за вибором користувача. Стандартний тест складається з восьми послідовних кроків, під час яких проводиться тестування форсунок на всіх режимах роботи. Під час тестування стенд визначає швидкість і кількісні показники форсунок, після чого формується підсумковий звіт, фрагмент якого наведено нижче. Одним з найважливіших параметрів форсунок є її швидкість.

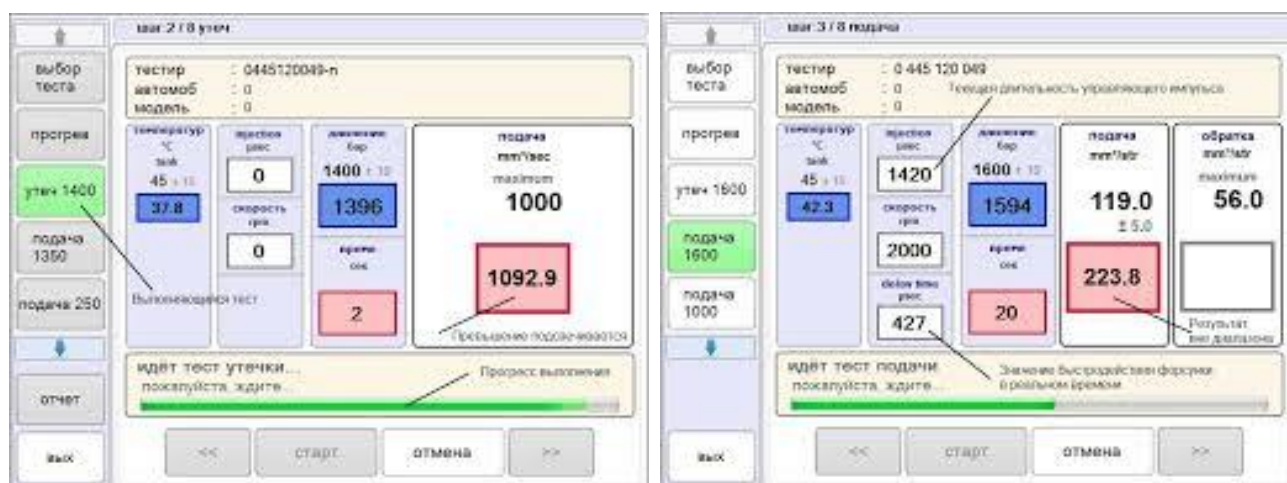


Рисунок 3.3 – Параметри тестування форсунок

Підвищений час спрацьовування може бути причиною відмови форсунки на двигуні, тому вимір швидкодії є необхідною і незамінною умовою для правильної діагностики несправної форсунки і точної настройки форсунки після ремонту.



Рисунок 2.4 – Результати тестування форсунки

Стабільність роботи форсунки визначається за формою кривої, яка поміщається в межах діапазону тест-плану. Синім кольором фіксується отримане значення подачі. При виході кривої за кордон тест-плану стенд відзначить даний крок тест-плану як невідповідний нормі. Підсумковий документ має формат .pdf і може бути виведений на друк як зі збереженням оригіналу, так і без збереження. При необхідності користувач може створювати тест-плани самостійно і змінювати будь-які параметри тест-плану, включаючи тиск і тривалість імпульсу відкриття, утримання та закриття.

2.8 Функціональна схема для діагностики ПНВТ

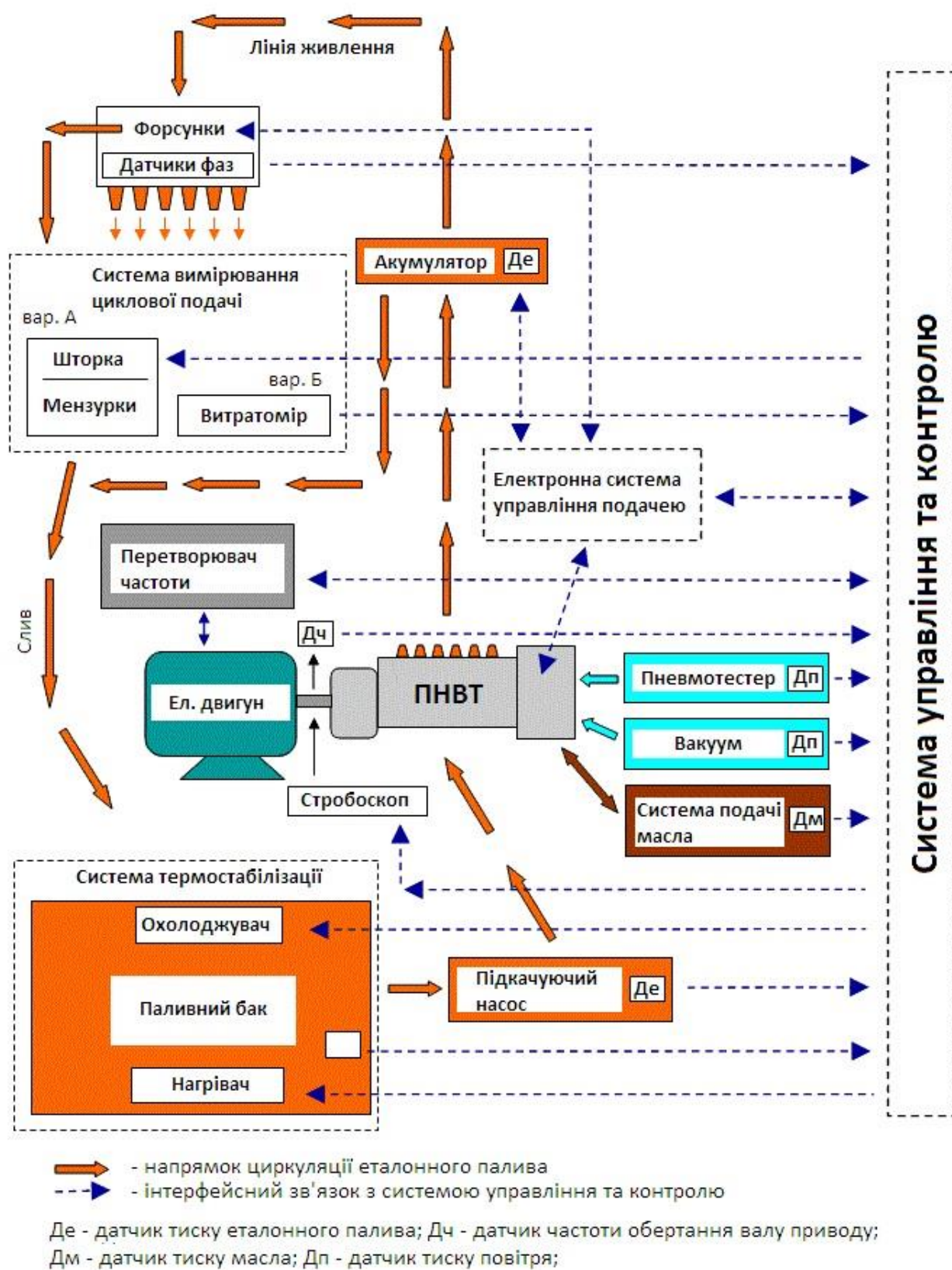


Рисунок 2.8 – Функціональна схема для діагностики ПНВТ

Стенд EPS 815 [8] (рис.3.6) призначений для дослідження та налаштування дизельних паливних насосів високого тиску і їх компонентів.

Стенд перевірки ТНВД містить в собі безступінчатий електронно-керований привод, який дозволяє проводити регулювання числа обертів.

Можуть дані пристрої-стеди комплектуватися механічною (MGT) чи електронною (КМА) системою контролю кількості палива, що подається.

MGT - механічна система вимірювання подачі палива із замкнутим контуром для зменшення тиску і розпорошення перевірного палива, датчиком частоти обертання і вбудованим регулятором температури.

КМА - комп'ютерна система аналізу кількості палива, що подається. При використанні КМА постійно вимірюється кількість палива, що вприскується



Рисунок 2.9 – Стенд для діагностики ТНВД EPS 815

Технічні характеристики: EPS 815	
Спеціальний електродвигун з захистом від перегріву та перегрузки Муфта приводу Вихідна потужність (безперервний режим)	10,2 кВт
Вихідна потужність (на протязі 20 хв.)	15 кВт
Вихідна потужність (на протязі 60 с.)	17,5 кВт
Необхідний захист по струмі	35 А
Захист від протікання струму	300 мА
Низький тиск досліджуваного мастила	0 – 600 кПа 0 – 22 л/хв
Високий тиск досліджуваного мастила; 0 – 1,4 л/хв	0 – 6 МПа
Тиск змащувального мастила (додаткові опції)	0 – 600 кПа 0 – 5,8 л/хв
Електроживлення 12 / 24 В для магнітів старт/стоп	7 А
Низький тиск	0 - 600 кПа
Високий тиск	0 – 6 МПа
Внутрішній тиск всмоктування/нагнітання	-100 0 250 кПа
Тиск підкачуючого насоса	0 – 1,6 МПа
Тиск змащувального мастила (додаткові опції)	0 – 1 МПа
Нагрів досліджуваного масла: електричний	2,2 кВт
Охолодження досліджуваного мастила: подача води	ISO 288 G1/2
Розхід охолоджувальної рідини	9 л/хв
Температура охолоджувальної рідини	Макс. 17°C
Досліджуване масло	50 л
Камера для відпрацьованого мастила	6 л
Змащувальне мастило (додаткові опції)	12 л
Степінь захисту	IP 43
Розміри (Д x В x Ш)	2260 x 1588 x 860 мм
Вага	1000 кг

Склад основних приміщень комплексного парку приведений на рисунку 2.12, де у блочній формі розгорнута схема основних зон, приміщень, місць очікування і зберігання.

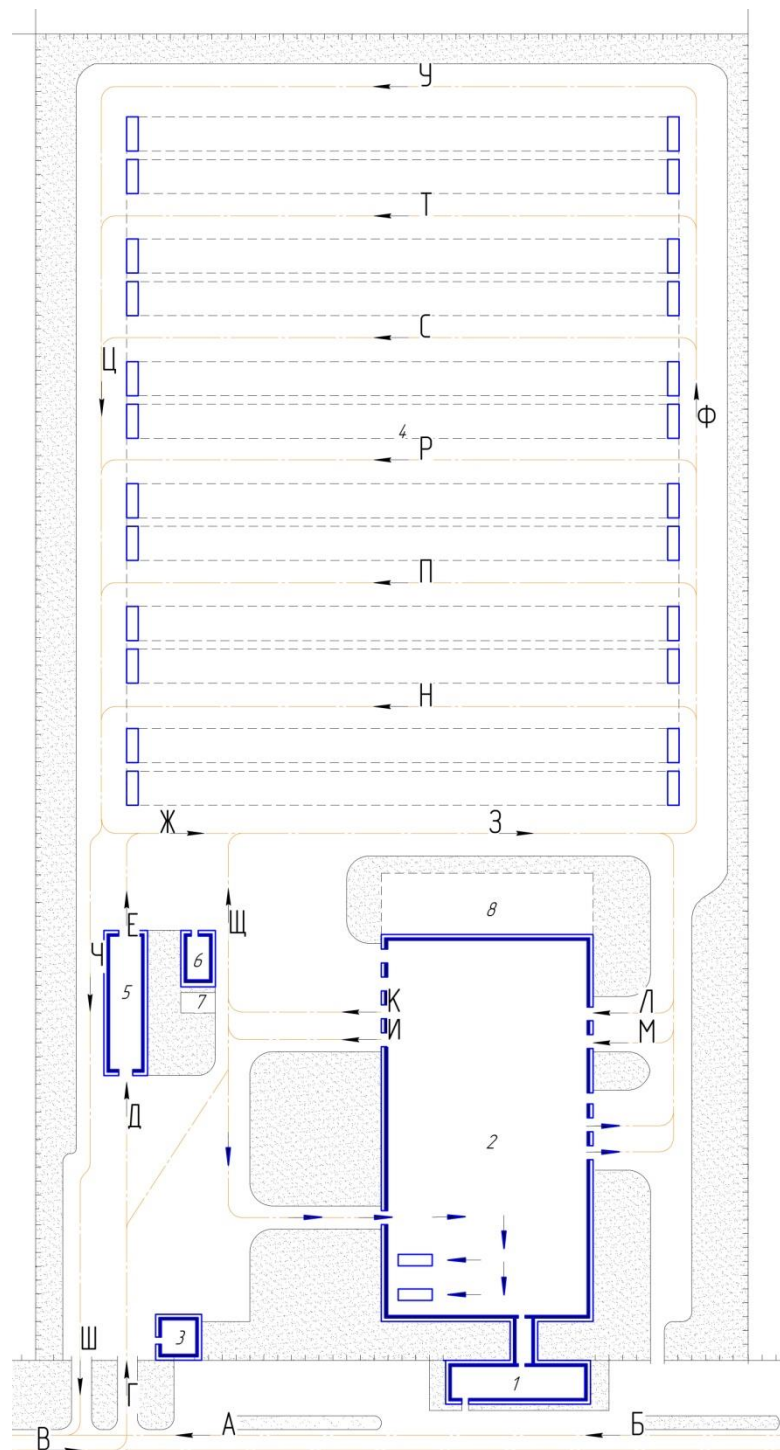


Рисунок 2.12–Генеральний план майданчика техніки

Перед початком проектування генплану уточнюється перелік приміщень і споруд, їх площі і габаритні розміри в плані.

3 ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ФОРСУНОК

3.1 Аналіз існуючих несправностей форсунки

Бензинові системи впорскування палива у впускний колектор набули широкого розповсюдження тому актуальною задачею є створення ефективних методів діагностики системи паливоподачі та форсунки зокрема, так як зміна експлуатаційних параметрів цих складових істотно впливає на енергетичні і екологічні характеристики двигуна, [3].

Одним із найвідповідальніших елементів паливної системи є електромагнітна форсунка. Відмови і несправності якої описані в більшості книжок по паливній апаратурі інжекторного двигуна, [4]. Але ці відмови і несправності не можна назвати вичерпними. Практика показує що досить часто трапляються несправності механічного характеру, які пов'язані безпосередньо із некваліфікованими демонтажними роботами, [5] Обробка статистичних даних дозволила кваліфікувати відмови і несправності форсунок у відповідності із властивостями які проявляються під час відмов, (Рис.2.1), [5]. Для електричної групи (пробої, міжвиткові замикання) характерним є причини пов'язані із заводським браком при виготовленні, або температурним руйнуванням ізоляції обмотки. Обрив - як правило пов'язаний із ударними навантаженнями при монтажі і демонтажі. Для механічної групи поломка пружин - в основному заводський дефект, зниження жорсткості пружин - результат спрацювання, інші дефекти - некваліфіковане обслуговування. Для гідравлічної групи основною причиною є вміст в паливі домішок важких фракцій, і також дрібнодисперсних твердих частинок. Для українських умов експлуатації ця група є основною причиною виходу форсунок із ладу. Це вказує на те що більше половини всіх ремонтів систем впорскування бензину пов'язані із необхідністю проведення операції очистки паливних форсунок.

Оцінка стану паливних форсунок проводиться по наступним діагностичним показникам: статична продуктивність, рівномірність подачі палива між форсунками, герметичність посадки запираючого елемента, дисперсність розпилювання, форма паливного факелу, опір обмотки.

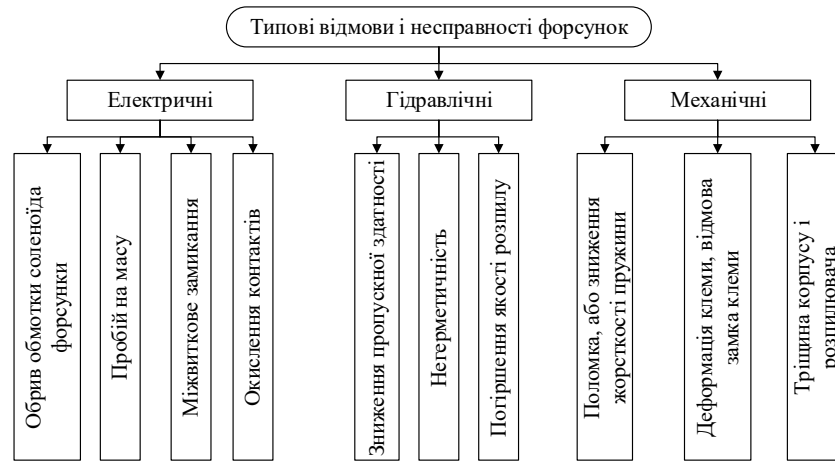


Рисунок 3.1 – Класифікація відмов і несправностей форсунок

Для виконання найповнішої перевірки паливних форсунок з визначенням усіх діагностичних показників використовують спеціальні діагностичні стенди (Рис.3.2).



Рисунок 3.2 – Стенд для діагностики форсунок

Різноманітність діагностичних режимів такого стенду дозволяє оцінити стан паливних форсунок за всіма показниками. До недоліків такого виду діагностики можна віднести збільшену трудомісткість яка пов'язана із необхідністю проведення демонтажних робіт і висока вартість самого обладнання.

Існують також інші методи діагностики, які відносять до безрозбірних методів, які вимагають менших трудових і часових затрат на проведення діагностики - це віброакустичний метод, метод діагностики по осцилограмі напруги, та метод діагностики за падінням тиску в паливній рампі. [5].

3.2 Діагностика форсунки по осцилограмі напруги керування

Ефективність роботи форсунки можна оцінити по абсолютних значеннях напруги з використанням осцилографа. Вона заключається у порівнянні реальної осцилограми знятої з двигуна із еталонною.

Для зняття осцилограми необхідно при зупиненому двигуні під'єднати сенсори до проводів живлення однієї форсунки та запустити двигун. Також осцилограму роботи форсунки можна подивитись через спеціальне програмне забезпечення підключившись до діагностичного роз'єму OBD, [6].

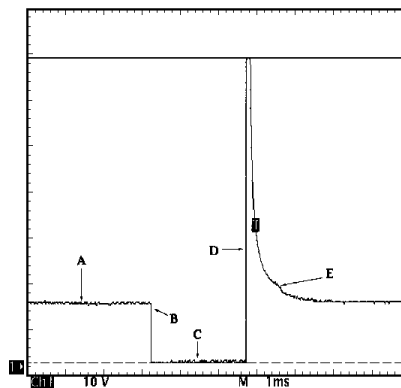


Рисунок 3.3 - Еталонна осцилограма напруги роботи форсунки

На (рис. 3.3) зображена еталонна осцилограма роботи форсунки. Точка А характеризує рівень напруги який подається на форсунку, як правило вона має бути не нижче 13,5 В.

Точка В характеризує момент початку відкриття форсунки. Форма сигналу в цій точці має бути чіткою, прямокутної форми, без заокруглених країв.

Точка С характеризує рівень падіння напруги. Сигнал має наближатись до нуля, але не повністю. Відповідає повністю відкритій форсунці.

Точка D характеризує початок закриття форсунки. Висота піку стрибка напруги визначається опором інжектора. Вершина стрибка напруги повинна бути прямокутної форми, якщо ні то це вказуватиме на несправності пов'язані із обмоткою форсунки.

Точка Е - обмеження струму. На осцилограмі відповідає плавному падінню напруги. Якщо, сигнал іншої форми то це вказуватиме на те що обмотка форсунки короткозамкнена.

Точка F - повне закриття форсунки.

Точка G - стрибок викликаний переміщенням сердечника форсунки через магнітний потік.

Після аналізу отриманої осцилограми можна визначити:

1. Тривалість відкриття форсунки, та таких параметрів як запізнення відкриття і закриття клапана форсунки
2. Правильність реакції форсунки на зміну показань датчика температури охолоджуючої рідини двигуна, датчика витрати повітря, системи Лямбда-регулювання
3. Справність обмоток інжектора
4. Забрудненість форсунок

Діагностика форсунки по осцилограмі напруги не дозволяє точно визначити справність форсунок, тому використовують інші методи діагностики форсунок.

3.3 Діагностування форсунок за падінням тиску в паливній рампі

Суть методу діагностування форсунок за падінню тиску в паливній рампі полягає в тім, що визначається відносне падіння тиску в паливній рампі при спрацюванні кожної форсунки. Чим більше падає тиск, тим більше палива впорснула форсунка. Сигнал падіння тиску зчитується із датчика тиску який приєднується до регулятора тиску палива або притискається до паливопроводу. Паралельно із цим сигналом зчитується осцилограма керуючого сигналу форсунки.

З (Рис.3.4) видно що падіння тиску в паливній рампі найменше коли впорскує форсунка 2 циліндра. Це свідчить про те що вона може бути забрудненою. Цей метод також дозволяє виявити дисбаланс роботи форсунки. Він застосовується для діагностики систем з фазованим або попарно-паралельним впорскуванням.

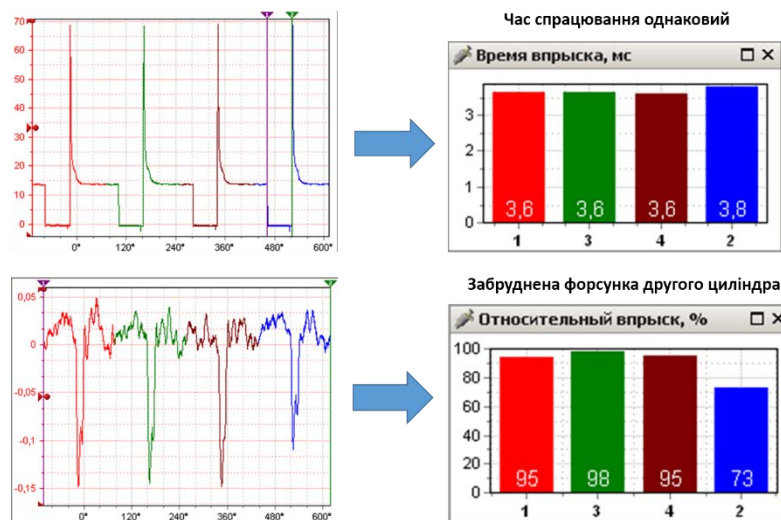


Рисунок 3.4 – Діагностика форсунок по падінню тиску в паливній рампі

3.4 Діагностування форсунок віброакустичним методом

Для найбільш достовірного визначення технічного стану механічної частини форсунок необхідно вибрати параметри, які не будуть залежати від електричного сигналу керування форсункою і будуть характеризувати процес фактичного відкриття і закриття клапана форсунки. Таким параметром може бути віброакустичний сигнал, зчитаний під час роботи форсунки на різних режимах роботи двигуна.

Віброакустичний сигнал зчитується вібродатчиком, прикріпленим до корпусу форсунки. Віброакустичний сигнал зчитується паралельно з електричним сигналом керування форсункою.

Паралельне зчитування електричного і віброакустичного сигналів дає можливість комплексної оцінки механічних і електричних частин форсунки, а також отримання більш повної інформації про технічний стан форсунки за мінімально короткий час. Використання цього методу дозволяє проводити діагностування електромагнітних форсунок різних типів, що робить його універсальним.

РОЗДІЛ 4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Призначення і область застосування

Предметом конструкторської розробки є стенд для діагностування форсунок дизельних двигунів. Пропонується впровадження стенду для виявлення несправного вузла паливної апаратури, а саме форсунки, в двигунах зернозбиральних комбайнів та інших дизелів.

Дизельний двигун в порівнянні з бензиновим економніший, в меншій мірі забруднює навколишнє середовище шкідливими продуктами, що входять до складу відпрацьованих газів, краще долає короточасні перевантаження, а це вельми важливо для більшості мобільних машин.

Разом з тим дизельний двигун конструктивно складніший, що в основному визначається труднощами у виготовленні і експлуатації паливоподаючої апаратури, що забезпечує систему живлення двигуна. Слід відмітити, що дані переваги дизеля проявляються в повній мірі тільки при правильному, технічно грамотному обслуговуванні вузлів подачі палива. Це в свою чергу вимагає не тільки застосування спеціального обладнання, але і відповідних знань, навичок, необхідних для перевірки рівня робочих характеристик, які в процесі експлуатації не залишаються постійними і вимагають періодичного корегування. Зміни, що виникають в апаратурі під час експлуатації подачі палива, можуть призвести не тільки до погіршення економічності, потужних характеристик дизеля, але і зниження рівня безвідмовності, довговічності, працездатності, як вузлів подачі палива, так і інших деталей дизеля.

Конструкція стенда дозволяє продіагностувати форсунку без зняття її з двигуна. Конструкція являє собою плунжерний насос, який подає під великим тиском паливо до форсунки. Також є манометром, за допомогою якого буде

здійснюватися вимірювання тиску палива, що проходить через форсунку і штіхпробер для виміру кількості цього палива. В результаті того, що прилад має електродвигун і для роботи зі стендом не потрібно зняття форсунки з двигуна, процес діагностування істотно полегшується, завдяки цьому буде відбуватися економія часу.

4.1.1 Аналоги проектованого стенду



Рис. 4.1.1 - Стенд для діагностування форсунок КИ-562

Технічні характеристики стенда для випробовування форсунок КИ-562:

Найменування	КИ-562
Тип приладу	Настільний
Тип приводу	Ручний
Тиск, МПа	От 0 до 600
Діапазон відтворення тиску, МПа (кг/см ²)	27 (270)
Межа допустимого падіння тиску МПа (кг/см ²)	1,0 (10)
Похибка, %	±1,5
Номінальна подача палива, мм ³ /цикл	1800
Час падіння тиску, хв	3
Маса, кг	5
Бак для палива, л	1
Кількість обслуговуваного персоналу	1

4.2 Будова і робота стенду для діагностування форсунок

На малюнку 4.2.1 представлений стенд для діагностування форсунок, який складається: 1 - манометр; 2 - бачок для палива; 3 - корпус приладу; 4 - трубопровід низького тиску; 5 - мотор-редуктор; 6 - спускний клапан; 7 - кулачковий вал; 8 - штовхач; 9 - насос високого тиску; 10 - трубопровід високого тиску; 11 – штіхпробер.

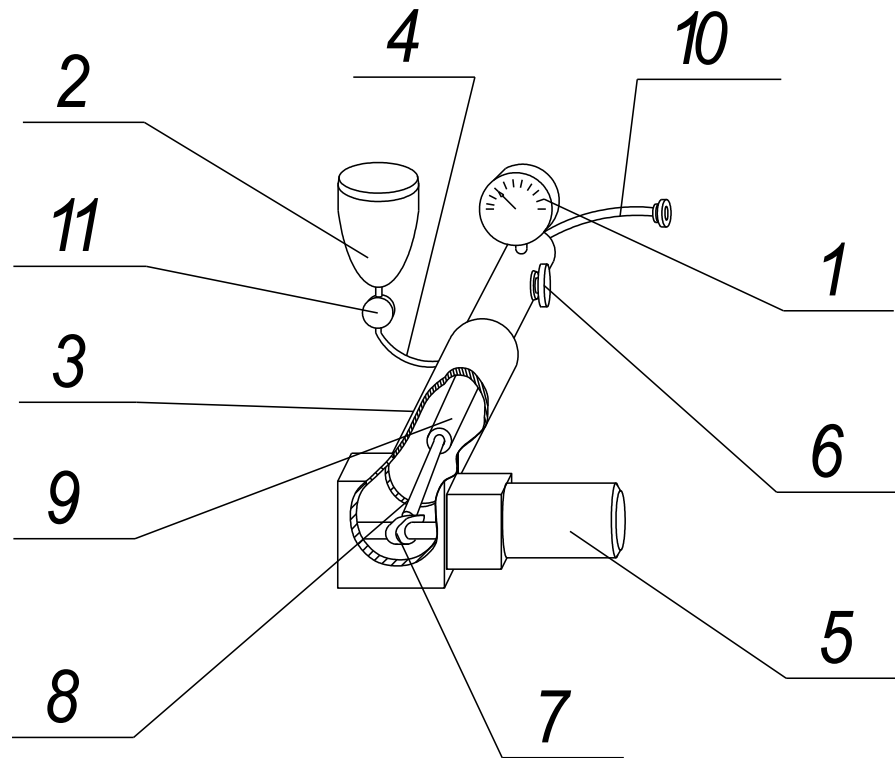


Рис. 4.2.1 - Стенд для діагностування форсунок.

4.2.1 Опис роботи стенда

Перед тим, як стенд використовувати за призначенням, його перевіряють на герметичність. Для цього ставлять заглушку на випускний трубопровід, відкривають спускний клапан 6 і створюють тиск близько 30 МПа. Потім, секундоміром вимірюють час падіння тиску, який не повинен перевищувати 0,5 МПа в хвилину. В іншому випадку прилад потребує ремонту або регулювання.

Після перевірки прилад приєднується до випробовуваної форсунки через наявний у нього трубопровід високого тиску 10. Після включення стенда асинхронний мотор-редуктор 5 починає обертати кулачковий вал 7, що знаходиться в корпусі двигуна, зі швидкістю 60 об/хв. Зусилля через штовхач 8

від валу передається насосу високого тиску 9 в корпусі приладу 3. Паливо, що надходить з бачка 2 проходить через штіхпробер 11, де відбувається його кількісний вимір, потім по трубопроводу низького тиску 4 підходить до насоса високого тиску 9 після чого надходить до форсунки. За допомогою наявного манометра відбувається замір максимального тиску, що створюється паливом. Тиск початку підйому голки розпилювача форсунки, визначають при підвищенні тиску палива в приладі до 12,5 МПа і далі зі швидкістю до 0,5 МПа в секунду. Величина тиску фіксується в момент початку впорскування палива. У разі невідповідності тиску початку впорскування технічним умовам необхідно проводити з нею ремонтно-регулювальні роботи.

4.3 Коротка технічна характеристика стенда

Таблиця 3.3.1.

Технічна характеристика стенда

Тип стенда	Переносний з електродвигуном
Габаритні розміри стенда:	
Довжина	0,318 м
Ширина	0,178 м
Висота	0,380 м
Габаритні розміри стенда:	
Довжина	0,318 м
Ширина	0,178 м
Висота	0,380 м
Маса стенда, не більше	5 кг
Діапазон відтворюваного тиску, МПа (кгс/см ²)	0...60 (0...600)
Межа похибки вимірювання тиску, %	± 1,5
Подача палива, мм ³ /цикл, не менше	1800
Ємкість для палива, л, не менше	0,5
Кількість обслуговуючого персоналу	1
Час падіння тиску після досягнення 35 МПа (350 кгс / см ²), хв.	3
Швидкість вимірювання, вим/цикл	2

4.4 Розрахункова частина

4.4.1 Вибір електродвигуна

Для нашого стенду оптимально підходить сучасний асинхронний двигун з мотор-редуктором 60YN6-2.

Параметри двигуна:

Потужність	40 Вт
Число обертів ротора	1250 об/хв

Параметри редуктора:

Передаточне число	25
Число обертів вихідного вала	60 об/хв
Крутний момент вихідного вала	8,23 Нм
Число ступенів	3

4.4.2 Розрахунок діаметра кулачкового вала

Даний розрахунок необхідний, для того щоб визначити діаметр проєктованого вала при наявних напруженнях. Вал зображений на рисунку 3.4.2.1

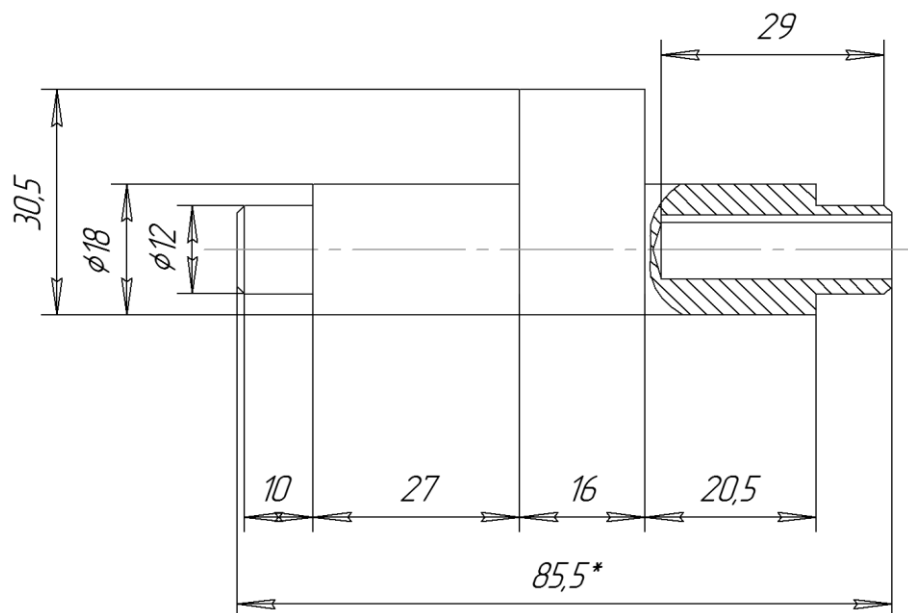


Рис. 4.4.2.1 - Кулачковий вал

При знаходженні діаметра вала для початку необхідно знайти величину сили діючої на нього.

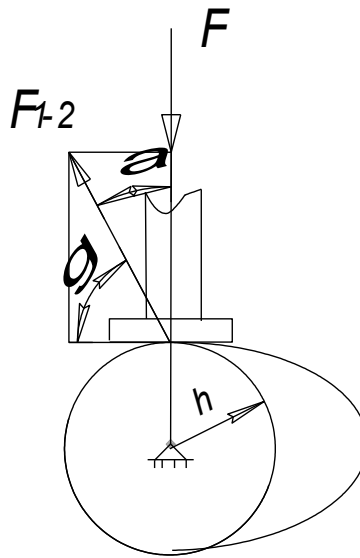


Рис. 4.4.2.2 - Схема прикладання сил.

На схемі прикладання сил 4.4.2.2 видно, що на кулачок діє штовхач с
F. силою

$$F = P \cdot S \quad (4.1)$$

де P – тиск на плунжер $P = 200 \text{ кгс/см}^2$;

S – площа плунжера;

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad (4.2)$$

де d – діаметр плунжера, $d = 0,9 \text{ см}$;

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,9^2}{4} = 0,64 \text{ см}^2$$

Тоді,

$$F = 200 \cdot 0,64 = 128 \text{ кгс} = 1280 \text{ Н}$$

Діаметр вала по умові міцності визначається за формулою:

$$d = 1,72 \sqrt[3]{\frac{T}{[\tau]}}, \text{ мм} \quad (4.3)$$

де $[\tau]$ - допустиме напруження;

T - момент.

Момент визначається за формулою:

$$T = \frac{N}{\omega}, \text{ Нм} \quad (4.4)$$

де N - потужність;

ω - кутова швидкість.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{\text{вих}}}{30}, \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (4.5)$$

де $n_{\text{вих}}$ - число обертів вихідного вала, $n_{\text{вих}} = 60$ об/хв.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 60}{30} = 6,28 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Так як вал з'єднаний безпосередньо з двигуном, то потужність беремо з даних на двигун. Тоді,

$$T = \frac{40}{6,28} = 6,37 \text{ Нм}$$

$[\tau] = [W_k]$ – для круглого перерізу,

$$[W_k] = 1,72^3 \cdot \frac{T}{d^3} \quad (4.6)$$

де T - момент;

d - діаметр розрахованого валу, $d = 18$ мм;

$$[\tau] = [W_k] = 1,72^3 \cdot \frac{6,37}{18^3} = 0,006 \text{ МПа}.$$

Тоді, діаметр вала:

$$d = 1,72 \sqrt[3]{\frac{6,37}{0,006}} = 17 \text{ мм}.$$

Так як у валу є порожнина з шпонковим пазом то збільшуємо розмір на 5%. Звідси випливає, що розмір вала необхідно прийняти 18 мм.

4.4.3 Розрахунок вала на згин і кручення

Основним навантаженням на вали є сила від штовхача спрямована в центр вала.

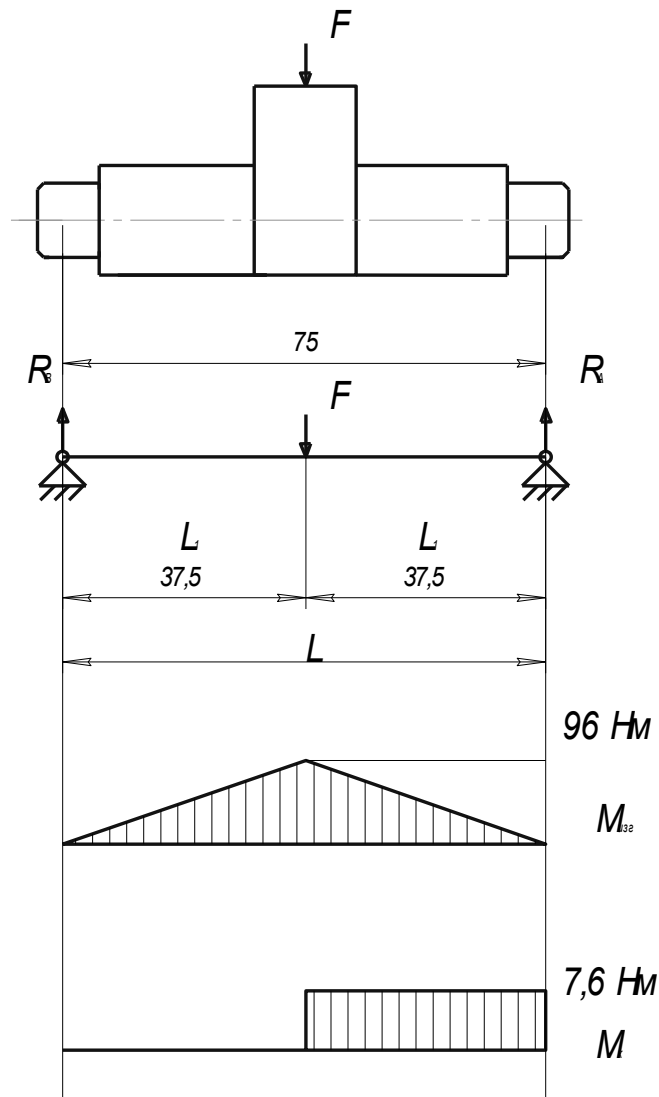


Рис. 4.4.3.1 - Епюри згинаючих и крутних моментів.

Знайдем згинаючий момент, що діє на вал.

$$M_{\text{згин}} = F \cdot L, \text{ Нм} \quad (4.7)$$

де L – довжина вала.

$$M_{\text{згин}} = 1280 \cdot 0,075 = 96 \text{ Нм.}$$

Побудуємо епюру згинаючого моменту (на рисунку 4.4.3.1)

Знайдем крутний момент, що діє на вал.

$$M_{\text{кр}} = F_{1-2} \cdot r_{\text{ср}} \cdot \sin \gamma, \text{ Нм} \quad (4.8)$$

де $r_{\text{ср}}$ – радіус кулачка, $r_{\text{ср}} = 6 \text{ мм}$.

$$F_{1-2} = \frac{F}{\cos \gamma}, \text{ Н} \quad (4.9)$$

При $\gamma = 60^\circ$,

$$F_{1-2} = \frac{1280}{0,86} = 1488 \text{ Н.}$$

$$M_{\text{кр}} = 1488 \cdot 0,006 \cdot 0,86 = 7,6 \text{ Нм.}$$

Побудуємо епюру крутного моменту (на рисунку 4.4.3.1)

Порівняємо отримані дані з паспортними

$$7,6 \text{ Нм} < 8,23 \text{ Нм}$$

Дані навантаження цілком припустимі.

4.4.4 Розрахунок зварного з'єднання

Розрахунок зварного з'єднання проводиться відповідно до вимог теорії опору матеріалів. Зварне з'єднання корпусу двигуна представлено на рисунку 4.4.1.1.

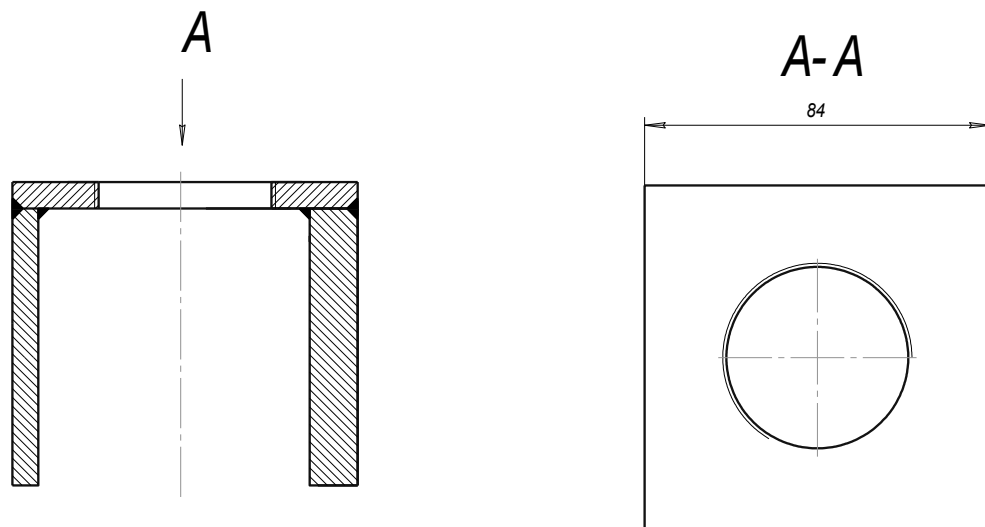


Рис. 4.4.1.1 - Зварне з'єднання корпусу двигуна

Метою даного розрахунку на міцність є перевірка зварних з'єднань стінок з кришкою стенду, що проектується. Зварне з'єднання виконується відповідно до вимог ГОСТ 5264-80.

Перевірка міцності зварних швів проводиться на зріз. Прийнято вважати, що зусилля, яке сприймається всіма швами, рівномірно розподіляється по робочому їх перерізу.

Отже:

$$\tau_z = \frac{P}{0,7 \cdot t \cdot l_p} \leq [\tau_z], \quad (4.10)$$

де τ_z - напруження на зріз зварних швів;

P - сила, прикладена до зварного шва;

$t = 0,003 \text{ м}$ - катет шва;

$l_p = 0,084$ м - довжина зварного шва;

$[t_s] = 110 \cdot 10^6$ Па - допустиме напруження на зріз зварних швів.

$$\tau_s = \frac{75}{0,7 \cdot 0,003 \cdot 0,084} = 0,42 \cdot 10^6 \text{ Па} \leq 110 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Так як умова міцності виконується, звідси слідує, що зварене з'єднання витримує допустиме напруження.

4.5 Вибір підшипників кочення

Оскільки реакції в опорах, а отже, і сили, що діють на підшипники дуже малі, то можна підібрати підшипники виходячи з технологічних міркувань. У нашому випадку критерієм підбору буде посадочний діаметр підшипника, тому приймаємо, що в даному стенді будуть використовуватися підшипники 201 ГОСТ 8338-75.

4.6 Остаточна компоновка і розробка складального і робочих креслень

При розробці складальних креслень і їх деталювання необхідно враховувати те, що складальне креслення повинно мати достатню кількість проекцій, габаритні розміри, необхідні монтажні розміри, складальні посадки і позначення зварювання. На кресленні також необхідно вказувати технічні умови на складання, експлуатацію і його остаточну обробку.

4.7 Висновок

При розрахунку даної конструкції всі її елементи підібрані із запасом міцності, всі з'єднання розраховані на навантаження, що перевищують граничні. Значить, конструкція забезпечить виконання вимог по техніці безпеки при діагностуванні форсунок дизельних двигунів. Крім того, він не вимагає енергоємних і складних операцій при виготовленні і досить простий в експлуатації.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Коротка характеристика приміщення і місце розташування ділянки

Приміщення, в якому розташовані пости ПР, знаходиться в виробничому корпусі і має площу 54м² (рис.4.1).

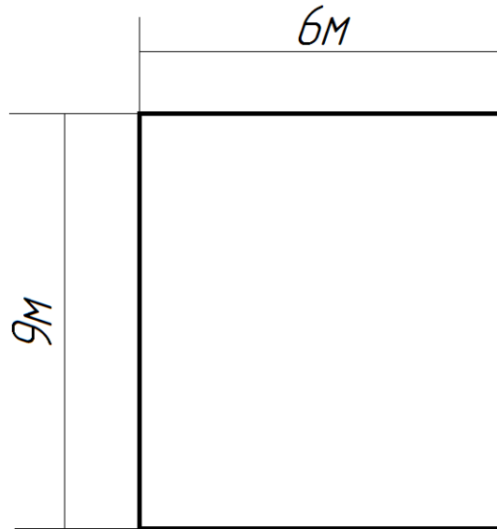


Рис. 5.1. Приміщення по ремонту паливної апаратури

Висота приміщення становить 4 м, що обумовлено специфікою технологічного процесу. Підлога і стіни ділянки по ремонту паливної апаратури викладені кахлем, забезпечуються зливні отвори в підлозі. Підлога на постах бетонна. Канава на посту викладена кахлем. На постах і ділянці застосовується штучне освітлення лампами розжарювання, встановленими в спеціальних ліхтарях.

5.2 Коротка характеристика технологічного процесу

Основні види робіт дільниці з ремонту паливної апаратури є діагностування, регулювання та усунення несправностей вузлів паливної апаратури. Контрольне діагностування вузлів системи подачі палива двигунів в плановому порядку передбачається ТО-2 або у разі виявлення

несправностей під час експлуатації, перебоїв в роботі окремих вузлів. Ремонтні роботи включають операції по розбиранню, зборці, регулювання паливних насосів високого тиску, форсунок, трубопроводів в залежності від виду, характеру несправності.

5.3 Характеристика обладнання застосовуваного на ділянці

Для найбільш зручного і точного діагностування вузлів паливної апаратури ділянку обладнаний наступним видом обладнання:

1. Стенд для діагностування і ремонту ТНВД КИ-22205.
2. Прилад для перевірки тиску впорскування палива форсункою КИ-562.
3. Прилад для перевірки гідравлічної щільності плунжерних пар.

5.4 Шкідливі та небезпечні фактори при виконанні ТО і Р паливної апаратури

Слюсар з ремонту паливної апаратури здійснює технічне обслуговування і ремонт агрегатів і деталей паливної апаратури дизелів із застосуванням спец. обладнання та оснащення. При цьому виникають виробничі фактори, що діють на робочих. Згідно ГОСТ 12.0.003-86, вони поділяються наступним чином:

1) Небезпечні фактори:

- робота з рушійними механізмами, що створює небезпеку механічного травматизму;
- небезпека ураження електричним струмом;
- небезпека виникнення пожеж.

2) Шкідливі фактори:

- пари масла, палива;
- пил.

3) Велике значення має санітарно-гігієнічні умови праці:

- мікроклімат робочого приміщення;

- освітлення робочого місця.

Мікроклімат приміщення характеризується:

- температурою повітря;
- температурою поверхонь;
- відносною вологістю повітря;
- інтенсивністю теплового випромінювання робочої поверхні.

5.5 Вимоги техніки безпеки при експлуатації стенду

До роботи з паливною апаратурою допускаються особи не молодше 18 років які пройшли відповідне навчання, інструктаж і перевірку знань вимог безпеки з оформленням у спеціальному журналі та мають кваліфікаційне посвідчення. При надходженні на роботу слюсар з паливної апаратури проходить попередній медичний огляд, який потім періодично повторюється. Слюсарну кваліфікаційну групу по техніці безпеки не нижче третій.

Користуватися стендами строго за його призначенням відповідно до технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

При діагностуванні автомобіля забороняється:

- працювати на несправному діагностичному стенді;
- розливати і розбризкувати паливо при підключенні приладу;

Використані обтиральні матеріали зберігають в металевих ящиках з щільними кришками, а після закінчення робочого дня видаляють в безпечне в пожежному відношенні місце.

При роботах з паливною апаратурою необхідно дотримуватися таких вимог:

- знімати паливо, що потрапило на шкіру, а по закінченню роботи ретельно мити руки, обличчя і шию теплою водою з милом;
- не носити одяг, просочений нафтопродуктами;

- деталі мити у ванні тільки волосяними щітками, пензлями і йоржами. При цьому працюючий повинен використовувати фартух з маслобензостійкого матеріалу;

- пошкодження на шкірі необхідно промивати 3% -ним розчином борної кислоти і забинтовувати;

- для захисту рук від впливу нафтопродуктів покривати їх спеціальними захисними засобами.

У приміщенні для робіт з паливною апаратурою забороняється палити і перебувати стороннім особам.

5.6 Вимоги до інструменту

При виконанні слюсарних робіт працюючий повинен звертати особливу увагу на зміст в порядку робочого місця та інструменту. Ручні інструменти (молотки, зубила, пробійники і т. д.) повинні відповідати наступним вимогам:

- робочі кінці - не мати пошкоджень (вибоїн, відколів);
- бічні грані в місцях затискання їх рукою - не мати задирок, задирів і гострих ребр;
- потилична частина ударних інструментів - бути гладкою, не мати тріщин, задирок і відколів;
- молотки і кувалди - бути надійно насаджені, а поверхня ручок - бути гладкою, без задирок і тріщин.

Забороняється користуватися напилком, стамескою і іншими інструментами із загостреною неробочою частиною, з погано укріпленою дерев'яною рукою, а також з несправною рукою або без металевого кільця на ній.

Ключі повинні відповідати розмірам болтів і гайок і мати паралельні, незношені губки. Забороняється відкручування гайок ключами великих розмірів і підкладенням металевих пластинок між гранями гайки і ключа, а

також подовження воротка ключа шляхом приєднання іншого ключа або труби.

5.7 Електробезпека

На кожному підприємстві наказом повинна бути призначена з числа фахівців особа, відповідальна за загальний стан і експлуатацію всього електрогосподарства підприємства.

Згідно ПУЕ видання 6-е, 1998 року, категорія приміщення ділянки ПР без особливої небезпеки.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом по ГОСТ 12.1.019-79 є:

- застосування належної ізоляції, а в окремих випадках підвищеної;
- дотримання відповідних відстаней до струмоведучих частин або закриття, огороження струмоведучих частин;
- наявність надійного і швидкодіючого автоматичного відключення частин електрообладнання, що випадково опинилося під напругою;
- заземлення та занулення корпусів електроустаткування і елементів електроустановок, які можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;
- застосування напруги 42 В і нижче змінного струму;
- застосування попереджувальної сигналізації, написів і плакатів.

При виявленні обірваного проводу:

- не можна торкатися обірваного проводу;
- захистити місця обриву на відстані не ближче 20 метрів;
- повідомити керівництву ділянки.

Перевірка контрольними приладами стану ізоляції проводів, захисного заземлення електричних інструментів та переносних електричних ламп проводиться спеціально виділеними електриками (кваліфікаційної групи не нижче III) не рідше одного разу на рік, результат перевірки фіксується в журналі.

5.8 Вимоги до виробничого освітлення

Проведення ТО і Р паливної апаратури по освітленню відносять до рівня 4А, яке відповідає $E_n = 300$ лк. СНІП 23-05-95. Тому створення сприятливих умов праці, що виключають швидке стомлення зору, виникнення нещасних випадків та сприяють підвищенню продуктивності праці, можливо тільки освітлювальною установкою, що відповідає таким вимогам.

1. Освітленість на робочому місці повинна відповідати зоровим умовам праці згідно з гігієнічними нормами. Збільшення освітленості робочої поверхні покращує видимість об'єктів за рахунок підвищення їх яскравості, збільшує швидкість розрізнення деталей, що позначається на зростанні продуктивності праці. Так, при виконанні точних зорових робіт, збільшення освітленості з 50 до 400 лк дозволяє отримати приріст продуктивності праці до 25% і навіть при виконанні грубих робіт, які не потребують зорової напруги, збільшення освітленості робочого місця з 50 до 300 лк підвищує продуктивність праці на 5-8%. Однак є межа, при якій подальше збільшення освітленості майже не дає ефекту, тому необхідно покращувати якісні характеристики освітлення.

2. Необхідно забезпечити достатньо рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні, а також в межах навколишнього простору. Якщо в полі зору знаходяться поверхні, що значно відрізняються між собою по яскравості, то при перекладі погляду з яскраво освітленої на слабо освітлену поверхню око змушене переадаптуватися, що веде до стомлення зору.

Для підвищення рівномірності природного освітлення більших цехів (ливарних, механоскладальних) здійснюється комбіноване освітлення. Світле фарбування стелі, стін і виробничого устаткування сприяє створенню рівномірного розподілу яскравості в полі зору.

3. На робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні. Наявність різких тіней створює нерівномірний розподіл яскравості в полі зору, спотворює розміри і форми об'єктів розрізнення, в результаті підвищується стомлення, знижується продуктивність праці. Особливо шкідливі рухомі тіні, що сприяють збільшенню травматизму. Тіні необхідно усувати або пом'якшувати.

При природному освітленні повинні передбачатися сонцезахисні пристрої (жалюзі, козирки, світлорозсіювачі склоблоки і склопластики), що запобігають проникненню в приміщення прямих сонячних променів, які створюють різкі тіні.

4. У полі зору повинна бути відсутня пряма і відбита блискість. Блискість - підвищена яскравість поверхонь, що викликає порушення зорових функцій (засліпленість). Пряма блискість створюється поверхнями джерел світла, відображена - поверхнями з великим коефіцієнтом відбиття чи відображенням у напрямку до ока. Засліпленість призводить до швидкої втоми людини і зниження його працездатності.

Обмеження прямої блискості досягається зменшенням яскравості джерел світла, правильним вибором захисного кута світильника, збільшенням висоти підвісу світильників.

Ослаблення відображеної блискості може бути досягнуто правильним вибором напрямку світлового потоку на робочу поверхню, а також зміною кута нахилу робочої поверхні. Там, де це можливо, слід замінювати блискучі поверхні матовими.

5. Величина освітленості повинна бути постійною в часі. Коливання освітленості, особливо якщо вони часті і мають велику амплітуду, кожного разу викликають переадаптацію очей і ведуть до значного стомлення.

Сталість освітленості в часі досягається стабілізацією напруги живлення, жорстким кріпленням світильників; використанням спеціальних

схем включення газорозрядних ламп. Наприклад, зниження коефіцієнта пульсації освітленості люмінесцентних ламп з 55 до 5% призводить до зменшення втоми і зростання продуктивності праці до 30% для робіт високої точності.

6. Слід вибирати оптимальну спрямованість світлового потоку, що дозволяє в одних випадках розглянути внутрішні поверхні деталей, в інших - розрізнити рельєфність елементів робочої поверхні.

У машинобудуванні, наприклад, для освітлення розточувальних верстатів застосовують спеціальний світильник з оптичною системою. Такий світильник направляє всередину оброблюваної порожнини концентрований світловий потік лампи. Світлова пляма, що утворилася має освітленість до 3000 лк і дозволяє проводити контроль якості обробки, не зупиняючи верстата.

Утворення мікротіней від рельєфних елементів полегшує розрізнення внаслідок підвищення видимого контрасту цих елементів з фоном. Цей метод підвищення контрасту використовують при бракуванні пиломатеріалів, при визначенні якості обробки поверхонь деталей на стругальних і фрезерних верстатах. Встановлено, що найбільша видимість досягається при падінні світла на робочу поверхню під кутом 60° до її нормалі, а найгірша - при 0° .

7. Слід вибирати необхідний спектральний склад світла. Ця вимога особливо важливо для забезпечення правильної передачі кольору, а в окремих випадках для посилення колірних контрастів.

Правильну передачу кольору забезпечує природне освітлення і штучні джерела світла зі спектральною характеристикою, близькою до сонячної. Для створення колірних контрастів застосовують монохроматичне світло, що підсилює одні кольори і послабляє інші.

8. Освітлювальна установка не повинна бути джерелом додаткових небезпек і шкідливості. Необхідно звести до мінімуму тепловиділення, що випромінюється шум, небезпека ураження струмом і її пожежонебезпека.

9. Установка повинна бути зручною, надійною і простою в експлуатації.

5.9 Пожежна безпека

Ступінь вогнестійкості будівлі - II, категорія пожежонебезпеки технології виробництва В. На ділянці застосовується система автономного пожежогасіння і протипожежної сигналізації, що регламентується правилами пожежної безпеки ВППБ 11-01-96. Роботи, які проводяться на постах і дільницях, мають наступний характер: ремонт та регулювання паливних насосів, ремонт та регулювання форсунок, настройка роботи системи живлення, що вимагає роботи двигуна на холостому ходу.

Паливо завжди присутнє на ділянці, тому встановлюються суворі правила щодо усунення можливості виникнення пожежі. На ділянці по ремонту паливної апаратури суворо забороняється палити, користуватися відкритим вогнем, використовувати газо- і електрозварювання. Контроль за дотриманням покладається на одного з слюсарів.

На ділянці і на постах встановлюємо систему аерозольного гасіння, так як обсяг приміщення не перевищує 5000 м³ і висота приміщення 4 м. За допомогою цієї системи передбачається гасіння виникаючих осередків загоряння, також, кожне окреме приміщення забезпечується додатковим вогнегасником типу ОПУ-10, для локалізації місцевих загорянь.

Для забезпечення екстреної евакуації в разі пожежі або стихійного лиха забороняється захарашувати в'їзні ворота і входи в робочу зону. Над виходами встановлюємо відповідні написи - «ВИХІД».

5.10 Вентиляція

Згідно СНиП 2.04.05-91 «Опалення, вентиляція і кондиціонування» виробнича вентиляція - це система санітарно-технічних пристроїв і споруд для видалення виробничих забруднень і створення в робочій зоні повітряного

середовища, що відповідає гігієнічним вимогам. Завданням вентиляції у виробничих цехах є не тільки забезпечення робочих приміщень повітрям, відповідним гігієнічним вимогам, а й усунення тих факторів, які здатні порушити самопочуття працюючих і тим самим знижувати їх працездатність.

Одним з найважливіших завдань щодо забезпечення безпеки в межах робочої зони є підтримка рівня забруднення повітря, що не перевищує заданого нормативного значення ГДК, яке для даних виробничих умов становить приблизно 100 мг/м^3 . Для нашого приміщення коефіцієнт вентиляції становить $K_B = 4 \text{ год}^{-1}$.

Для забезпечення цього нам знадобиться застосування місцевої вентиляції в декількох точках робочої зони. Необхідно застосування витяжної вентиляції в межах робочих постів, щоб уникнути отруєння відпрацьованими газами. Вона буде являти собою трубу з гумовим шлангом, що кріпиться до вихлопної труби автомобіля спеціальними затискачами, по одній на кожному посту.

На ділянці витяжна вентиляція розташована над стендом по регулюванню паливних насосів високого тиску і над стендами по регулюванню форсунок, так як на цих робочих місцях кількість парів палива є максимальна.

При роботі на двигуні з його пуском і роботі на стендах вентиляція вмикається, а таким чином забезпечується необхідний рівень чистоти повітря. Шланги одягаються на вихлопні труби автомобіля, і відпрацьовані гази витягуються, запобігаючи їх попаданню в межі робочої зони.

Щоб уникнути токсичного отруєння забороняється робота без включення вентиляції, направляти струмінь повітря під час продування на людей, засмоктувати паливо за допомогою рота. При перших ознаках токсичного отруєння звертатися до медичного пункту підприємства. Про всі нещасні випадки негайно доповісти начальнику ремонтних майстерень.

5.11 Мікроклімат приміщень

Згідно з вимогами СанПиН 2.2.2.548 - 96 «Гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень», в теплу пору року температура повітря повинна бути 22 – 24°C, в холодну пору 20 – 22°C, вологість повітря 40%. Рекомендована температура повітря в даних виробничих умовах 22 – 24°C в теплу пору року, вологість повітря 40%, що відповідає нормам, рухливість повітря 0,1 м/с.

5.12 Охорона навколишнього середовища

Автомобіль є джерелом забруднення навколишнього середовища. При його роботі в атмосферу виділяються забруднюючі речовини. І тому основним завданням предмета охорони навколишнього середовища є виявлення якісної і кількісної структури цих забруднень. Перш ніж почати розрахунок, відзначимо, що автомобіль є не тільки безпосереднім, але і непрямим джерелом забруднень. Так при його ремонті та технічному обслуговуванні утворюється маса побічних забруднених речовин, облік яких також необхідно вести. В автотранспортних підприємствах, поряд з пересувними джерелами забруднення атмосферного повітря, є і стаціонарні. Викиди від стаціонарних джерел забруднення можуть бути організованими і неорганізованими. До організованих можна віднести такі викиди, які надходять в атмосферу через витяжні труби, повітродувки та ін. До неорганізованих відносяться ті, які у вигляді ненаправлених потоків надходять в атмосферу через відсутність правильно організованої вентиляції.

Таким чином, викиди умовно можна розділити на такі що безпосередньо виходять від автомобіля в зоні ремонту і від стаціонарних джерел (дільниці по ремонту).

5.13 Відходи, терміни і способи утилізації.

Очищення стічних вод, збір і утилізація відходів на підприємстві.

Забруднені води від виробничих будівель та господарсько-побутових споруд АТЦ, а також зливі стоки з їх території скидаються в поверхневі водойми і на ґрунт тільки після їх очищення. На підприємстві ТОВ «Баришівська зернова компанія» є власна очисна установка «Водолій». Частина неочищеної води відвозиться на комплексно очисні споруди заводу «Залізо Бетонні Конструкції» в м. Київ.

На підприємстві утворюється також значна кількість промислових відходів. Велика частина з них здається спеціалізованим організаціям, які займаються збором та переробкою вторинної сировини. Непридатні до акумулятори, шини, ртутні лампи відправляються на переробку. Відпрацьовані масла, пластичні мастила йдуть на місцеву нафтобазу. Різного роду металеві відходи переробляються і вивозяться у «вторчермет». Побутові відходи підприємства відвозиться МП ЖКГ смт. Тростянець.

Обсяги відходів, що знаходяться на тимчасовому зберігання не перевищують значень, обумовлених в дозволі на їх зберігання, виданому органами санітарно-епідеміологічного нагляду. Їх періодично вивозять в місця утилізації.

5.14 Розрахунок викидів забруднюючих речовин від паливного виробничої дільниці

На дільниці ремонту і випробування паливної апаратури автомобілів проводиться ряд робіт, випробування, і регулювання, при проведенні яких виділяються забруднюючі речовини. Розрахунок регламентується Методикою проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферу для автотранспортних підприємств.

Валовий викид забруднюючої речовини при випробуваннях дизельної апаратури:

$$M = g_1 \cdot B \cdot 10^{-6} \text{ т/рік}, \quad (4.1)$$

де g - питома кількість забруднюючої речовини: форсунок - 788 г/кг,
ТНВД - 317 г/кг,

B - витрата дизельного палива за рік, кг

$$B = N \cdot b \cdot t \quad (4.2)$$

де N - кількість діагностованих форсунок;

b - середня витрата палива 1-ї форсунок в хвилину, г.;

t - час роботи стенда.

Час діагностування форсунок розробленим стендом займає 7...8 хвилин, час на установку і налагодження стенду - 9 хвилин, час роботи в добу - 7,5 годин = 450 хвилин. Тобто на добу, стенд дозволяє діагностувати 28 форсунок.

Середня витрата палива однієї форсунок за хвилину становить 18,72 г/хв., На підставі даних технічної характеристики форсунок ЯМЗ 127-10.

$$B = 28 \cdot 18,72 \cdot 8 \cdot 305 = 1278,9 \text{ кг.}$$

$$M = 317 \cdot 1278,9 \cdot 10^{-6} = 0,4051 \text{ т/рік;}$$

Максимальний разовий викид:

$$G^T = B^1 \cdot g / t \cdot 3600, \text{ г/с,} \quad (5.4)$$

де B^1 - витрата дизельного палива за день, $B^1 = 4,193$ кг;

$t = 7,5$ - час роботи, год.

$$G^T = 4,193 \cdot 317 / 7,5 \cdot 3600 = 0,049 \text{ г/с;}$$

За розрахованими даними можна зробити висновок про те, що валовий викид і максимально разовий викид при діагностиці форсунок нижче регламентованих значень ОНД-86.

5.15 Висновки і пропозиції

Відповідно до вищеописаних вимог по техніці безпеки і охорони праці на підприємстві створені здорові і безпечні умови праці, забезпечення яких - прямий обов'язок керівництва.

У зв'язку з цим керівництво зобов'язане впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, що попереджають виробничий травматизм, і забезпечують санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників.

Відповідно до законодавства, підприємство несе матеріальну відповідальність за збитки, завдані працівникам каліцтва або іншим ушкодженням здоров'я, пов'язаним з використанням ними своїх трудових обов'язків.

Всі правила і вимоги з охорони праці, пожежної безпеки, освітлення, опалення, вентиляції та техніки безпеки керівництвом на ТОВ «Україна - Т» дотримуються.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі дипломного проекту встановлюється розмір капітальних вкладень, розраховуються експлуатаційні витрати, визначаються показники економічної ефективності.

6.1 Розрахунок капітальних витрат на виготовлення приладу.

До складу капітальних вкладень входять наступні статті витрат:

- вартість покупних деталей, виробів;
- вартість витрачених матеріалів;
- транспортні витрати;
- витрати на монтаж обладнання.

6.1.1 Визначення витрат на виготовлення приладу.

Для розрахунку вартості купувальних деталей, вузлів, агрегатів, готових виробів і матеріалів необхідно визначити за робочими кресленнями та пояснювальній записці курсового проекту, які і в якій кількості необхідні матеріали та інструменти, а також ціни на їх придбання.

Визначимо, який матеріал необхідний для виготовлення деталей стану. Ці дані зведемо в таблицю 6.1.1.1

Таблиця 6.1.1.1.

Необхідні матеріали

Матеріал	Вид заготовки	Деталь приладу
Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Прут діаметром 65мм	Корпус, розподільник
Сталь 35 ГОСТ 14637-70	Лист товщиною 7 мм	Стінка и кришка корпусу двигуна
Сталь 35 ГОСТ 14637-70	Лист товщиною 11 мм	Стінка корпусу двигуна
Сталь 3пс ГОСТ 14637-89	Полоса товщиною 1 мм	Кожух корпусу двигуна
Сталь 45 ГОСТ 9650-71	Пруток діаметром 35мм	Кулачковий вал

Для розрахунку вартості матеріалу, що використовується необхідно визначити його необхідну кількість. Розрахунок вартості матеріалу представлений в таблиці 6.1.1.2

Таблиця 6.1.1.2.

Вартість матеріалів

Найменування матеріалу	Одиниця виміру	Кількість, кг	Ціна по прейскуранту, грн. за кг.	Загальна вартість, грн.
Сталь 45 ГОСТ 1050-88	кг	4,5	15,6	70,2
Сталь 35 ГОСТ 14637-70	кг	0,45	13,8	6,21
Сталь 35 ГОСТ 14637-70	кг	0,3	13,8	4,14
Сталь 3пс ГОСТ 14637-89	кг	0,1	14,4	1,44
Сталь 45 ГОСТ 9650-71	кг	0,35	15,6	5,46
Разом				87,45

Вартість придбаних готових виробів приведена в таблиці 6.1.1.3

Таблиця 6.1.1.3.

Готові вироби

Найменування виробів	Кількість	Ціна по прейскуранту, грн. за од.	Загальна вартість, грн.
Асинхронний мотор-редуктор 60YN6-2	1	4800	4800
Плунжерна пара	1	4356	4356
Манометр	1	2680	2680
Разом			11836

Вартість додатково придбаних виробів для технічного переоснащення паливної ділянки в зоні поточного ремонту наведено в таблиці 6.1.1.4

Готові додаткові вироби

Найменування виробів	Кількість	Ціна по прейскуранту, грн. за од.	Загальна вартість, грн
Набір інструментів	2	17000	34000
Прилад для перевірки бензонасосів	1	50000	50000
Стенд для перевірки дизельної апаратури КИ-15711	1	120000	120000
Ванна для миття Мод.203	1	5000	5000
Свердлильний станок 2М112	1	115000	115000
Стелаж для деталей Р957	1	10000	10000
Прилад для перевірки СО і СН	1	140000	140000
Підйомник двох важільний	1	76000	76000
Разом			550000

6.1.2 Розрахунок транспортних витрат.

Витрати на транспортування придбаних матеріалів і готових виробів складають 5% від вартості закуповуваних матеріалів і дорівнюють:

$$C_{\text{тр}} = (C_{\text{гот.вир}} + C_{\text{мат}}) \cdot 0,05 = (561836 + 87,45) \cdot 0,05 = 28096 \text{ грн.} \quad (6.1)$$

6.1.3 Розрахунок витрат на виготовлення і монтаж приладу.

Витрати на виготовлення і збірку приладу складають 15% від вартості обладнання і дорівнюють:

$$C_{\text{мон}} = (C_{\text{гот.вир}} + C_{\text{мат}}) \cdot 0,15 = (561836 + 87,45) \cdot 0,15 = 84288 \text{ грн} \quad (6.2)$$

6.1.4 Сума капітальних витрат на виготовлення приладу. Сума капітальних вкладень визначається за формулою:

$$K_{\text{пр}} = C_{\text{мат}} + C_{\text{гот.вир.}} + C_{\text{мон}} + C_{\text{тр}}, \quad (6.3)$$

де $C_{\text{мат}}$ - вартість придбаних матеріалів, грн.;

$C_{\text{гот.вир.}}$ - вартість придбаних готових виробів, грн.;

$C_{\text{мон}}$ - витрати на монтаж обладнання, грн.;

$C_{\text{тр}}$ - витрати на транспортування обладнання, грн.

Отримані дані зведемо в таблицю.

Таблиця 6.1.4.1.

Кошторис витрат на організацію обладнання

Найменування кошторису витрат	Сума, грн.
Придбання матеріалів	87,45
Придбання виробів	561836
Транспортні витрати	28096
Виготовлення і монтаж установки	84288
Сума капітальних вкладень	674307

6.2 Складання кошторису витрат по зоні ПР.

Кошторис витрат на виробництво визначає загальну суму витрат виробничого підрозділу на плановий період і необхідний для розрахунку собівартості продукції цього підрозділу. Кошторис складається за економічними елементами:

- заробітна плата виробничих робітників;
- нарахування по соціальному страхуванню;
- матеріали;
- запасні частини;
- накладні витрати.

6.2.1. Розрахунок чисельності виробничих робітників

Беремо інформацію з технологічної частини по трудомісткості зони ПР, яка становить 37748,2 люд.-год.

Чисельність виробничих робітників визначаємо за формулою:

$$N = \frac{TE_{\text{рем.робіт}}}{\Phi_{\Gamma}}, \text{ чоловік,} \quad (5.4)$$

де $TE_{\text{рем.робіт}}$ – трудомісткість зони ТР;

$\Phi_r = 1820$ год – річний фонд робочого часу.

$$N = \frac{37748,2}{1820} = 20,7.$$

Приймаємо $N_{\text{пр.}} = 21$ чоловік.

5.2.2 Розрахунок допоміжних робітників

Кількість допоміжних робітників знаходиться в межах 25...30% від кількості основних робітників:

$$N_{\text{доп}} = (0,25 \dots 0,30) \cdot 21 = 5,25 \dots 6,3 \quad (5.5)$$

Приймаємо $N_{\text{доп}} = 6$ чоловік.

5.2.3 Розрахунок ІТР для зони ПР

Кількість ІТР знаходиться в межах 10...15% від кількості основних і допоміжних робітників:

$$N_{\text{ІТР}} = (0,1 \dots 0,15) \cdot (21+6) = 2,7 \dots 4,05 \quad (5.6)$$

Приймаємо $N_{\text{ІТР}} = 3$ чоловік.

5.2.4 Розрахунок службовців

Кількість службовців знаходиться в межах 4...6% від кількості основних і допоміжних робітників:

$$N_{\text{служ}} = (0,04 \dots 0,06) \cdot (21+6) = 1,08 \dots 1,62 \quad (5.7)$$

Приймаємо $N_{\text{служ}} = 1$ чоловік.

5.2.5 Розрахунок МОП

Кількість МОП знаходиться в межах 2...3% від кількості основних і допоміжних робітників:

$$N_{\text{МОП}} = (0,02 \dots 0,03) \cdot (21+6) = 0,54 \dots 0,81 \quad (5.8)$$

Приймаємо $N_{\text{МОП}} = 1$ чоловік.

5.3 Зробимо розрахунок змінних витрат

До змінних витрат будуть відноситися:

- заробітна плата виробничих робітників,
- соціальні нарахування,
- вартість основних матеріалів,
- вартість запасних частин для обслуговування рухомого складу.

5.3.1. Заробітна плата виробничих робітників.

В фонд заробітної плати виробничих робітників включаються основна і додаткова заробітна плата. В фонд заробітної плати включаються всі види оплати праці за фактично відпрацьований час.

До його складу входять:

- оплата за відрядними розцінками або тарифними ставками,
- доплата за роботу в нічний час, у вихідні та святкові дні, а також премії.

За тарифними ставками річний фонд заробітної плати розраховується:

$$\Phi ЗП_{\text{год}} = C_{\text{год}} \cdot T \cdot K_p \cdot K_{\text{пр}}, \quad (5.9)$$

де $C_{\text{год}}$ - середньогодинна тарифна ставка, грн;

T - річний об'єм роботи паливної ділянки, люд.-год.;

K_p - районний коефіцієнт, $K = 15\%$;

$K_{\text{пр}}$ - коефіцієнт премії, $K_{\text{пр}} = 60\%$.

Для розрахунку проведемо нарахування за годинною тарифною ставкою, таблиця 5.3.1.1

Таблиця 5.3.1.1.

Вихідні дані для розрахунку фонду заробітної плати робітників

Робоча спеціальність	Розряд	Кількість	Годинна тарифна ставка, грн.
Слюсар	5	9	29
Слюсар	4	10	25
Вулканізаторник	5	1	29
Зварювальник	3	1	20
Разом	Сер. розряд = 4	21	$C_{\text{сер.год.}} = 25,75$

Визначаємо середньогодинну тарифну ставку в зоні ПР:

$$C_{\text{год.середнє}} = \frac{\sum (n \cdot C_{\text{год}})}{N} \quad (5.10)$$

де n - кількість робочих по кожній спеціальності;

$C_{\text{год}}$ - тарифна годинна ставка даної спеціальності;

N - кількість виробничих робітників.

$$C_{\text{год.середнє}} = \frac{9 \cdot 29 + 10 \cdot 25 + 1 \cdot 29 + 1 \cdot 20}{21} = 26,7 \text{ грн.}$$

Визначаємо фонд основної заробітної плати з урахуванням районного коефіцієнта і премії.

$$\Phi ЗП_{\text{осн}} = 26,7 \cdot 37748,2 \cdot 1,15 \cdot 1,6 = 1854493,6 \text{ грн.}$$

Фонд додаткової заробітної плати включає оплату відпусток, виконання державних обов'язків та ін. Він визначається за формулою:

$$\Phi ЗП_{\text{дод}} = \frac{\Phi ЗП_{\text{осн}} \cdot P_{\text{дод}}}{100}, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

де $P_{\text{дод}}$ - відсоток додаткової заробітної плати.

$$P_{\text{дод}} = \frac{100 \cdot D_{\text{відп}}}{(365 - D_{\text{отп}} - D_{\text{вих}})} \quad (5.12)$$

де $D_{\text{відп}}$ - кількість днів відпустки (31 день);

$D_{\text{вих}}$ - кількість вихідних та святкових днів в році (згідно з виробничим календарем 2017 року становить 117 днів).

$$P_{\text{дод}} = \frac{100 \cdot 31}{(365 - 31 - 117)} = 13,65\%.$$

Тому,

$$\Phi ЗП_{\text{дод}} = \frac{1854493,6 \cdot 13,65}{100} = 189158 \text{ грн.}$$

Загальна заробітна плата виробничих робітників

$$\Phi ЗП_{\text{заг}} = 1854493,6 + 189158 = 2043651 \text{ грн.}$$

Визначаємо суму соціальних нарахувань на фонд заробленої плати виробничих робітників зони ПР, яка становить 34,2% від загальної заробленої плати виробничих робітників зони ПР.

$$H_{\text{соц}} = \Phi ЗП_{\text{заг}} \cdot 0,342 \quad (5.13)$$

$$H_{\text{соц}} = 2107632 \cdot 0,342 = 531349 \text{ грн.}$$

Заробітну плату виробничих робітників зони ПР зводимо таблицю 5.3.2.1

Таблиця 5.3.2.1.

Річний фонд заробітної плати виробничих робітників зони ПР

Показник	Сума, тис. грн.
Річний фонд заробітної плати	2043651
Соціальні нарахування	531349
Разом:	2575000

6.3.2 Запасні частини

Витрати на запасні частини беруться в розмірі 30% від вартості обладнання:

$$C_{\text{з.ч.}} = 561923,45 \cdot 0,3 = 168577 \text{ грн.}$$

Заробітну плату виробничих робітників зони ТР і вартість запасних частин зводимо в таблицю 5.3.3.1

Таблиця 5.3.3.1.

Річний фонд заробітної плати виробничих робітників зони ТР і вартість запасних частин

Показник	Сума, грн.
Річний фонд заробітної плати	2043651
Соціальні нарахування	531349
Вартість запасних частин	168577
Разом:	2743577

6.4 Визначення постійних витрат по зоні ПР.

6.4.1 Визначення річного фонду заробітної плати допоміжних робітників, ІТР, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу з нарахуваннями.

Розподіл допоміжних робітників в зоні ПР представлено в таблиці 5.4.1.1, а розподіл ІТР, службовців і МОП в таблиці 5.4.1.2

Таблиця 5.4.1.1.

Розподіл допоміжних робітників в зоні ПР

Посада	Кількість	Оклад одного працюючого, грн.	Сума, грн.
Слюсар	1	5500	5500
Токар	1	8000	8000
Шліфувальник	1	7500	7500
Фрезерувальник	1	7000	7000
Газозварник	1	6000	6000
Коваль	1	7000	7000

Таблиця 5.4.1.2.

Розподіл ІТР, службовців і МОП зони ПР

Посада	Кількість	Оклад одного працюючого, грн	Сума, грн.
Начальник ремонтного виробництва	1	5500	5500
Механік	1	8000	8000
Майстер	1	7500	7500
Диспетчер	1	7000	7000
Прибиральниця приміщень	1	6000	6000

Річний фонд заробітної плати допоміжних робітників, ІТР, службовців і МОП (з нарахуваннями) визначається за формулою:

$$\text{ФЗП}_{\text{доп}} = 12 \cdot K_p \cdot K_n \cdot \sum (Z_m \cdot N_{\text{доп}}), \text{ грн}, \quad (5.14)$$

де $K_n=1,342$ - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату по соціальному страхуванню;

Z_m - оклад певної категорії робітників, грн.;

$N_{\text{доп}}$ - кількість робітників відповідної категорії.

$$\begin{aligned} \text{ФЗП}_{\text{доп}} = & 12 \cdot 1,15 \cdot 1,342 \cdot (5500 \cdot 1 + 8000 \cdot 1 + 7500 \cdot 1 + 7000 \cdot 1 + 6000 \cdot 1 + \\ & + 7000 \cdot 1 + 5500 \cdot 1 + 8000 \cdot 1 + 7500 \cdot 1 + 7000 \cdot 1 + 6000 \cdot 1) = 1089855 \text{ грн.} \end{aligned}$$

В статтю витрати входять пункти:

- ремонт основних фондів (3% від вартості основних фондів);
- амортизація основних фондів (3% від вартості основних фондів);
- витрати на відновлення швидкозношуваних інвентарю та інструменту.
(4% від вартості інвентарю)

- вартість допоміжних матеріалів (3% від вартості основних матеріалів)

До витрат з утримання виробничих приміщень відносяться витрати на опалення, освітлення і воду для побутових потреб;

- оплата опалення (338,24 грн./Ккал.);
- оплата силової електроенергії (1,54 грн./кВт-год);
- оплата водопостачання (11,09 грн./м³).

5.4.2 Визначення витрат на силову електроенергію

Вартість силової електроенергії:

$$C_e = W_e \cdot C_{e.k.}, \quad (5.15)$$

де W_e – потреба в силовій електроенергії за рік; $W_e = 160000$ кВт-год.

$C_{e.k.}$ – вартість 1 кВт-год силової електроенергії, грн.; $C_{e.k.} = 1,54$

$$C_e = 160000 \cdot 1,54 = 246400 \text{ грн.}$$

5.4.3 Визначення витрат на освітлення

Витрати на освітлення:

$$C_{oc} = W_{oc} \cdot C_k, \quad (5.16)$$

де W_{oc} – потреба в електроенергії на освітлення, кВт-год; $W_{oc} = 35470$ кВт-год.

C_k – вартість 1 кВт-год електроенергії, грн. $C_k = 1,54$ грн.

$$C_{oc} = 35470 \cdot 1,54 = 54624 \text{ грн.}$$

5.4.4 Визначення витрат на воду для господарсько-побутових потреб

Витрати на воду для господарсько-побутових цілей:

$$C_v = V_v \cdot N \cdot D_p \cdot C_v, \quad (6.17)$$

де $V_v = 0,04 \text{ м}^3$ – сумарна добова витрата води на одну людину в зоні ПР, м^3 ;

N – кількість чоловік; $N = 21$

D_p – кількість робочих днів в році; $D_p = 305$

C_v – вартість 1 м^3 води, грн. $C_v = 11,09$ грн.

Таким чином, витрати на воду для господарсько-побутових цілей дорівнюють:

$$C_v = 0,04 \cdot 21 \cdot 305 \cdot 11,09 = 2841,2 \text{ грн.}$$

5.4.5 Визначення витрат на обігрів приміщення

Витрати на парове опалення:

$$C_{\text{оп}} = H_{\text{т}} \cdot \Phi_{\text{оп}} \cdot V_{\text{прим}} \cdot C_{\text{пар}} / (1000 \cdot i), \quad (5.18)$$

де $H_{\text{п}}$ – питома витрата палива на 1 м^3 приміщення, ккал/год.; $H_{\text{т}} = 15$ ккал/год.

$\Phi_{\text{оп}}$ - тривалість опалювального сезону, год. (для середньої смуги – 4320 год.);

$V_{\text{прим}}$ - об'єм приміщення, м^3 ; $V_{\text{прим}} = 6705 \text{ м}^3$

$C_{\text{пар}}$ - вартість 1 ккал тепла; $C_{\text{пар}} = 338,24$ грн.

i - питома теплота випаровування, ккал/кг град.; $i = 540$ ккал/кг

$$C_{\text{оп}} = 15 \cdot 4320 \cdot 6705 \cdot 338,24 / 1000 \cdot 540 = 272148 \text{ грн.}$$

5.4.6 Визначення витрат на поточний ремонт обладнання.

Витрати на поточний ремонт обладнання приймаються в розмірі 5% від вартості обладнання:

$$C_{\text{ПР.обл.}} = 5\% \cdot C_{\text{обл.}} \quad (5.19)$$

де $C_{\text{обл.}}$ - вартість обладнання, що використовується у виробництві; $C_{\text{обл.}} = 561923,45$ грн.

$$C_{\text{ПР.обл.}} = 561923,45 \cdot 0,05 = 28096 \text{ грн.}$$

5.4.7 Визначення витрат на поточний ремонт будівель.

Витрати на поточний ремонт будівель приймаються в розмірі 2% від вартості будівель

$$C_{\text{ПР.буд.}} = 2\% \cdot C_{\text{буд.}} \quad (5.20)$$

де: $C_{\text{буд.}}$ - вартість будівлі, що використовується у виробництві;

$$C_{\text{буд.}} = 50000000 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{ПР буд}} = 50000000 \cdot 0,02 = 1000000 \text{ грн.}$$

5.4.8 Амортизаційні відрахування

Амортизація представляє собою процес поступового перенесення вартості засобів праці у міру їх зносу на вироблений з їх допомогою продукт або послугу та використання цієї вартості для їх подальшого відтворення.

Амортизація обладнання приймається в розмірі 12% від вартості обладнання:

$$C_{\text{ам.обл}} = 12\% \cdot C_{\text{обл}} \quad (5.21)$$

$C_{\text{ам.обл}}$ - амортизаційні відрахування на обладнання;

$C_{\text{обл.}}$ - вартість обладнання, що використовується у виробництві;

$$C_{\text{обл}} = 561923,45 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{ам.обл}} = 561923,45 \cdot 0,12 = 67431 \text{ грн.}$$

Амортизація будівлі приймається в розмірі 3% від вартості будівлі:

$$C_{\text{ам.буд}} = 3\% \cdot C_{\text{буд}} \quad (5.22)$$

$C_{\text{ам.буд}}$ - амортизаційні відрахування на будівлю;

$C_{\text{буд}}$ - вартість будівлі, що використовується у виробництві;

$$C_{\text{буд.}} = 50000000 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{ам.буд}} = 50000000 \cdot 0,03 = 1500000 \text{ грн.}$$

5.4.9 Витрати на ремонт і відновлення інвентарю

Витрати на ремонт і відновлення інвентарю приймаються в розмірі 4% від вартості інвентарю.

$$C_{\text{Р.інв.}} = 4\% \cdot C_{\text{інв.}} \quad (5.23)$$

де $C_{\text{інв}} = 42000$ грн - вартість інвентарю; $C_{\text{інв}} = 42000$ грн.

$$C_{P.інв.} = 42000 \cdot 0,04 = 1680 \text{ грн.}$$

5.4.10 Витрати на спеодяг, охорону праці та техніку безпеки

Витрати на спеодяг, охорону праці та техніку безпеки приймаються в розмірі 2000 грн. на одного робітника і складають 42000 грн.

5.4.11 Інші витрати

Інші витрати приймаються в розмірі 5% від суми витрат по попереднім статтям постійних витрат і становлять 161967,8 грн.

Кошторис дільничних витрат представимо в таблиці (див. таблицю 5.4.13.1).

Таблиця 5.4.13.1.

Кошторис дільничних витрат

п/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Заробітна плата допоміжних робітників, ІТР, службовців, МОП з нарахуваннями	1089855
2	Силова електроенергія	246400
3	Витрати на освітлення	54624
4	Вода на побутові потреби	2841,2
5	Витрати на парове опалення	272148
6	ПР обладнання	28096
7	ПР будівель	1000000
8	Амортизація обладнання	67431
9	Амортизація будівель	1500000
10	Утримання, ремонт і відновлення інвентарю	1680
11	Утримання, ремонт і відновлення малоцінних і швидко зношуваних інструментів та пристосувань	10500
12	Раціоналізаторські пропозиції	10500
13	Охорона праці, техніка безпеки	42000
14	Інші витрати	161811
	Всього накладних витрат	4487886
	Загальний фонд заробітної плати основних робітників з нарахуваннями	2575000
	Відсоток дільничних витрат до загального фонду заробітної плати основних робочих	174,3

5.4.12 Витрати на утримання, ремонт і відновлення малоцінних і швидкозношуваних інструментів і пристосувань

Витрати на утримання, ремонт і відновлення малоцінних і швидкозношуваних інструментів і пристосувань приймаються в розмірі 500 гривень на одного робітника і складають 10500 грн.

5.4.13 Витрати на винахідництво і раціоналізацію

Витрати на винахідництво і раціоналізацію приймаються в розмірі 500 гривень на одного робітника і складають 10500 грн.

5.5 Визначення собівартості ПР

Після визначення всіх витрат за статтями складається кошторис річних експлуатаційних витрат на виконання робіт виробничого підрозділу і калькуляція собівартості одиниці продукції.

Для розрахунку кошторису витрат і калькуляції собівартості ПР скористаємося даними з технологічного розрахунку.

На підприємстві ТОВ «Україна - Т» 184 од. техніки із загальним річним пробігом 32200 тис. км.

Калькуляція собівартості по зоні ПР проводиться на 1 люд.-год і зводиться в таблицю (див. таблицю 5.5.2). При цьому необхідно врахувати, що річний обсяг робіт з ПР 37748,2 люд.-год.

Таблиця 5.5.1.

Дані з технологічного розрахунку

№п/п	Дані	Значення
1	Трудовісткість (люд.-год)	37748,2
2	Загальний пробіг (тис. км.)	32200

Кошторис витрат і калькуляція собівартості ПР

Статті витрат	Сума грн.	Питомі витрати, грн.		Доля кожної статті в загальній сумі, %
		На 1000 км.	на 1 люд.-год.	
Заробітна плата виробничих робочих	2043651	63,5	54,1	28,2
Нарахування на соціальне страхування	531349	16,5	14,0	7,3
Запасні частини	168577	5,2	4,4	2,3
Накладні витрати	4487886	139,3	118,8	62,2
Разом	7043697	224,5	191,5	100

5.6 Розрахунок показників економічної ефективності проекту

Розрахунок техніко-економічних показників визначаємо як економію від % зниження собівартості робіт за 1 люд.-год. за формулою 5.24.

Зниження собівартості виникає в результаті того, що виробничі робітники в процесі роботи витрачають на виконання певних операцій менше часу. Нове обладнання дозволяє знизити тимчасові витрати при ремонті вузлів паливної апаратури. При використанні стенду з'являється можливість діагностування паливних форсунок дизельних двигунів. При цьому зняття самих форсунок з двигуна більше не потрібно. Прилад дозволяє виявити несправну форсунку (ки), яка вже в свою чергу, вимагає заміни.

5.6.1 Визначення відсотка зниження собівартості 1 люд.-год.

$$\% \downarrow C = \frac{C_{\text{проектна}}}{C_{\text{фактична}}} \cdot 100 - 100, \% \quad (5.24)$$

де $C_{\text{проектна}}$ - проектна (розрахункова) собівартість, грн.;

$C_{\text{фактична}}$ - фактична собівартість, грн.

$$\% \downarrow C = \frac{191,5}{195,2} \cdot 100 - 100 = -2,1\%$$

$$\% \downarrow TE = \frac{TE_{\text{проектна}}}{TE_{\text{фактична}}} \cdot 100 - 100, \% \quad (5.25)$$

де $TE_{\text{проектна}}$ - проектна (розрахункова) собівартість, грн.

$TE_{\text{фактична}}$ - фактична собівартість, грн.

$$\% \downarrow TE = \frac{37748,2}{39568,2} \cdot 100 - 100 = -4,6\%$$

Так як відбулося зниження трудомісткості на 4,6%, то відповідно зросла продуктивність праці, яку можна визначити за формулою:

$$\% \uparrow \text{ПП} = \frac{100 \cdot \% \downarrow TE}{100 - \% \downarrow TE}, \%, \quad (5.26)$$

Тому відсоток продуктивності праці:

$$\% \uparrow \text{ПП} = \frac{100 \cdot 4,6}{100 - 4,6} = 4,82\%$$

Продуктивність праці, в порівнянні з попереднім значенням збільшилася на 4,82%.

5.6.2 Визначаємо річну економію по підприємству за рахунок зниження собівартості

$$E_{\text{річ}} = (C_{\text{фактична}} - C_{\text{проектна}}) \cdot TE_{\text{проектна}}, \text{ тис. грн.} \quad (5.27)$$

де $TE_{\text{проектна}}$ – трудомісткість ПР.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (195,2 - 191,5) \cdot 37,75 = 139,675 \text{ тис. грн.}$$

5.6.3 Річний економічний ефект

$$E_e = E_{\text{річ}} - K \cdot E_n, \text{ грн.} \quad (5.28)$$

де K - сума капітальних вкладень, тис. грн.;

E_n - нормативний коефіцієнт капітальних вкладень, що приймається на автотранспортному підприємстві, 0,15.

$E_{\text{річ}}$ - річна економія, грн.

$$E_e = 139675 - 674307 \cdot 0,15 = 38528,95 \text{ грн.}$$

5.6.4 Визначення терміну окупності капітальних вкладень

Термін окупності капітальних вкладень:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}}, \text{ років.} \quad (5.29)$$

де К - сума капітальних вкладень, грн.;

$E_{річ}$ - річна економія, грн.

$$T_{ок} = \frac{674307}{139675} = 4,8 \text{ років.}$$

У висновку економічної частини необхідно зробити аналіз техніко-економічних показників і зробити висновок про доцільність розробки.

Основні техніко-економічні показники зони ПР зведені в таблицю 5.7.1

Таблиця 5.7.1.

Техніко-економічні показники зони ПР

Показник	Фактичне	Проектне	Відхилення
Кількість РС	184	184	0
Трудовісткість робіт в зоні ПР, люд.-год.	39568,2	37748,2	-1820
Зниження трудовісткості, %	-	-3,3	-3,3
Кількість виробничих робітників у зоні ПР, чол.	22	21	1
Середньомісячна заробітна плата виробничих робітників, грн.	7741	8109	368
Собівартість робіт в зоні ПР, грн./люд.-год.	195,2	191,5	-3,7
Зниження собівартості, %	-	-2,1	-2,1
Зростання продуктивності праці за рахунок зниження трудовісткості, %	-	3,4	3,4
Капітальні вкладення, тис. грн.	-	674,3	674,3
Річна економія від зниження собівартості, тис. грн.	-	139,675	139,675
Термін окупності капітальних вкладень, років.	-	4,8	4,8
Економічний ефект, тис. грн.	-	38,53	38,53

5.7 Висновок

В результаті технічного переоснащення зони ПР на ТОВ «Баришівська зернова компанія» з числом одиниць 184 техніки відбулося зниження собівартості робіт в зоні ПР на 2,1%. Це дозволило нам підвищити середньомісячну заробітну плату на підприємстві з 7741 грн. до 8109 грн., знизити чисельність виробничих робітників

у зоні ПР на 1 людину. Впровадження обладнання дозволяє організувати виробничий процес ремонту на більш високому рівні. Капітальні вкладення в розмірі 674,3 тис. грн., витрачені на придбання нового обладнання для зони ПР, окупаються протягом 4,8 років за рахунок економії, отриманої від зниження собівартості 1-ї люд.-год., що склало зростання продуктивності праці за рахунок зниження трудомісткості на 3,4%.

В ході роботи над дипломним проектом був розроблений стенд для діагностування форсунок. Впровадження даного стенду дозволило знизити трудомісткість даної операції на 1820 люд.-год на рік. Сума річної економії від впровадження даного стенду складе 139, 675 гривень, а окупність спроектованої конструкції відбудеться за 4,8 року, і економічна ефективність в розмірі 38,53 тис. грн.

Отримані техніко-економічні показники по технічному переоснащенню в зоні ПР дозволяють зробити висновок, що впровадження обладнання зони ПР ТОВ «Баришівська зернова компанія» економічно вигідно, актуально і доцільно.

ВИСНОВКИ

За результатами представленого дипломного проекту отримані наступні результати:

В даний час намічається тенденція щодо зменшення часу простою зернозбиральних комбайнів при проходження будь-якого виду ремонту. Тому в дипломному проекті був спроектований стенд для діагностування форсунок дизельних двигунів, який дозволить без втрат зайвого часу виявити несправність і вжити відповідних заходів. Даний стенд спроектований у відповідності з усіма вимоги технологічного проектування та правилами техніки безпеки.

В результаті проведених техніко-економічних розрахунків, після технічного переоснащення зони дільниці технічного сервісу, була отримана річна економія від зниження собівартості обслуговування в розмірі 139,675 тис. грн, що дозволило підвищити середню заробітну плату на 341,2 грн.

Окупність спроектованої конструкції відбудеться за 4,8 року, а економічна ефективність становить 38,53 тис. грн.

Таким чином, була доведена не тільки необхідність технічного переоснащення, а й економічна доцільність.

Отримані техніко-економічні показники по технічному переоснащенню в зоні діагностики дозволяють зробити висновок, що впровадження обладнання зони техсервісу ТОВ «Баришівська зернова компанія» економічно вигідно, актуально і доцільно.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Liu Z., Cao S., Sun Z., etc. Tillage effects on soil properties and crop yield after land reclamation. *Scientific Reports*, 2021, vol. 11, pp. 4611, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84191-z>.
2. Turebayeva S., Zhapparova A., Yerkin A., etc. Productivity of rainfed winter wheat with direct sowing and economic efficiency of diversified fertilization in arid region of South Kazakhstan. *Agronomy*, 2022, vol. 12, pp. 111, <https://doi.org/10.3390/agronomy12010111>.
3. Piao L., Li M., Xiao J., etc. Effects of soil tillage and canopy optimization on grain yield, root growth, and water use efficiency of rainfed maize in Northeast China. *Agronomy*, 2019, vol. 9, pp. 339, <https://doi.org/10.3390/agronomy9060336>.
4. Rogovskii I.L., Titova L.L., Gumenyuk Yu.O., etc. Technological effectiveness of formation of planting furrow by working body of passive type of orchard planting machine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 839, pp. 052055, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/5/052055>.
5. Murillo J., Moreno F., Madejón E., etc. Improving soil surface properties: a driving force for conservation tillage under semi-arid conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2016, vol. 4(1), pp. 97-104.
6. Feng X., Hao Y., Latifmanesh H., etc. Effects of subsoiling tillage on soil properties, maize root distribution, and grain yield on mollisols of Northeastern China. *Agronomy Journal*, 2018, vol. 110(4), pp. 27-41, <https://doi.org/10.2134/agronj2018.01.0027>.
7. Rogovskii I.L., Titova L.L., Voinash S.A., etc. Modeling the weight of criteria for determining the technical level of agricultural machines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 677, pp. 022100, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022100>.

8. Dahiya R., Singh S. First total synthesis and biological potential of a heptacyclopeptide of plant origin. *Chinese Journal of Chemistry*, 2016, vol. 34(11), pp. 419-432, <https://doi.org/10.1002/cjoc.201600419>.
9. Bazaluk O., Havrysh V., Fedorchuk M., etc. Energy assessment of sorghum cultivation in Ukraine. *Agriculture*, 2021, vol. 11, pp. 695. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080695>
10. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., etc. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, 2020, vol. 13 (62), no 1, pp. 117-128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11>.
11. Cherniavskih V.I., Dumacheva E.V., Marinich M.N., etc. The role of perennial grasses in the accumulation of organic matter in soil-saving agriculture. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 901(1), pp. 012056, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/901/1/012056>.
12. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., etc. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. *INMATEH. Agricultural Engineering*, 2020, vol. 60, no 1, pp. 45-52. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-60-05>.
13. Xia P., Guo H., Ru M., etc. Accumulation of saponins in *Panax notoginseng* during its growing seasons. *Industrial Crops and Products*, 2017, vol. 104, pp. 287-292, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.045>.
14. Carter J., Petersenn R., Cochran B. Designing exhaust systems to minimize energy costs. *Ashrae Journal*, 2015, vol. 47(7), pp. 18-22.
15. Moraru P., Rusu T. Effect of tillage systems on soil moisture, soil temperature, soil respiration and production of wheat, maize and soybean crops, *Journal of Food Agriculture and Environment*, 2012, vol. 10(2), pp. 445-448.
16. David A., Voicu G., Duțu M. The dynamics of the deep soil loosening machine – tractor unit. *U.P.B. Sci. Bull., Series D*, 2015, vol. 77, iss. 4, pp. 275-286.

17. Forgó Z., Tolvaly-Rosca F., Pásztor J., Kovari A. Energy consumption evaluation of active tillage machines using dynamic modelling. *Application Science*, 2021, vol. 11, pp. 6240.
18. Tarasenko B.F., Orlenko S.Y., Kuzmin V.V. Universal tillage unit. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 666(3), pp. 032092.
19. Sarkar P., Upadhyay G., Raheman H. Active-passive and passive-passive configurations of combined tillage implements for improved tillage and tractive performance. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2021, vol. 19(4), pp. e02R01-e02R01.
20. Bayan Kh., Shogenov Yu., Starovoytov S. Tillage unit with new design working bodies for minimal tillage. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 937(3), pp. 032049, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/3/032049>.
21. Carmona I.G., Colado J. (2016) Control of a two wired hammerhead tower crane. *Nonlinear Dynamics*. 84(4). pp. 2137-2148. <http://dx.doi.org/10.1007/s11071-016-2634-3>.
22. Fonteijn H., Afonso M., Lensink D., Mooij M., Faber N., Vroegop A., Polder G., Wehrens R. (2021) Automatic phenotyping of tomatoes in production greenhouses using robotics and computer vision : from theory to practice. *Agronomy*. 11(8). pp. 1599. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy11081599>.
23. Hryniv A., Rogovskii I., Aulin V., Lysenko S., Titova L., Zagurskiy O., Kolosok I. (2020) Development of a system for determining the informativeness of the diagnosing parameters of the cylinder-piston group of the diesel engines in operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 3(105). pp. 19-29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206073>.
24. Kostikov A.A., Perig A.V., Larichkin O.V., Stadnik A.N., Gribkov E.P. (2019) Research into payload swaying reduction through cable length manipulation during boom crane motion. *FME Transactions*. 47(3). pp. 464-476. <http://dx.doi.org/10.5937/fmet1903464K>.

25. Kuzmich I.M., Rogovskii I.L., Titova L.L., Nadtochiy O.V. (2021) Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 677. pp. 052002. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>.
26. Lysenko V., Bolbot I., Lendiel T., Nurseitova K., Amirgaliyev Y. (2021) Mobile robot with optical sensors for remote assessment of plant conditions and atmospheric parameters in an industrial greenhouse. Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments. 12040. pp. 80-89. <https://doi.org/10.1117/12.2613975>.
27. Mozharivskyi D.M., Titova L.L., Nadtochiy O.V., Dasic P. (2022) Aspects of expert system of engineering management of technical condition of grain harvesters. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. 13(1). pp. 60-66. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2022.01.060>.
28. Najafi P., Asoodar M., Marzban A., Hormozi M. (2017) Reliability analysis of agricultural machinery: a case study of sugarcane chopper harvester. AgricEngInt: CIGR Journal. March 17(1)1. pp. 158-165.
29. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. (2020) Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 6(7–108). pp. 71-79. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217747>.
30. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. (2021) Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 4(7(112)). pp. 41-49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.
31. Revathi S., Radhakrishnan T., Sivakumaran N. (2017) Climate control in greenhouse using intelligent control algorithms. Paper Presented at the Proceedings of the American Control Conference. pp. 887-892. <http://dx.doi.org/10.23919/acc.2017.7963065>.

32. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L., Vyhovskiy A. (2022) Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 21. pp. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.
33. Rogovskii I.L., Titova L.L., Voinash S.A., Troyanovskaya I.P., Sokolova V.A. (2021) Change of technical condition and productivity of grain harvesters depending on term of operation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 720. pp. 012110 doi: 10.1088/1755-1315/720/1/012110.
34. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. (2019) Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*. 18. pp. 291-298. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451>.
35. Vlăduț D., Biriș S., Vlăduț V., Cujbescu D., Ungureanu N., Găgeanu I. (2018) Experimental researches on the working process of a seedbed preparation equipment for heavy soils. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 55(2). pp. 27-34.
36. Voinalovych O., Aniskevych L., Motrich M., Titova L. (2020) Rationale of acceptable risk of using tractors with operational damages of responsible parts. *Engineering for Rural Development*. 19. pp. 784-792.