

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для ТО та ремонту системи живлення дизельних двигунів автомобілів Volkswagen з дослідженням робочих характеристик

Виконав: студент (ка) VI курсу групи МАм-61  
напряму підготовки (спеціальності)

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Пудло Богдан Віталійович

(прізвище та ініціали)

Керівник

Рогатинський Р.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри *д.т.н., доц., О.Л.Ляшук*

« 16 » 09 2019 р.

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

*Пудло Богдан Віталійович*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект дільниці ремонтного цеху для ТО та ремонту системи живлення дизельних двигунів автомобілів Volkswagen з дослідженням робочих характеристик

Керівник проекту (роботи) д.т.н., професор Рогатинський Р.М.

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

Затверджені наказом по університету від « 16 » 09 2019 року № 4/7 – 810

2. Термін подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Типові плани ремонтних приміщень АТП і СТО.

Типові ТП ТО і ПР підвісок легкових автомобілів. Основні робочі характеристики підвісок.

Методика досліджень робочих характеристик підвісок легкових автомобілів при використанні лабораторного стенда. Операційні карти типових ТП ремонту підвісок легкових автомобілів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Спеціальний розділ. Науково-дослідний розділ. Проектний розділ. Обґрунтування економічної ефективності.

Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Екологія.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

План адміністративно-виробничого корпусу. План зони ТО і ПР. Схеми ТП ПР. Графік

узгодження ТО. Складальне креслення ремонтного і діагностичного обладнання та

приладів. Робочі креслення деталей ремонтного обладнання. Технологічна карта ремонту.

Результати експериментальних досліджень. (разом 10 аркушів формату А-1).

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Спеціальний</i>	<i>Ляшук О.Л.</i>		
<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>Гудь В.З.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>Ткаченко І.Г.</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Клепчик В.М.</i>		
<i>Екологія</i>	<i>Зварич Н.М.</i>		

## 7. Дата видачі завдання

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Загально-технічний розділ		
2	Технологічний розділ		
3	Конструкторський розділ		
4	Спеціальний розділ		
5	Науково-дослідний розділ		
6	Проектний розділ		
7	Обґрунтування економічної ефективності		
8	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях		
9	Екологія		
10	Графічна частина		

Студент

(підпис)

*Пудло Богдан Віталійович*

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

*Рогатинський Р.М.*

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота по спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» виконана згідно календарного плану виконання з дотриманням вимог і нормативів. Робота містить пояснювальну записку об'ємом 196 аркушів формату А-4, додатків у кількості 6 аркушів формату А4 і графічної частини із 10 аркушів формату А-1 (разом).

Основним завданням роботи було проведення комплексного аналізу будови систем живлення дизельних двигунів автомобілів, засобів дослідження робочих характеристик та взаємозв'язків між ними. Саме такі знання дозволять розробити універсальні технології ремонту з перспективою удосконалення технічних обслуговувань. Важливою є інформація про проведення ресурсного діагностування та розробка сучасних технологій ремонту.

За результатами роботи встановлена методика проведення лабораторних досліджень робочих характеристик систем живлення дизельних двигунів автомобілів Volkswagen.

Проведений аналіз результатів дозволить у майбутньому оптимізувати технології ремонту систем живлення і детально вивчити взаємозв'язки складових для досягнення оптимальних ресурсних показників автомобілів в цілому.

## МІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	
1.1 Система живлення дизелів. Загальна характеристика.....	
1.2 Призначення, основи конструкції і робота паливних насосів.....	
1.3 Призначення, основи конструкції і робота основних складових системи живлення дизелів.....	
1.4 Типи ПНВТ.....	
1.5 Типи форсунок і їх характеристик.....	
1.6 Висновки та постановка задач на магістерську роботу.....	
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	
2.1 ТП Дефектування кулачкового вала ПНВТ.....	
2.2 Розрахунок і вибір режимів відновлення валу ПНВТ.....	
2.3 Розрахунок режимів норм часу виконання ТО відновлення кулачкового валу.....	
2.4 ТО і регулювання паливного насоса після ремонту.....	
2.5 Діагностика ПНВТ.....	
2.6 Зняття і установка ПНВТ.....	
2.7 Ремонт ПНВТ автомобілів WV.....	
2.8 Технологія ремонту ПНВТ.....	
2.9 Прокачування системи живлення.....	
2.10 Регулювання частоти обертання холостого ходу.....	
2.11 Регулювання максимальної частоти обертання двигуна.....	
2.12 Заміна форсунок.....	
2.13 Заміна паливного фільтра автомобілів VW.....	
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	
3.1 Призначення стенду.....	
3.2 Огляд існуючих аналогів конструкцій.....	
3.3 Технічна характеристика стенда.....	

3.4	Опис конструкції стенда.....
3.5	Підготовка до роботи і робота приладу.....
3.6	Правила ТБ при роботі на приладі.....
3.7	Розрахунок деталей приладу на міцність.....
3.8	Стенд для дослідження робочих характеристик системи живлення.....
3.9	Особливості будови стенду.....
<b>4</b>	<b>СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....</b>
4.1	Використання прикладного програмного забезпечення .....
4.2	Розроблення програмного забезпечення для автоматизації робіт.....
<b>5</b>	<b>НАУКОВО ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....</b>
5.1	Визначення залежності кількості палива від часу впорскування.....
5.2	Визначення з-ті тиску впорскування від положення акселератора.....
5.3	Перевірка герметичності форсунок.....
5.4	Перевірка якості розпилення палива.....
<b>6</b>	<b>ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ.....</b>
6.1	Вибір техніко-економічних показників і рухомого складу АТП.....
6.2	Технічні характеристики вибраного рухомого складу.....
6.3	Вибір і корегування вихідних нормативів ТО і ремонту.....
6.4	Річний об'єм виробництва СТО.....
6.5	Кількість робочих постів та автомобіле-місць очікування.....
6.6	Штати СТО.....
6.7	Організація зберігання рухомого складу .....
6.8	Склад приміщень підприємства і розрахунок їх площ.....
6.9	Обґрунтування методу забудови земельної ділянки.....
6.10	Особливості організації виробничих процесів.....
6.11	Аналіз і основні характеристики генерального плану.....
6.12	Організація і управління СТО.....
6.13	ТП ТО і ПР в зоні ТО і ремонту.....

<b>7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>	
7.1 Організація ремонту та обслуговування устаткування.....	
7.2 Визначення собівартості відновлення системи живлення.....	
7.3 Розрахунок економічної ефективності впровадження пристрою.....	
7.3 Заходи по економії матеріальних та енергетичних ресурсів.....	
<b>8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	
8.1 Загальні положення ОП при роботі зі стендом.....	
8.2 Розрахунок штучного освітлення.....	
8.3 Організація дослідження стійкості роботи об'єкту промисловості.....	
8.4 Розташування робітників та службовців підприємства .....	
8.5 Визначення зони зараження при витoku отруйного газу.....	
<b>9 ЕКОЛОГІЯ.....</b>	
9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища.....	
9.2 Основні джерела забруднення, які створює технічний об'єкт.....	
9.3 Заходи по зменшенню забруднення довкілля.....	
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....</b>	
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	
<b>ДОДАТКИ.....</b>	

## ВСТУП

Транспорт (від латинського “переносу, переміщую, перевозжу”) – кровоносна система промисловості. Жодна галузь господарства не може існувати без транспорту, оскільки саме він об’єднує їх у єдиний комплекс і допомагає здійснювати обмін продукцією. Транспорт відносять до галузей матеріального виробництва, хоча він і не створює матеріальної продукції.

Ми настільки звикли до транспорту, що й не помічаємо його. Але навіть невеликі перебої у його роботі порушують нам комфорт, а іноді паралізують всі ланки економіки.

Не випадково ж у будь-якій країні світу розвинуті ті чи інші види транспорту. Він з’єднує країни та континенти, які віддалені на тисячі кілометрів. Усі шляхи сполучення, транспортні підприємства і транспортні засоби утворюють транспортну систему.

Автомобільний транспорт по праву можна назвати транспортом ХХІ століття. Маневреність, можливість доставки вантажу “від дверей до дверей”, слабка залежність від погодних умов зумовили швидкі темпи його розвитку.

Автотранспорт виконує перевезення безрейковими шляхами як пасажирів, так і вантажів. З кожним роком український автомобільний парк нараховував все більше автомобілів. Майже 80% транспорту із загальною протяжністю автодоріг та густотою автомобільної мережі припадає на обласні центри.

Автомобільний транспорт є лідером у внутрішньо-міських та приміських перевезеннях. Модернізація засобів пересування останніми роками сприяла популярності перевезення на далекі відстані. Усе більше і більше з’являється на міжміських трасах важких вантажних тягачів.

Це все і зумовлює виникнення станцій технічного обслуговування. Які через конструктивність підвищують якість технічного обслуговування та ремонту автомобілів, культуру обслуговування споживачів, якість послуг автосервісу та його виробничу структуру. Тому зовсім закономірно виникає потреба в автосервісі, який у нас називається “загального користування”, а в



Німеччині – “незалежними” станціями. У нас тепер такий автосервіс становить 90-95% від усіх потужностей автосервісу. Як свідчать дані досліджень, тенденція випередженого розвитку “незалежних” СТО стає явно вираженою. За даними статистики, автосалони, що продають автомобілі будь-яких марок, обслуговують від 60 до 90 відсотків цих автомобілів у перші роки, а в подальшому більшість їх губиться, й увагу автосалонів привертають уже 60-90% нових моделей машин, що надійшли у продаж. Тому не дивно, що існують “ незалежні ” СТО, і немає підстав сумніватися, що вони й надалі існуватимуть та розвиватимуться.

Однак, потрібно пам'ятати, що автомобіль – це основний забруднювач повітря на планеті і в Україні зокрема. На нього припадає більше половини забруднюючих речовин, що кожного дня викидаються в атмосферу.

На сучасних автомобілях використовують надзвичайно різноманітні системи з рядом особистих переваг і недоліків.

Завданням магістерської роботи є встановлення на основі дослідних даних висновків та припущень науково-прикладного характеру. За результатами досліджень скласти таблиці результатів та побудувати графічні залежностей робочих характеристик з метою досягнення оптимальних технологій ремонту і максимального ресурсу експлуатації транспортних засобів.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Система живлення дизелів. Загальна характеристика

Система живлення дизелів має відповідати таким вимогам:

- створювати високий тиск упорскування палива в циліндр;
- дозувати порції палива відповідно до навантаження дизеля;
- впорскувати паливо в камеру згоряння в певний момент часу, протягом заданого часу і з певною інтенсивністю;
- добре розпилювати і рівномірно розподіляти паливо по об'єму камери згоряння;
- забезпечувати початок упорскування й порції палива, що подаються насосом, однаковими у всіх циліндрах;
- надійно фільтрувати паливо перед його надходженням у насоси і форсунки.

Ці вимоги зумовлені тим, що на процес сумішоутворення в дизелях відводиться близько 0,001с.

Паливо для дизелів має відповідати таким вимогам: добре прокачуватись; не містити води й механічних домішок; забезпечувати добре розпилювання; не спричиняти підвищеного нагару й пароутворення, корозії; бути стабільним під час транспортування і зберігання. В'язкість – один із найважливіших показників якості дизельного палива. Від неї залежить однорідність складу речовини суміші, розпилюваність і випаровуваність палива в циліндрі, надійність і довговічність паливної апаратури.

До важливих експлуатаційних характеристик дизельного палива належать його низькотемпературні властивості, які характеризують рухливість палива за мінусових температур. В дизельному паливі містяться парафінові вуглеводні, які за високої температури перебувають у розчиненому стані, а в разі зниження - викристалізуються.

До систем живлення дизелів входять: паливний бак; фільтри грубої і тонкої очистки; всережимний регулятор частоти обертання; автоматична муфта

випереджування впорскування палива; форсунки; підкачувальні насоси.

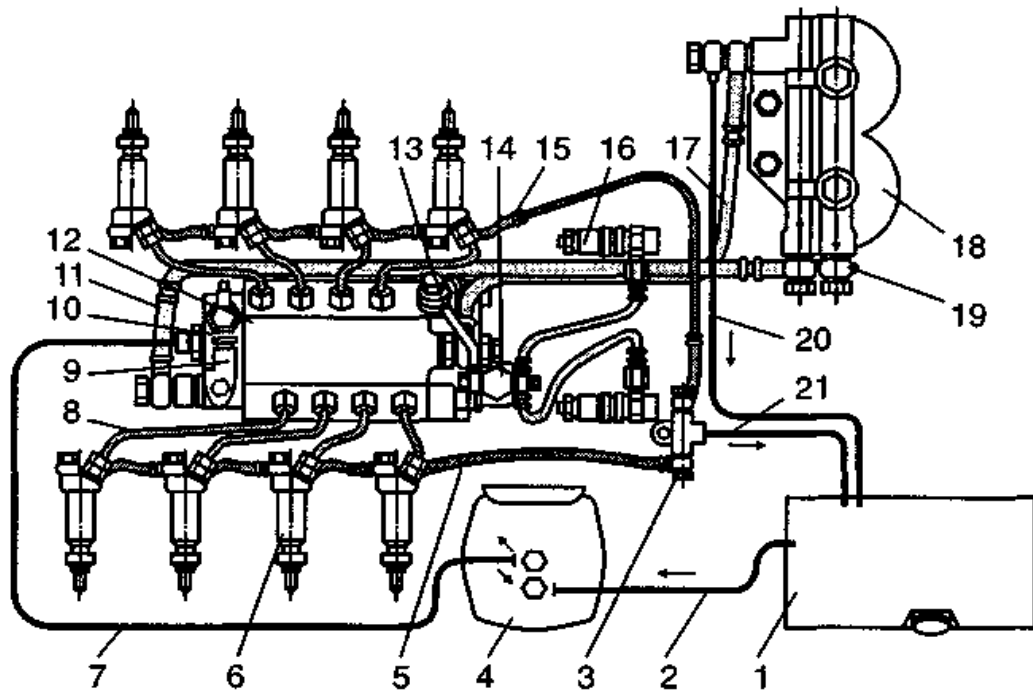
Загальна схема систем живлення дизеля наведена на рисунку 1.1.

За допомогою підкачувального насоса 10, через фільтри грубої 4 і тонкої 18 очистки паливо подається до насосу високого тиску 12. Відповідно до порядку роботи циліндрів, під високим тиском паливо надходить від насоса до форсунок 6 по паливопроводах 8 високого тиску. Форсунки, що розташовані в головці (головках) циліндрів, впорскують паливо у камери згоряння, добре розпилюючи його і перемішуючи з повітрям.

Частина палива, що просочилось через зазор між корпусами розпилювачів і голками форсунок, зливається у бак через дренажні паливопроводи 5, 15 і 21.

Паливний бак вантажного автомобіля, як правило обладнаний висувною горловиною із сітчастим фільтром. Горловина закривається герметичною кришкою В нижній частині бака є крани для зливання відстою. Рівень палива контролюється за показчиком, сигнали до якого надходять від реостатного датчика, розташованого в баку.

Фільтр грубої очистки (відстійник), який попередньо очищає паливо, встановлено з лівого боку автомобіля на рамі. Фільтр (дивись рис. 1.2) складається з корпусу 7, стакану 2, фільтрувальної сітки 4, заспокоювача 3 й відбивача 5. Для ущільнення між корпусом і стаканом ставиться кільце. Знизу в стакані 2 є зливальна пробка 1. Великі сторонні частинки й вода збираються в нижній частині стакану. З верхньої частини паливо крізь фільтрувальну сітку 4 подається відвідним штуцером до паливопідкачувального насоса.



**Рисунок 1.1 - Схема систем живлення дизельного автотракторного ДВЗ:**

1 - паливний бак; 2, 5, 7, 8, 11, 13, 15, 17, 19—21 - паливопроводи; 3 - трійник; 4, 18 - фільтри відповідно грубої й тонкої очистки палива; 6 - форсунка; 9 - ручний підкачувальний насос; 10 - паливопідкачувальний насос; 12 - паливний насос високого тиску; 14 - електромагнітний клапан; 16 - факельна свічка.

Фільтр тонкої очистки (дивись рис. 1.3) остаточно очищає паливо перед його надходженням у насос високого тиску. Його встановлено в найвищій точці системи живлення для збирання й відведення в бак крізь спеціальний клапан-жиклер 10 повітря, що потрапило до системи разом із частиною палива. Фільтр автомобіля КамАЗ складається з двох секцій, що мають спільний корпус 1. До кожної секції входить ковпак 6 із привареним до нього стержнем 9 і паперовий фільтрувальний елемент 5. Знизу в стержень вкручено зливальну пробку 8. Ковпаки з'єднано з корпусом болтами 2 й ущільнено шайбами 3. У фільтрі є зливальний клапан, відрегульований на тиск 0,15 МПа. Клапан регулюється добиранням регулювальних шайб, розташованих усередині клапана. Розняття фільтра ущільнено прокладками.

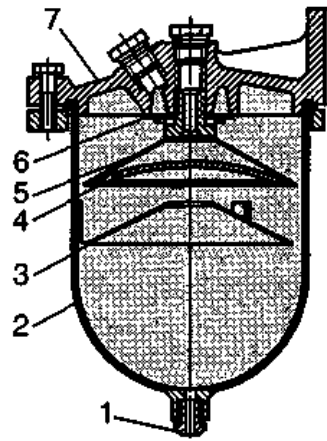


Рисунок 1.2 - Фільтр грубої очистки палива:

1 - зливальна пробка; 2 - стакан; 3 - заспокоювач; 4 - фільтрувальна сітка; 5 - відбивач; 6 - розподільник; 7 - корпус.

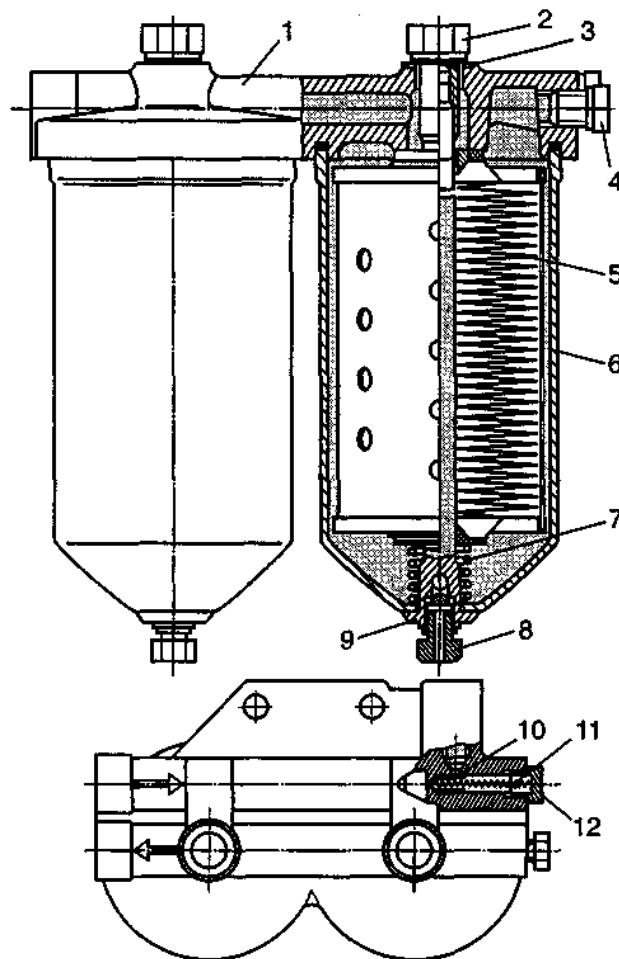


Рисунок 1.3 - Фільтр тонкої очистки палива:

1 - корпус; 2 - болт; 3 - ущільнювальна шайба; 4, 8 - пробки; 5 - фільтрувальний елемент; 6 - ковпак; 7, 11 - пружини; 9 - стержень; 10 - клапан-жиклер; 12 - пробка клапана.

Атмосферне повітря треба очистити від пилу, щоб зменшити спрацьовування

тертьових поверхонь деталей, і рівномірно розподілити за циліндрами.

Повітря крізь сітки ковпака 5 (дивись рис. 1.4) надходить у трубу 4 повітрозабірника, а потім — у повітряний фільтр. Проходячи інерційну решітку 3 й різко змінюючи напрям свого руху, повітря спочатку звільняється від великих частинок пилу, які під дією сил інерції й розрідження викидаються в атмосферу ежектором 6. Потім дрібніші частинки пилу затримуються в картонному фільтрувальному елементі 2. Очищене повітря трубопроводами надходить у циліндри 7 дизеля.

Повітряний фільтр автомобіля КамАЗ обладнано змінним картонним елементом (дивись рис. 1.5.). Усередині корпусу 3 розміщується інерційна решітка та пилезбірна порожнина, що сполучається з патрубками відсмоктування пилу. До патрубка 8 приєднано трубку, що веде до ежектора, встановленого у вихідній трубі глушника. Для контролю за роботою повітряного фільтра на лівому впускному трубопроводі встановлено індикатор запиленості.

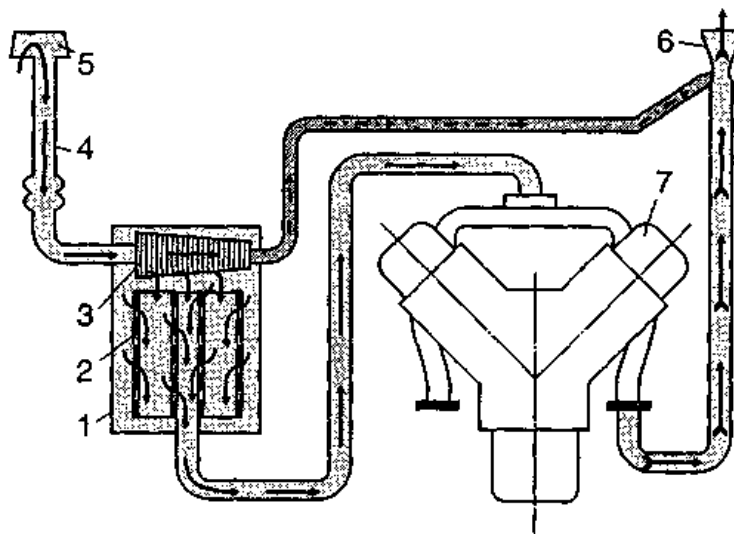


Рисунок 1.4 - Схема системи фільтрування повітря дизелів КамАЗ:

1- корпус повітряного фільтра; 2 - картонний фільтрувальний елемент; 3 - інерційна решітка; 4 - труба повітрозабірника; 5 - ковпак; 6 - ежектор; 7 - циліндр.

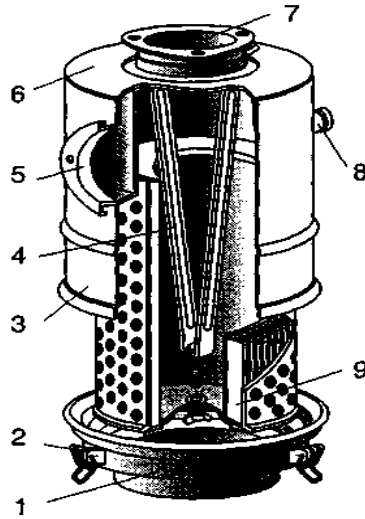


Рисунок 1.5 - Повітряний фільтр:

1 - кришка; 2 - серга кріплення кришки; 3 - корпус; 4 - кронштейн кріплення фільтрувального елемента; 5, 7 - відповідно вхідний і вихідний патрубки; 6 - верхня кришка; 8 - патрубок відсмоктування пилю; 9 - фільтрувальний елемент.

## 1.2 Призначення, основи конструкції і робота паливних насосів

Паливопідкачувальні насоси призначені для подавання палива до насоса високого тиску в потрібній кількості й підтримання перед ним достатнього тиску.

Паливопідкачувальний насос поршневого типу дизеля КамАЗ (дивись рис. 1.6) установлюється на задній кришці регулятора частоти обертання й приводиться в дію від ексцентрика кулачкового валика насоса високого тиску. Коли штовхач 7 опускається, поршень 1 під дією пружини 5 рухається вниз, створюючи розрідження в порожнині А. Впускний клапан 4, стискаючи пружину 3, піднімається й пропускає паливо в цю порожнину. Водночас із порожнини Б паливо витісняється в нагнітальну лінію (клапан 9 закритий). Під час руху поршня 1 вгору паливо з порожнини А крізь нагнітальний клапан 9 надходить у порожнину В (впускний клапан 4 закритий).

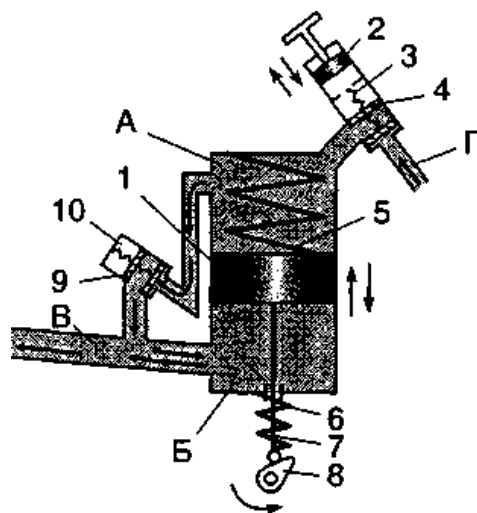


Рисунок 1.6 - Схема роботи підкачувальних насосів:

А, Б - порожнини; В - вихід палива до насоса високого тиску; Г - вхід палива від фільтра грубої очистки; 1 - поршень паливопідкачувального насоса; 2 - поршень ручного підкачувального насоса; 3, 5, 6, 10 - пружини; 4,9 - відповідно впускний і нагнітальний клапани; 7— штовхач; 8 - ексцентрик

Для заповнення системи паливом і видалення з неї повітря на є два ручних підкачувальних насоси: один закріплено до фланця паливопідкачувального насоса, а другий установлено на кронштейні на корпусі зчеплення з правого боку автомобіля. Обидва насоси аналогічні за будовою. Для прокачування палива рукоятку з поршнем 2 приводять у рух від руки вгору — вниз.

ПНВТ призначений для дозування палива і подачі його під високим тиском до форсунок згідно з порядком роботи циліндрів двигуна.

На сучасних двигунах застосовують ПНВТ двох типів: рядні (багатосекційні), в яких кожна секція обслуговує свій циліндр, і розподільні (односекційні), у яких єдина секція дозує паливо і подає його під високим тиском, розподіляючи між усіма циліндрами (або між групами циліндрів), відповідно до порядку роботи двигуна.

Паливний насос двигуна КамАЗ - 740 (рядний, V-подібний) складається з восьми однакових секцій відповідно до кількості циліндрів двигуна.

Під дією кулачка вала й пружини 5 плунжер 6 здійснює зворотно поступальний рух (дивись рис.1.7).



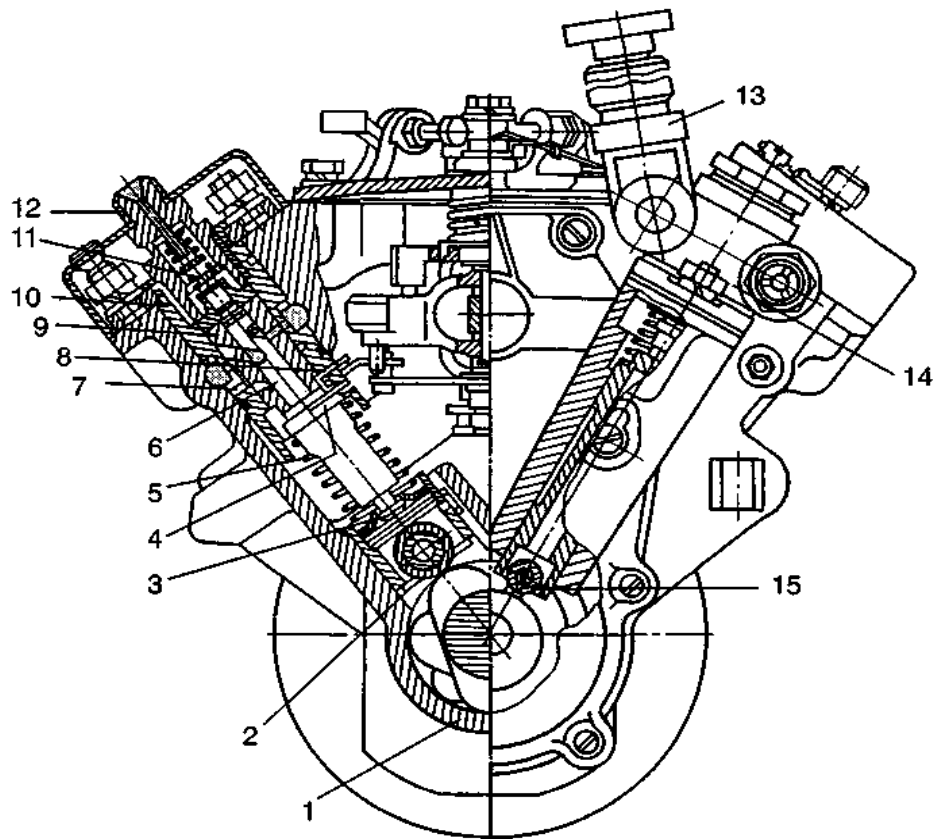


Рисунок 1.7 - Паливний насос високого тиску:

1 - корпус; 2 - ролик штовхана; 3 - тарілка пружини штовхача; 4 - поворотна втулка; 5 - пружина штовхача; 6 - плунжер; 7 - установочний штифт; 8 - рейка; 9 - втулка плунжера; 10 - корпус секції; 11 - нагнітальний клапан; 12 -штуцер; 13 - ручний підкачувальний насос; 14 - корпус паливопідкачувального насоса; 15 - ролик штовхача паливопідкачувального насоса.

Під час руху плунжера вниз (під дією пружини) в порожнині втулки виникає розрідження, й коли відкривається впускне вікно 2, порожнина заповнюється паливом (дивись рис.1.8, а).

Під час руху плунжера вгору (під дією кулачка) в надплунжерному просторі різко підвищується тиск (впускне вікно перекрите), й паливо крізь нагнітальний клапан 4, що відкрився, подається в паливопровід високого тиску (рис. 1.8, б). При цьому мінімальний зазор між втулкою і плунжером становить приблизно 1мкм; тиск подачі палива досягає 20 МПА. Коли скісна кромка 5 плунжера відкриває відсічне вікно 1, тиск палива у втулці плунжера різко знизиться, нагнітальний клапан 4 під дією пружини швидко закривається, й подача палива припиниться. Оскільки в цей момент плунжер ще рухається вгору, то паливо, яке витискається ним, крізь осьову 3 й радіальну

просвердлину в плунжер перетікає у відсічне вікно 1, минаючи виточку на плунжері (рис. 1.8, в).

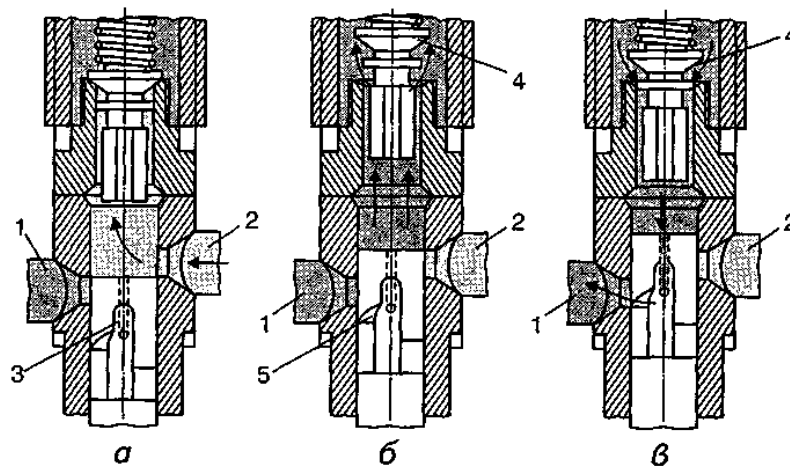


Рисунок 1.8 - Схема роботи секції паливного насоса високого тиску:

а-всмоктування палива; б-подавання палива; в - кінець подавання; 1, 2- відповідно відсічне й впускне вікна; 3-осьова просвердлина в плунжері; 4- нагнітальний клапан; 5-скісна кромка плунжера

Кількість палива, що подається секцією паливного насоса високого тиску до форсунки, регулюється повертанням плунжера за допомогою зубчастої рейки 8 (дивись рис. 1.7), втулки 4 та повідка, що зв'язує їх. Обидві зубчасті рейки переміщуються вздовж корпусу насоса під дією педалі керування подачею палива або регулятора частоти обертання колінчастого вала.

Залежно від кута повороту плунжера змінюється відстань, яку він проходить від моменту перекриття впускного вікна 2 до моменту відкриття скісною кромкою 5 відсічного вікна 1 (дивись рис. 1.8, в). У результаті змінюється тривалість впорскування, а отже порція палива, що подається в циліндр.

Для зупинки двигуна треба перекрити подачу палива. Для цього плунжер установлюють рейкою в таке положення, щоб радіальна просвердлина в ньому виявилась повернутою до відсічного вікна. Коли плунжер переміщатиметься вгору, все паливо з надплунжерного простору просвердлиною 3 й виточкою на плунжері перетікатиме до вікна 1, а потім у паливний бак; у циліндр паливо не подається.

ПНВТ, що випускаються різними фірмами, за конструкцією досить

різноманітні, хоча принцип дії їх робочих секцій залишається, в основному аналогічний.

Правильне взаємне розташування приводних коліс при складанні контролюють за допомогою установочних міток.

Одноплунжерні ПНВТ розподільного типу набувають більшого поширення. Такі насоси уніфіковані для 2, 4, 6 і 12 циліндрових двигунів.

Нижній кінець плунжера в такому насосі квадратний, що забезпечує його зачеплення й сумісне обертання з втулкою завдяки приводу від зубчастого колеса, що знаходиться на ексцентриковому валу.

Положення плунжера має бути узгоджене з положенням кулачкового вала (згідно міток).

Через кожних  $120^\circ$  повороту (залежить від кількості циліндрів, що обслуговуються секцією  $360/3=120^\circ$  - при кількості циліндрів 3) кулачкового вала насоса процес подачі палива повторюється, але воно надходить у наступний за напрямом обертання плунжера розподільний канал втулки і подається до форсунки наступного, згідно з порядком роботи двигуна циліндра.

Єдина плунжерна пара насоса розподільного типу обслуговує одночасно кілька циліндрів, отже перевагою є те, що немає потреби у регулюванні рівномірності подачі палива до окремих циліндрів. Такі насоси більш компактні і меншої маси.

Недоліками односекційних насосів є швидке спрацювання плунжерної пари і втрати потрібної щільності через складну кінематику і більш високу частоту роботи плунжера.

Контактні поверхні втулки, плунжера і дозатора ретельно оброблені та індивідуально підігнані одна до одної. Ці деталі становлять невзаємозамінні прицевійні пари.

### **1.3 Призначення, основи конструкції і робота основних складових системи живлення дизелів**

Форсунки призначаються для впорскування і розпилювання палива.

Паливопроводом високого тиску паливо надходить у штуцер (8) і пройшовши крізь фільтр (9) просвердлинами в корпусах форсунки (6) і розпилювача (1) потрапляє в порожнину голки (14). Коли плунжер секції насоса створить достатній тиск, він, діючи на голку знизу вгору долає зусилля пружини (13) і відштовхує голку, після чого впорскується паливо через отвори в розпилювачі під тиском  $17,5 \pm 0,5$  МПа. При відсіченні подачі палива в насосі тиск його у форсунці знижується, голка опускається припиняючи вихід палива з розпилювача (дивись рис. 1.9).

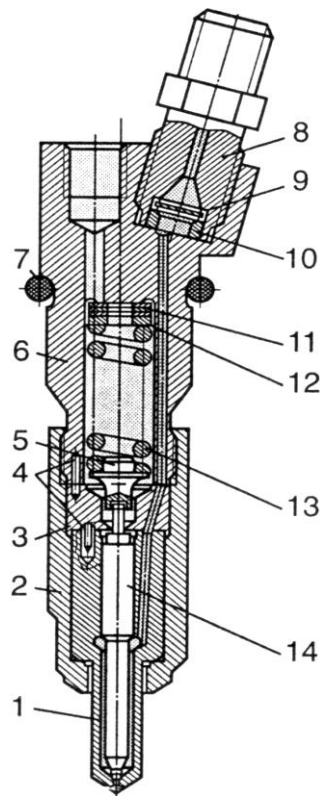


Рисунок 1.9 - Форсунка:

1 - корпус розпилювача; 2 - гайка розпилювача; 3 - проставка; 4 -установочні штифти; 5 - штанга; 6-корпус форсунки; 7 - ущільнювальне кільце; 8 - штуцер; 9 - фільтр; 10 - ущільнювальна втулка; 11, 12 -регулювальні шайби; 13 - пружина; 14 - голка розпилювача.

Паливо, що просочилось між голкою та корпусом розпилювача відводиться з форсунки каналами у дренажні паливопроводи.

Для кожної моделі двигуна завод-виготвляч рекомендує кут випередження впорскування, який є оптимальним лише для номінальної

частоти обертання колінчастого вала.

З метою підвищення паливної економності двигунів на різних режимах роботи, а також для полегшення їх запуску в конструкції сучасних ПНВТ передбачено автоматичну муфту зміни кута випередження впорскування.

Ведена півмуфта 13 (дивись рис. 1.10) кріпиться на конічній поверхні переднього кінця кулачкового валика паливного насоса шпонкою та гайкою, а ведуча півмуфта 1 - на маточині веденої (може повертатись на ній). На ведену півмуфту обертання передається двома тягарцями.

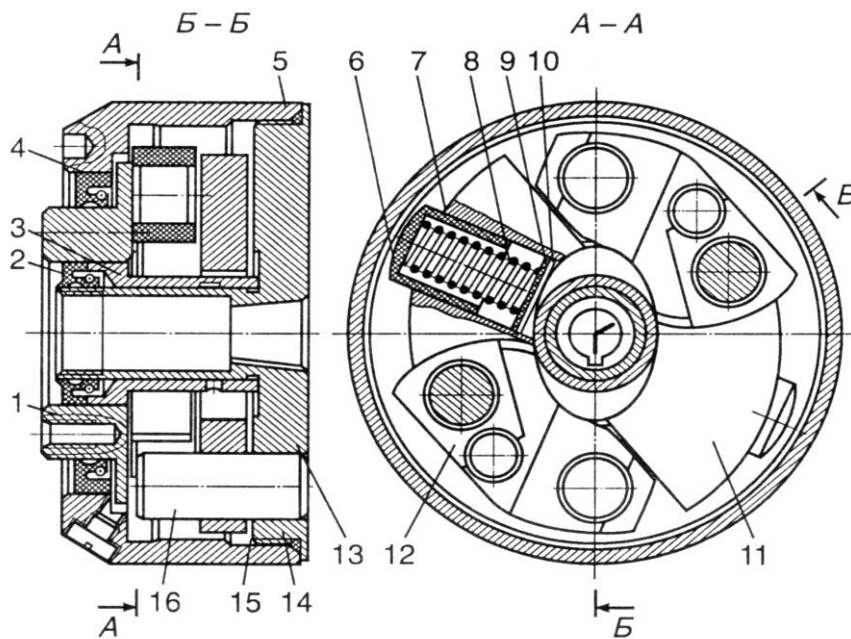


Рисунок 1.10 - Автоматична муфта випередження впорскування палива:

1 - ведуча півмуфта; 2, 4 - сальники; 3 - втулка ведучої півмуфти; 5 - корпус; 6 - регулювальні прокладки; 7 - стакан пружини; 8 - пружина; 9 - шайба; 10 - упорне кільце; 11 - тягарці із пальцем; 12 - проставка; 13 - ведена півмуфта; 14 - ущільнювальне кільце; 15 - шайба; 16 - вісь тягарця

При збільшенні частоти обертання колінчастого вала тягарці під дією відцентрових сил розходяться, в результаті чого ведена півмуфта повертається відносно ведучої в напрямі обертання кулачкового вала, що забезпечує збільшення кута випередження впорскування палива.

При зменшенні частоти обертання колінчастого вала двигуна тягарці під дією пружини сходяться. Ведена півмуфта повертається разом із валом паливного насоса у бік, протилежний напрямку обертання вала насоса, що

зменшує кут випередження впорскування.

Всережимний регулятор частоти обертання автоматично підтримує частоту обертання колінчастого вала зміною (залежно від навантаження) кількості впорскування в циліндр палива.

Під час роботи двигуна з частотою обертання колінчастого вала, що відповідає даному положенню педалі керування подачею палива, відцентрові сили тягарців регулятора зрівноважені зусиллям пружини.

Якщо навантаження на двигун зменшиться (наприклад, автомобіль поїде на спуск), то частота обертання колінчастого вала почне зростати, тягарці регулятора долаючи опір пружини, трохи розійдуться й перемістять рейку паливного насоса – подача палива зменшиться, що не дасть змогу істотно збільшити частоту обертання вала. В разі зниження частоти обертання вала відносно тієї, що відповідає положенню педалі керування подачею палива, відцентрова сила тягарців зменшиться й регулятор під дією сили пружини перемістить рейку в зворотному напрямі – подача палива збільшиться.

Для збільшення літрової потужності дизелів у деяких із них застосовують так зване наддування, тобто подачу в циліндри повітря на такті впускання під тиском, що створюється нагнітачем (компресором). При цьому кількість повітря, яке надходить у циліндри, збільшується, що дає змогу спалювати в них більше палива й таким чином підвищувати потужність дизеля.

На автомобільних дизелях найчастіше застосовують газотурбінне наддування (дивись рис. 1.11). Тиск повітря підвищується у відцентровому компресорі 6, робоче колесо якого приводиться в обертання турбіною 5, що використовує енергію потоку відпрацьованих газів до надходження їх у глушник.

Колеса компресора й турбіни, встановлені на спільному валу, обертаються з однаковою частотою. Цей агрегат називається турбокомпресором. На V-подібному дизелі встановлюють один або два турбокомпресори; в останньому випадку кожен турбокомпресор обслуговує свій ряд циліндрів. Щоб тиск наддування не перевищував допустимого значення (0,2 МПа), використовують перепускний клапан 4, який при досягненні потрібного тиску наддування (він діє на мембрану 2) відкривається й перепускає частину відпрацьованих газів повз турбіну 5. Іноді для

зменшення температури повітря після компресора його пропускають через ХОЛОДИЛЬНИК.

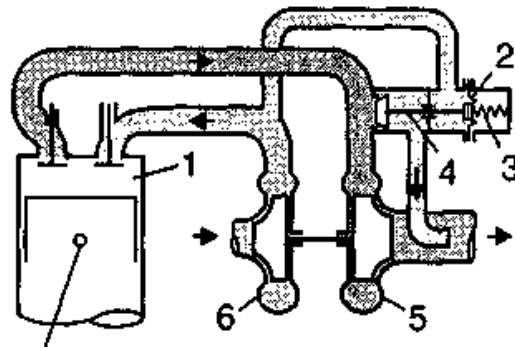


Рисунок 1.11 - Схема турбонаддування з перепуском газів, минаючи турбіну:  
1 - циліндр; 2 - мембрана; 3 - пружина; 4 - перепускний клапан; 5 - турбіна; 6 - компресор

Газотурбінне наддування дає змогу збільшити літрову потужність дизеля до 15...18 кВт/л, тобто на 20...40%, і застосовується для автомобільних

#### 1.4 Типи паливних насосів високого тиску (ПНВТ)

Паливний насос високого тиску є одним з основних конструктивних елементів системи уприскування дизельного двигуна. ПНВТ виконує, як правило, дві основні функції: нагнітання під тиском певної кількості палива; регулювання необхідного моменту початку впорскування.

З появою акумуляторних систем уприскування функція регулювання моменту уприскування покладено на керовані електронікою форсунки.

Основу паливного насоса високого тиску складає плунжерні пара, яка об'єднує поршень (він же плунжер) і циліндр (він же втулка) невеликого розміру.

Плунжерная пара виготовляється з високоякісної сталі з високою точністю. Між плунжером і втулкою забезпечується мінімальний зазор - точні сполучення.

Залежно від конструкції розрізняють наступні види ПНВТ: рядний, розподільний і магістральний. У рядному насосі нагнітання палива в циліндр

проводиться окремою плунжерній парою.

Розподільчий насос має один або кілька плунжерів, які забезпечують нагнітання і розподіл палива по всіх циліндрах. Магістральні насоси здійснюють тільки нагнітання палива в акумулятор.

Паливний насос використовується також в системі безпосереднього уприскування бензинового двигуна, але його робочий тиск на порядок нижчий від аналогічної характеристики дизельного насоса.

Провідними виробниками паливних насосів є, в основному, зарубіжні фірми: Bosch, Lucas, Delphi, Denso, Zexel.

Рядний ПНВТ.

Рядний насос має плунжерні пари по числу циліндрів. Плунжерні пари встановлені в корпусі насоса, в якому виконані канали для підведення і відведення палива.

Рух плунжера здійснюється від кулачкового вала, який в свою чергу має привід від колінчастого вала двигуна. Плунжери постійно притискаються до кулачкам за допомогою пружин.

При обертанні кулачкового валу кулачок набігає на штовхач плунжера. Плунжер рухається вгору по втулці, при цьому послідовно закриваються випускний і впускний отвір.

Створюється тиск, при якому відкривається нагнітальний клапан, і паливо по паливопроводу надходить до відповідної форсунки.

Регулювання кількості палива, що подається і моменту його подачі може здійснюватися механічним шляхом або за допомогою електроніки.

Механічне регулювання кількості палива здійснюється поворотом плунжера у втулці.

Для повороту на плунжері виконана шестерня, яка з'єднана з зубчастої рейкою. Рейка пов'язана з педаллю газу.

Верхня кромка плунжера має похилу поверхню, тому при повороті відсічення палива і відповідно його кількість буде змінюватися.

Зміна моменту початку подачі палива потрібна при зміні частоти обертання колінчастого вала двигуна.



Механічне регулювання моменту подачі палива проводиться за допомогою відцентрової муфти, розташованої на кулачковому валу.

Усередині муфти знаходяться важки, які при збільшенні оборотів двигуна розходяться під дією відцентрових сил і повертають кулачковий вал щодо приводу.

При збільшенні оборотів двигуна забезпечується раннє уприскування палива, при зменшенні - пізнє.

Конструкція рядних паливних насосів забезпечує високу надійність. Агрегати змащуються моторним маслом системи змащення двигуна, тому можуть працювати на паливі низької якості.

Рядні паливні насоси високого тиску застосовуються на двигунах з роздільними камерами згоряння і безпосереднім уприскуванням середніх і важких вантажних автомобілів.

Розподільчий ПНВТ.

Розподільні паливні насоси, на відміну від рядного, мають один або два плунжера, які обслуговують все циліндри двигуна.

Розподільні насоси мають меншу масу і габаритні розміри, а також забезпечують більшу рівномірність подачі. З іншого боку їх відрізняє порівняно низька довговічність сполучених деталей.

Все це визначає область застосування даного обладнання, в основному, на двигунах легкових автомобілів.

Конструкції розподільних ПНВТ можуть мати різний привід плунжера:

- торцевий кулачковий привід (насоси Bosch VE);
- внутрішній кулачковий привід (роторні паливні насоси Bosch VR, Lucas DPS, Lucas DPS);
- зовнішній кулачковий привід (вітчизняні паливні насоси НД-21, НД-22).

Кращими в плані експлуатації є перші два типи приводу плунжерів, тому що в них відсутні силові навантаження від тиску палива на вузли приводного вала і, відповідно, вища довговічність.

Основним елементом розподільного паливного насоса з торцевим кулачковим приводом плунжера (Bosch VE) є плунжер-розподільник, який

здійснює зворотно-поступальний і обертальний рух, забезпечуючи нагнітання і розподіл палива по циліндрах.

Зворотно-поступальний рух плунжера відбувається при обертанні кулачкової шайби, яка оббігає нерухоме кільце по роликам.

Шайба натискає на плунжер, за рахунок чого створюється тиск палива. У вихідне положення плунжер повертається за допомогою пружини.

Обертання плунжера проводиться від привідного вала. При цьому відбувається розподіл палива по циліндрах.

Регулювання величини подачі палива здійснюється автоматично за допомогою механічного або електронного пристроїв.

Механічний регулятор включає відцентрову муфту з вантажами, яка через систему важелів впливає на дозатор, що змінює величину подачі палива. Електронний регулятор являє собою електромагнітний клапан.

Регулювання величини випередження впорскування палива в розподільному насосі проводиться шляхом повороту нерухомого кільця на певний кут.

Робочий процес розподільного насоса включає впуск палива в надплунжерний простір, нагнітання і розподіл у відповідні циліндри.

Пристрій розподільного насоса ПНВТ роторного типу.

У розподільному насосі роторного типу нагнітання і розподіл палива по циліндрах здійснюються різними пристроями плунжером і розподільної головкою.

Нагнітання палива проводиться за допомогою двох протилежних плунжерів, розташованих на розподільному валу.

Плунжери через ролики оббігає профіль кулачковою обойми і здійснюють зворотно-поступальний рух.

При русі плунжера назустріч один одному відбувається зростання тиску палива, після чого паливо по каналах розподільної головки і нагнітальним клапанів доставляється до форсунок відповідних циліндрів.

Паливо до плунжеру (плунжера) подається під невеликим тиском, яке створює паливопідкачуючий насос.

У розподільних насосах паливо підкачувальний насос встановлений на приводному валу в корпусі насоса.

Конструктивно це може бути роторно-лопатевий насос, шестеренчастий насос із зовнішнім або внутрішнім зачепленням.

Мастило розподільного паливного насоса високого тиску проводиться дизпаливом, яке заповнює його корпус.

Магістральний ПНВТ.

Магістральний паливний насос високого тиску використовується в акумуляторної системі уприскування палива Common Rail, де він виконує функцію нагнітання палива в паливну рампу.

Магістральні насоси забезпечують більш високий тиск палива (в сучасних системах уприскування близько 180 МПа і більше).

Конструктивно він може мати один, два або три плунжера. Привід плунжерів здійснюється за допомогою кулачкового вала або кулачкової шайби.

При обертанні кулачкового вала (ексцентрика кулачковою шайби) під дією поворотної пружини плунжер рухається вниз.

Збільшується обсяг компресійної камери і зменшується тиск в ній. Під дією розрядження відкривається впускний клапан, і паливо надходить в камеру.

Рух плунжера вгору супроводжується зростанням тиску в камері, впускний клапан закривається.

При певному тиску відкривається випускний клапан і паливо подається в рампу.

Управління подачею палива проводиться в залежності від потреби двигуна за допомогою клапана дозування палива. У нормальному положенні клапан відкритий.

За сигналом електронного блоку управління клапан закривається на певну величину, тим самим регулюється кількість палива, яка надходить в компресійну камеру.

## 1.5 Типи форсунок і їх характеристики

Форсунка (або інжектор), будучи конструктивним елементом системи упорскування, призначена для дозованої подачі палива, його розпилення в камері згоряння (впускному колекторі) і утворення паливно-повітряної суміші.

Форсунка використовується в системах упорскування як бензинових, так і дизельних двигунів. На сучасних двигунах встановлюються форсунки з електронним управлінням вприскування.

Залежно від способу здійснення вприскування розрізняють наступні види форсунок: електромагнітна, електрогідравлічна і п'єзоелектричний.

### Електромагнітна форсунка

Електромагнітна форсунка встановлюється, як правило, на бензинових двигунах, в т.ч. обладнаних системою безпосереднього вприскування. Форсунка має досить простий пристрій, що включає електромагнітний клапан з голкою і сопло. Її робота здійснюється наступним чином. Відповідно до закладеного алгоритму електронний блок управління забезпечує в потрібний момент подачу напруги на обмотку збудження клапана.

При цьому створюється електромагнітне поле, яке долаючи зусилля пружини, втягує якір з голкою і звільняє сопло. Проводиться вприскування палива. Зі зникненням напруги, пружина повертає голку форсунки на сідло.

Електрогідравлічна форсунка bosch (рис. 1.12).

Електрогідравлічна форсунка використовується на дизельних двигунах, в т.ч. обладнаних системою вприскування Common Rail. Конструкція даної моделі об'єднує електромагнітний клапан, камеру управління, впускний і зливний дроселі.

Принцип роботи електрогідравлічної форсунки bosch заснований на використанні тиску палива, як при вприскуванні, так і при його припиненні.

У вихідному положенні електромагнітний клапан знеструмлений і закритий, голка форсунки притиснута до сідла силою тиску палива на поршень в камері управління.

Впорскування палива не відбувається. При цьому тиск палива на голку

через різниці площ контакту менше тиску на поршень.

За командою електронного блоку управління спрацьовує електромагнітний клапан, відкриваючи зливний дросель. Паливо з камери управління впливає через дросель в зливну магістраль.

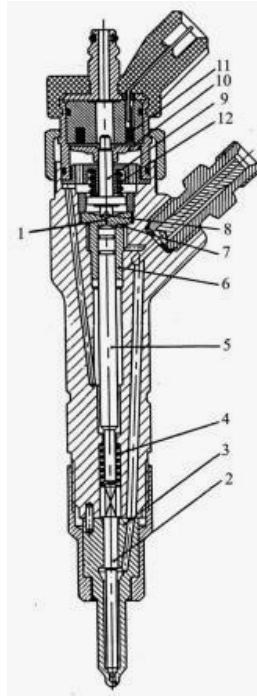


Рисунок 1.12 - Будова і компоненти електрогідравлічної форсунки Бош:

1 - відвідний дросель; 2 - голка; 3 - розпилювач; 4 - пружина замикання голки; 5 - поршень керуючого клапана; 6 - втулка поршня; 7 - підвідний дросель; 8 - кульковий керуючий клапан; 9 - шток; 10 - ярі; 11 - електромагніт; 12 - пружина клапана

При цьому впускний дросель перешкоджає швидкому вирівнюванню тиску в камері управління і впускній магістралі. Тиск на поршень знижується, а тиск палива на голку не змінюється, під дією якого голка піднімається і відбувається впорскування палива.

Загальний вигляд форсунки системи Бош Комон Рейл показаний на рисунку 1.12. Форсунка складається з: електромагніту, яроря електромагніта, маленького кулькового керуючого клапана, запірної голки, розпилювача, поршня керуючого клапана і підпружиненого штока.

Шарик клапана притискається до сідла із зусиллям пружини і електромагніту. Сила пружини розрахована на тиск до  $100 \text{ кг/см}^2$ , що значно нижче тиску в лінії високого тиску ( $250 \dots 1800 \text{ кг/см}^2$ ), тому тільки при додатку

зусилля електромагніта кульковий клапан не відійде від сідла, відокремлюючи акумулятор від лінії зливу.

Голка розпилювача форсунки в неробочому стані притискається до сідла пружиною розпилювача - це запобігає потраплянню повітря в форсунку при пуску двигуна.

На відміну від бензинових електромеханічних форсунок, в форсунках Common Rail електромагніт при тиску 1350-1800 кгс/см<sup>2</sup> не в змозі підняти запірну голку, тому використовується принцип гідропідсилення.

Принцип дії електрогідравлічною форсунки bosch.

При створенні тиску в акумуляторі, він діє як на конусну поверхню голки, так і на поршень керуючого клапана 5. Оскільки площа робочої поверхні поршня на 50% більше площі конусної поверхні голки, голка розпилювача продовжує притискатися до сідла.

При подачі напруги від блоку управління на електромагніт 11, шток 9 якоря штока піднімається і відкривається кульковий керуючий клапан 8.

Тиск в камері управління 7 падає в результаті відкриття дросельного отвору і паливо пропускається із зони над поршнем керуючого клапана в зону зливу.

Тиск на поршень керуючого клапана падає, так як відкривається дросельний отвір керуючого клапана, що має менший перетин, ніж відвідний.

Запірна голка 2 при цьому під дією високого тиску в кишені розпилювача 3 відкривається. Кількість палива, що подається залежить від часу подачі напруги в електромагніт 11, а значить від часу відкриття кулькового керуючого клапана 8. При припиненні подачі напруги на електромагніт 11, якір під дією пружини опускається вниз, при цьому кульковий керуючий клапан закривається, тиск у камері управління відновлюється через спеціальний жиклер.

Під дією тиску палива на поршень керуючого клапана 5, що має діаметр більше діаметру голки, остання закривається.

На вході палива в форсунку Бош встановлений аварійний обмежувач подачі палива. Він запобігає спорожненню акумулятора через форсунку з

завислою голкою або клапаном управління, а також пошкодження відповідного циліндра дизеля.

У ньому використовується принцип виникнення різниці тисків по обидві сторони від клапана 1 при проходженні палива через його жиклери 2. Перетин жиклерів, затягування пружини 3 і діаметр клапана підбрані по максимальній тривалості і витраті, тобто подачі палива.

П'єзоелектрична форсунка (рис. 1.13).

Найдосконалішим пристроєм, що забезпечує уприскування палива, є п'єзоелектрична форсунка (пезофорсунка). Форсунка встановлюється на дизельних двигунах, обладнаних системою впорскування Common Rail.

Перевагами пезофорсунки є швидкість спрацьовування (в 4 рази швидше електромагнітного клапана), і як наслідок можливість багаторазового впорскування палива протягом одного циклу, а також точне дозування палива, що впорскується.

Це стало можливим завдяки використанню п'єзоефекту в управлінні у форсунках, заснованого на зміні довжини пезокристалу під дією напруги. Конструкція п'єзоелектричної форсунки включає п'єзоелемент, штовхач, що перемикає клапан і голку, поміщені в корпусі.

У роботі цієї моделі, також як і електрогідравлічної форсунки, використовується гідравлічний принцип. У вихідному положенні голка посаджена на сідло за рахунок високого тиску палива. При подачі електричного сигналу на п'єзоелемент, збільшується його довжина, яка передає зусилля на поршень штовхача.

Відкривається переключаючий клапан, паливо надходить в зливну магістраль. Тиск вище голки падає. Голка за рахунок тиску в нижній частині піднімається і виробляється впорскування палива.

Кількість палива, що впорскується визначається: тривалістю впливу на п'єзоелемент; тиском палива в паливній рампі.

П'єзоелемент, який є виконавчим елементом форсунки bosch, являє собою паралелепіпед довжиною 30 ... 40 мм, що складається з спечених між собою 300 керамічних пластинок (кристалів), розширюється на 80 мкм всього за 0,1 мс,

чого достатньо щоб впливати на голку форсунки із зусиллям 6300 Н. При цьому для управління п'єзоелементом використовують напругу бортової мережі автомобіля.

П'єзоелемент.

Для посилення п'єзоефекту в кераміку додають паладій і цирконій. П'єзоелемент споживає енергію тільки при подачі напруги і регенерує її при виключенні напруги, таким чином, будучи регенератором енергії.

Використання пезоелемента, крім швидкості спрацьовування, забезпечує більшу силу відкриття клапана скидання тиску над голкою форсунки і високу точність ходу для швидкого скидання тиску подачі палива.

Основними складовими форсунки є модуль виконавчого елемента, що складається з п'єзоелектричного елемента і його складових, модуль плунжера, що складається з поршнів, амортизатора тиску і пружини, клапан перемикування, голки. Для остаточного очищення палива застосовується спеціальний стрижневий фільтр.

Збільшення довжини модуля виконавчого елемента перетворюється модулем з'єднувача в гідравлічний тиск і переміщення, що впливають на клапан перемикування.

Модуль плунжера діє як гідравлічний циліндр. На нього постійно впливає тиск подачі палива  $10 \text{ кгс} / \text{см}^2$  через редуційний клапан в зворотній магістралі.

Паливо виконує роль амортизатора тиску між плунжером з'єднувача випускного дроселя 8 і плунжером клапана 5 в модулі плунжера. З пустого закритого інжектора (присутнє повітря) повітря видаляється при стартерному пуску двигуна (з частотою обертання валу стартера).

Крім цього, інжектор наповнюється паливом, що подається зануреним в паливному баку насосом, проходить через керований зворотний клапан проти напрямку потоку палива.

Клапан перемикування складається з пластини клапана, плунжера клапана 5, пружини клапана і пластини дроселя 3 (рис. 1.14). Паливо під тиском протікає через впускний дросель 4 в пластині дроселя до голки форсунки і в



камеру над голкою форсунки.

Завдяки цьому відбувається вирівнювання тиску над і під голкою форсунки. Голка форсунки утримується в закритому положенні силою пружини форсунки.

При натиску плунжера клапана 5 відкривається канал випускного дроселя і паливо під тиском витікає через випускний дросель 8 більшого розміру, розташований над голкою форсунки.

Паливо під тиском піднімає голку форсунки, в результаті чого відбувається вприскування. Завдяки швидким командам на перемикання п'єзоелектричного елемента за один робочий такт один за одним виробляються кілька вприсків.

Через особливості процесу згоряння, властивих дизельних двигунів з турбонаддувом, для зменшення шуму і зниження викиду оксидів азоту в циліндри двигуна перед уприскуванням основної дози палива подається невелика крапля палива ( $1 \dots 2 \text{ мм}^3$ ) «пілотне вприскування», яка плавно перетікає в розпорошення решті частини палива.

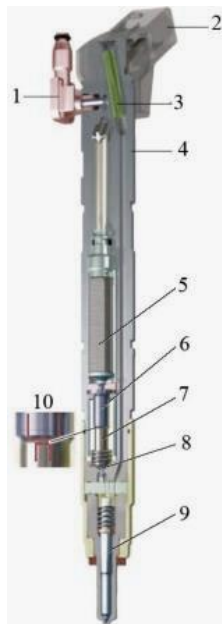


Рисунок 1.13 - Компоненти п'єзоелектрогідравлічної форсунки bosch

1 – патрубок рециркуляції; 2 - електричний роз'єм; 3 - стрижневий фільтр; 4 - корпус форсунки; 5 - п'єзоелектричний елемент; 6 - пов'язаний поршень; 7 - поршень клапана; 8 - клапан перемикання; 9 - голка форсунки; 10 - амортизатор тиску

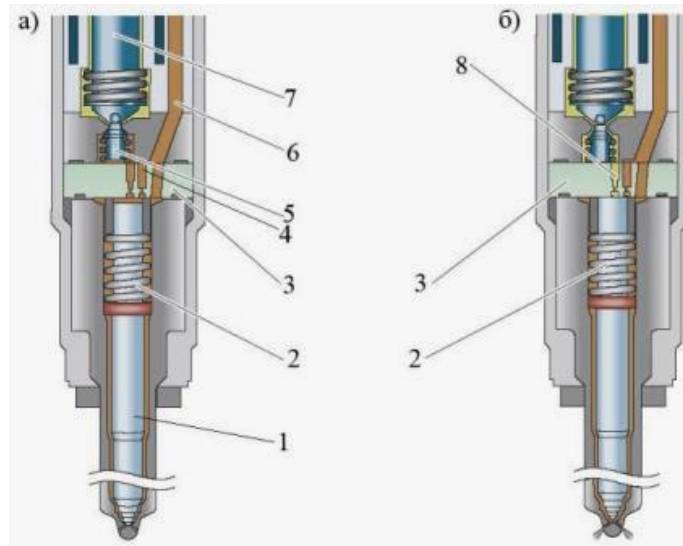


Рисунок 1.14 - Принцип дії пьезофорсунки

1 - голка форсунки; 2 - пружина форсунки; 3 - пластина дроселя; 4 - впускний дросель; 5 - плунжер клапана; 6 - лінія високого тиску; 7 - з'єднувальний елемент; 8 - випускний дросель; а - форсунка закрита; б - форсунка відкрита

Попереднє впорскування дозволяє паливу займатися швидше. Тиск і температура при цьому зростають повільніше ніж при звичайному уприскуванні, що зменшує «жорсткість» роботи двигуна і його шум з одночасним зниженням викидів окислів азоту.

При холодному двигуні і в режимі, наближеному до холостого ходу, відбувається два попередніх уприскування. При збільшенні навантаження попередні уприскування один за одним припиняються, поки при повному навантаженні двигун не перейде в режим основного впорскування. Обидва додаткових уприскування необхідні для регенерації фільтра сажі.

Завдяки тому, що пьезофорсунки мають набагато менший час спрацьовування, ніж традиційні електромагнітні, стало можливим поділ горючої суміші на кілька окремих мікродоз: після багаторазових попередніх упорскувань дуже невеликих кількостей горючої суміші слідує або основне впорскування, або при необхідності декілька так звані «після впорскування».

Час між попередніми уприскуванням і основним впорскуванням становить 100 мс. Обсяг палива, що потрапляє в циліндр в момент кожного попереднього впорскування, становить 1,5 мм<sup>3</sup>. Це робиться для рівномірного розподілу тиску в камері згоряння і, відповідно, зменшення шуму, створюваного в процесі згоряння.

Після впорскування, в свою чергу, служать для зниження токсичності відпрацьованих газів. Якщо в кінці циклу згоряння провести ще одне впорскування в циліндр, то такі частинки згорають краще.

Крім того, в разі, коли у випускній системі встановлено фільтр для уловлювання незгорілих частинок, така технологія за рахунок високої температури сприяє його очищенню. Це особливо актуально для двигунів з великим робочим об'ємом.

Більш того, зараз стало можливим використовувати до семи тактів впорскування замість трьох за один робочий процес. Завдяки цьому з'являються нові можливості для збільшення номінальної потужності двигуна і ще більш точного контролю за складом відпрацьованих газів.

Нове покоління форсунок дозволяє регулювати не тільки кількість уприскування по часу і його фази, але і управляти підйомом голки, що дозволяє більш чітко керувати процесом уприскування.

В даний час виробники дизельної паливної апаратури, наприклад фірма Бош, розробила системи Common Rail з тиском уприскування до 2500 кгс/см<sup>2</sup>. У цих системах форсунка відрізняється від традиційної тим, що максимальний тиск створюється не гідроаккумуляторі, а в самій форсунці.

Вона забезпечена мініатюрним гідропідсилювачем тиску і двома електромагнітними клапанами, що дозволяють варіювати момент уприскування і кількість палива в межах одного робочого циклу. Таким чином, тут поєднані нові принципи. Іншим напрямком форсунок Bosch є пристрій в форсунках невеликого напірного резервуара, що скорочує зворотний хід до циклу низького тиску. Це дозволяє збільшити тиск уприскування і ККД системи.

Форсунки з підвищеним тиском уприскування відповідають нормам Євро-6.

## **1.6 Висновки та постановка задач на магістерську роботу**

Звичайно, в результаті розвитку і впровадження у автомобілебудування електронних систем, автомобілі новітніх поколінь оснащені системами на базі

бортових комп'ютерів з потенціалом проведення самотестування. Також необхідно звернути увагу на різноманітні компоновочні варіанти. Принцип роботи систем практично однаковий, а їх відмінність не повинна бути перешкодою в обмеженні ремонтних можливостей.

Метою магістерської роботи є встановлення певних залежностей у робочих характеристиках і розробка технології (в тому числі описового матеріалу), яка б могла бути універсальною, адже відмова клієнту у послугі – відмова заробити додаткові кошти ремонтному підприємству.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 ТП дефектування кулачкового вала паливного насоса високого тиску

Стан деталей і вузлів насоса, які поступили до ремонту необхідно розглядати в взаємозв'язку з відповідною деталлю, яка з нею працює.

Виняток складають деталі, які мають механічні пошкодження, зрив різьби і інших подібних дефектів, які в більшості випадків відновленню не підлягають.

Необхідно також відмітити, що величина гранично допустимих спрацювань в цілому ряді випадків знижена, виходячи з умов глибини шарів хіміко-термічної обробки – цементації, ціанування і т.п.

Всі деталі паливного насоса високого тиску працюють в складних умовах. В процесі роботи деталі паливного насоса попадають під вплив сил інерції рухомих мас, сил тиску штовхачів від пружин, сил реакцій в сполученнях деталей тертя.

При наявності тріщин і зриву різьби в корпусі насоса, наприклад під штуцер насоса, корпус відновленню не підлягає і замінюється. Допускається відновлення різьби під гвинти кріплення корпуса регулятора, передньої кришки кулачкового вала, гвинта фіксатора рейки насоса і проміжної опори кулачкового вала, а також під установочні гвинти втулок плунжера в тому випадку, якщо дозволяє розташування до краю поверхні.

Кулачковий вал не повинен мати зриву різьби, а на поверхні профілю кулачка – слідів викришування, тріщин і задирів. Гранично допустиме спрацювання по поверхні профілю не повинна перевищувати 0,1 мм.

Особливо ретельно потрібно перевіряти нагнітальні клапани. Як показав аналіз, спрацювання нагнітальних клапанів проявляються в втраті герметичності по ущільнюючому конусу, який можливо відновлювати в умовах майстерні по ремонту паливної апаратури і в збільшенні зазору по розвантажуючому пояску в результаті спрацювання.

В результаті дефектування деталей складається відомість дефектів, яка є

основним документом для подальшого проведення ремонтних робіт, відновлювальних операцій, для визначення потреби в запасних частинах, ремонтних матеріалах, які в основному визначають собівартість ремонту машини в цілому.

Після проведення дефектування деталі поділяють на п'ять груп і маркують наступними кольорами:

- придатні - зеленим;
- придатні в sprzęженні з новими або відновлені до номінальних розмірів - жовтим;
- деталі, що підлягають ремонту на даному підприємстві - білим;
- деталі, що підлягають ремонту на спеціалізованих підприємствах - синім;
- непридатні - червоним.

Для зменшення трудомісткості процесу дефектування необхідно придержуватися тій послідовності контролю, яка вказана в технологічних картах, де спочатку приводяться дефекти, які найбільш часто зустрічаються.

Дефектування деталей виконують на спеціально обладнаному робочому місці. Під час проведення контролю та дефектування забороняється бракувати деталі, зноси яких не перевищують допустимі.

Технологічний процес дефектування кулачкового вала ПНВТ представлений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - ТП дефектування кулачкового вала ПНВТ

Найменування операцій	Спосіб дефектування та інструмент	Розмір, мм		Висновок
		номінальний	допустимий для ремонту	
1. Викришування цементованого шару на кулачках	Візуальний огляд	не допускається викришування більше 10 % поверхні кулачків		Ремонтувати
2. Тріщини або обломи	Магнітний дефектоскоп	не допускається		Бракувати

3. Погнутість вала	Призма Д-1-2 ГОСТ 5641-88 Індикатор ИЧ 10 кл.1 ГОСТ 577-83 на штативі	Радіальне биття основного кола кулачків відносно поверхні під підшипник не більше 0,03      0,05		Ремонту- вати
4. Спрацювання опорних шийок під підшипники	Скоба 19,99 ГОСТ 18361-83	$\varnothing$ 20 <sup>+0,017</sup> <sub>+0,002</sub>	19,99	Ремонту- вати
5. Спрацювання кулачків по висоті	Скоба 41,60 ГОСТ 18361-83	42±0,05	41,60	Ремонту- вати
6. Спрацювання ексцентрика	Скоба 41,60 ГОСТ 18361-83	42 <sub>-0,17</sub>	41,60	Ремонту- вати
7. Спрацювання конусних шийок під муфту випередження впорскування і втулку ведучої шестерні регулятора	Калібр конусний конус 1:5. Калібр 37,3	38±0,2	37,3	Ремонту- вати
8. Спрацювання шпоночного паза	Шаблон 4,0	4 <sup>-0,03</sup> <sub>-0,07</sub>	4,0	Ремонту- вати
9. Спрацювання, або зрив різьби	Зовнішній огляд, калібр- кільце M14×1,5-6g ГОСТ 2016-88	При зриві двох і більше витків бракувати		Ремонту- вати

В процесі експлуатації деталей в них виникають велика кількість різноманітних дефектів. Тому партія однойменних деталей, що підлягають відновленню, може мати різні подібні дефекти, котрі будуть впливати на

черговість виконання окремих операцій, або способу відновлення.

Розробка технології повинна вестись з урахуванням наступних положень:

- кількість маршрутів відновлення кожної деталі повинна бути мінімальною. Велика кількість маршрутів ускладнює організацію виробництва, збільшує обсяг технологічної документації, вимагає розширення складських приміщень, ускладнює планування і облік виробничих ділянок. Тому кількість маршрутів по кожній деталі повинна бути в межах двох-трьох, а для складних деталей не більше п'яти;

- при формуванні маршрутів необхідно враховувати спосіб відновлення, що використовується;

- відновлені деталі на даному маршруті повинні бути економічно обґрунтовані. Якщо витрати на відновлення деталі, віднесені до одиниці її наробітку, будуть менші відповідних питомих витрат на виготовлення деталі, то відновлення деталі на даному маршруті вважається недоцільним.

На основі вищесказаного складаємо маршрути відновлення кулачкового валу і заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Маршрути відновлення кулачкового валу

Номер маршруту	Номер дефекту								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	+	-	+	+	+	+	-	+	-
2	+	-	+	-	+	+	-	-	+
3	-	-	-	+	-	+	+	+	-
4	+	-	-	-	+	-	-	-	+
5	-	-	+	+	-	-	+	+	-

Для розробки технологічного процесу відновлення кулачкового валу вибираємо маршрут № 1, який містить найбільш характерне сполучення дефектів.

## 2.2 Розрахунок і вибір режимів відновлення валу ПНВТ

Не менш відповідальним етапом проектування ТП відновлення деталі є



розрахунок технічних економічно доцільних норм часу виконання операцій. Розрахунок норм часу проводимо відповідно до рекомендацій [4, 5, 6].

Технічну норму часу виконання технологічних операцій визначаємо за формулою

$$T_n = T_o + T_{don} + T_{dod}, \quad (2.1)$$

де  $T_n$  - технічна норма часу виконання операції, хв.;  $T_o$  - основний час, затрачуваний на обробку деталі, хв.;

$T_{don}$  - допоміжний час, витрачений на установку і зняття деталі з верстата, настроювання і керування верстатом;

$T_{dod}$  - додатковий час складається з організаційно-технічного часу обслуговування робочого місця, часу перерв на відпочинок, часу на задоволення природних потреб і може бути визначений за формулою

$$T_{dod} = \frac{T_{on} \cdot K}{100}, \quad (2.2)$$

де  $T_{on}$  - оперативний час який визначається за формулою

$$T_{on} = T_o + T_{don},$$

де  $K$  - відсоток додаткового часу від оперативного.

### **2.3 Розрахунок режимів норм часу виконання технологічних операцій відновлення кулачкового валу ПНВТ**

005 - Дефектувальна. Визначаємо технічний стан кулачкового валу у відповідності до [5,6]. Маємо:

$$T_o = 2,6 \text{ хв. } T_{don} = 0,5 \text{ хв. } T_{on} = 2,6 + 0,5 = 3,1 \text{ хв.}$$

$$T_{dod} = \frac{3,1 \cdot 6}{100} = 0,186 \text{ хв.}$$

Тоді:  $T_n = 3,1 + 0,186 = 3,286$  хв.

010 - Слюсарна. Встановлюємо кулачковий вал на спеціальні призми та правимо його.

Зусилля правки  $Q = 1000$  кг.

$$T_o = 0,2 \text{ хв. } T_{don} = 0,5 \text{ хв. } T_{on} = 0,2 + 0,5 = 0,7 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{доо}} = \frac{\kappa \cdot T_{\text{он}}}{100} = \frac{15 + 0,7}{100} = 0,157 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n = 0,7 + 0,157 = 0,857 \text{ хв.}$$

015 – Шліфувальна. Шліфуємо поверхні кулачків валу по зовнішньому діаметру до видалення гострих кромek на поверхні по ширині 12 мм з шорсткістю  $\sqrt{Ra}$  3,2.

Глибина шліфування  $t = 0,1$  мм.

Частота обертання деталі  $n_{\text{дет}} = 63$  об/хв., круга  $n_k = 2500$  об/хв.

В відповідності з рекомендаціями таблиці 49 [5] – радіальна подача  $S_p = 0,54$  мм/хв.

Тоді основний час з розрахунку на шліфування однієї поверхні складе:

$$T_{\text{ол}} = \frac{t}{S_p} = \frac{0,1}{0,54} = 0,19 \text{ хв.}$$

$$T_o = 4 \cdot 0,19 = 0,76 \text{ хв. } T_{\text{дон}} = 1,3 \quad T_o = 1,3 + 0,76 = 2,06 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{\text{доо}} = \frac{2,06 \cdot 9}{100} = 0,185 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу на виконання шліфувальної операції складе:

$$T_n = 2,06 + 0,185 = 2,24 \text{ хв.}$$

020 - Круглошліфувальна.

Перехід 1. Шліфування опорних поверхонь валу з  $\varnothing 19,9$  мм до  $\varnothing 19,8$  мм на довжині 29 мм з шорсткістю  $\sqrt{Ra}$  3,2.

За діаметром шліфувальної поверхні приймаємо поперечну подачу  $t = 0,025$  мм, поздовжня подача в долях ширини круга  $\beta = 0,2$ . За довідником [4] приймаємо швидкість шліфування – 20 м/хв., а подачу при чистовому шліфуванні  $S = 0,03$  м/об.дет. Прийнявши ширину шліфувального круга  $B = 32$  мм отримаємо:

$$S_n = 32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ мм/об} = 6 \text{ м/об.}$$

Визначаємо припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{19,9-19,8}{2} = 0,05 \text{ мм.}$$

Розраховуємо число проходів в залежності від прийнятої глибини шліфування:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,05}{0,025} = 2$$

Звідси знаходимо число обертів деталі:

$$n = 318 \cdot \frac{i}{d} = 318 \cdot \frac{2}{19,9} = 31,96 \text{ об/хв.}$$

При безступінчастому регулюванні приймаємо  $n=33$  об/хв.

Розрахункова довжина поверхні, що шліфується  $l=29$  мм.

Ширина круга – 32 мм, тобто величина врізання = 0.

Прийнявши коефіцієнт зачисних ходів  $\kappa=1,2$  визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_n} \cdot \kappa, \quad (2.3)$$

де  $L$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$n$  – число обертів деталі об/хв.;

$i$  – число проходів;

$S$  – поздовжня подача, мм/об;

$\kappa$  – коефіцієнт зачисних ходів.

$$T_o = \frac{29 \cdot 2}{33 \cdot 6} \cdot 1,2 = 0,29 \text{ хв.}$$

Загальний основний час на шліфування двох поверхонь складе:

$$T_o = 2 \cdot T_o = 2 \cdot 0,29 = 0,58 \text{ хв.}$$

За табл. 90 [5] допоміжний час на встановлення та знімання деталі

$$T_{don}=1,3 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{on}=0,58+1,3=1,61 \text{ хв.}$$

Додатковий час за табл. 91 [5]:

$$T_o = \frac{T_{on} \cdot \kappa}{100} = \frac{1,61 \cdot 9}{100} = 0,145 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію

$$T_{н1} = T_{он} + T_{оод} = 1,61 + 0,145 = 1,76 \text{ хв.}$$

Перехід 2. Шліфування ексцентрика валу з  $\varnothing 41,7$  мм до  $\varnothing 41,6$  мм на довжині 6 мм з шорсткістю  $\sqrt{Ra} 3,2$ .

За діаметром поверхні, що підлягає шліфуванню, приймаємо поперечну подачу  $t=0,025$  мм, поздовжня подача в долях ширини круга складає  $\beta=0,2$ . За довідником [4] приймаємо швидкість шліфування – 25 м/хв., а подачу при чистовому шліфуванні  $S=0,03$  м/об.дет. Приймавши ширину шліфувального круга  $B=32$  мм отримаємо:

$$S_n = 32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ мм/об} = 0,06 \text{ м/об.}$$

Визначаємо припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{41,7-41,6}{2} = 0,05 \text{ мм.}$$

Розраховуємо число проходів в залежності від прийнятої глибини шліфування:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,05}{0,025} = 2.$$

Звідси знаходимо число обертів деталі:

$$n = 318 \cdot \frac{i}{d} = 318 \cdot \frac{2}{41,6} = 15,5 \text{ об/хв.}$$

При безступінчастому регулюванні приймаємо  $n=17$  об/хв.

Розрахункова довжина поверхні, що шліфується  $l=6$  мм.

Ширина круга – 32 мм, тобто величина врізання = 0.

Приймавши коефіцієнт зачисних ходів  $\kappa=1,2$  визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_n} \cdot \kappa,$$

де  $L$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$n$  – число обертів деталі об/хв;

$i$  – число проходів;

$S$  – поздовжня подача, мм/об;

$\kappa$  – коефіцієнт зачисних ходів.

$$T_o = \frac{6 \cdot 2}{17 \cdot 6} \cdot 1,2 = 0,14 \text{ хв.}$$

За табл. 90 [5] допоміжний час на встановлення та знімання деталі складає:

$$T_{\text{доп}} = 1,3 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = 0,14 + 1,3 = 1,44 \text{ хв.}$$

Додатковий час за таблицею 91 [5]:

$$T_{\text{д}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot \kappa}{100} = \frac{1,44 \cdot 9}{100} = 0,123 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію складе:

$$T_{\text{нл}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{доп}} = 1,44 + 0,123 = 1,56 \text{ хв.}$$

Загальна норма часу на шліфувальну операцію за переходами буде складати:

$$T_{\text{н}} = 1,76 + 1,56 = 3,32 \text{ хв.}$$

025 - Копіювальна-шліфувальна. Шліфувати вершини кулачків кулачкового валу по висоті не менше 41,0 мм.

Приймаємо наступні режими проведення обробки.

- подача - 0,0094 мм/об.;
- кількість обертів – 32 об/хв.;
- швидкість шліфування - 4,35 м/хв.;
- потрібна шорсткість поверхні  $\sqrt{Ra}$  0,63.

Розраховуємо основний час

$$T_o = \frac{\alpha \cdot i}{n \cdot S_{\text{нр}}} \cdot \kappa_3,$$

де  $\alpha$  - довжина оброблюваної поверхні з урахуванням часу на обробку і перебігу шліфувального круга, мм.

$$\alpha = (25 \cdot 6) + 3 \cdot (B_{\text{к}} + 5) = 150 + 3 \cdot (32 + 5) = 261 \text{ мм.}$$

$B_{\text{к}}$  – ширина шліфувального круга, мм;

$\kappa_3$  – коефіцієнт зачисних ходів (1,2...1,7).

$$T_o = \frac{261 \cdot 24}{240 \cdot 9,6} \cdot 1,2 = 3,26 \text{ хв.}$$

Розраховуємо допоміжний час

- на установку і знімання деталі

$$T_{\text{дон1}} = 1,3 \text{ хв. (табл. 90 [5]);}$$

- пов'язаний з проходом

$$T_{\text{дон2}} = 5 \cdot 0,7 = 3,5 \text{ хв. (табл. 91 [5]).}$$

Загальний допоміжний час складає:

$$T_{\text{дон}} = T_{\text{дон1}} + T_{\text{дон2}} = 1,3 + 3,5 = 4,8 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{он}} = T_{\text{o}} + T_{\text{дон}} = 3,26 + 4,8 = 8,06 \text{ хв.}$$

Додатковий час

$$T_{\text{доод}} = \frac{T_{\text{он}} \cdot \kappa}{100} = \frac{8,06 \cdot 9}{100} = 0,72 \text{ хв.}$$

де  $\kappa=9\%$  - при шліфуванні.

Норма часу на операцію

$$T_{\text{н1}} = T_{\text{он}} + T_{\text{доод}} = 8,06 + 0,72 = 8,78 \text{ хв.}$$

030 – Залізнення.

Перехід 1. Ізоляція місць, що не підлягають нанесенню покриття. Площа ізоляції – 2,9 дм<sup>2</sup>.

Штучний час переходу  $T_{\text{шт}}=0,5$  хв.

Перехід 2. Електрохімічне обезжирювання.

Штучний час монтажу деталі в підвісне пристосування  $T_{\text{шт1}}=0,5$  хв.

Штучний час демонтажу деталі  $T_{\text{шт2}}=0,2$  хв.

Час обезжирювання  $T_{\text{шт3}}=1$  хв.

Час промивки  $T_{\text{шт4}}=0,5$  хв.

Загальний штучний час  $T_{\text{шт}}=2,2$  хв.

Перехід 3. Електрохімічне травлення

Штучний час монтажу  $T_{\text{шт1}}=0,5$  хв.

Штучний час демонтажу  $T_{\text{шт2}}=0,2$  хв.

Час травлення  $T_{\text{шт3}}=2,5$  хв.

Час промивки  $T_{\text{шт4}}=1,5$  хв.

Загальний штучний час  $T_{\text{шт}}=4,7$  хв.

Перехід 4. Електрохімічне остальювання.

Основний час осталоування визначаємо за формулою 68 [5]:

$$T_o = \frac{\delta \cdot \gamma \cdot 1000 \cdot 60}{D_k \cdot \varepsilon \cdot \eta}, \quad (2.4)$$

де  $\delta$  - товщина покриття, мм;

$\gamma$  - питома вага заліза, г/м<sup>3</sup>;

$D_k$  - катодна щільність струму;

$\varepsilon$  - електрохімічний еквівалент, г/А·год.;

$\eta$  - вихід заліза по струму, %.

$$T_o = 28200 \cdot \frac{0,5}{60} = 202 \text{ хв.}$$

При одночасному завантаженні 10 деталей:

$$T_o = \frac{T_o}{n} = \frac{202}{10} = 20,2 \text{ хв.}$$

Допоміжний час визначаємо за таблицею 295 [5] дорівнює:

$$T_{don} = 0,35 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{on} = 20,2 + 0,35 = 20,55 \text{ хв.}$$

Додатковий час визначаємо за таблицею 296 [5] дорівнює:

$$T_{ood} = 3,14 \text{ хв.}$$

Штучний час на осталоування:

$$T_{um} = 20,55 + 3,14 = 23,69 \text{ хв.}$$

*Перехід 5.* Нейтралізація деталей.

Штучний час нейтралізації 10 деталей  $T_{um} = 2$  хв.

Для однієї деталі:

$$T_{um} = \frac{T_{um}}{10} = 0,2 \text{ хв.}$$

*Перехід 6.* Хімічне знімання захисного покриття.

Час розчинення ізоляційного лаку в ацетоні 20 хв.

Штучний час знімання ізоляції

$$T_{um} = 3 \text{ хв.}$$

Технічна норма часу гальванічної операції дорівнює:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{шт}}^1 + T_{\text{шт}}^2 + T_{\text{шт}}^3 + T_{\text{шт}}^4 + T_{\text{шт}}^5 + T_{\text{шт}}^6 = \\ = 0,5 + 2,2 + 4,7 + 23,69 + 0,2 + 3,0 = 34,29 \text{ хв.}$$

035 – Круглошліфувальна.

Перехід 1. Шліфувати опорні поверхні вала з  $\varnothing 20,2$  мм до  $\varnothing 20^{+0,017}_{+0,002}$  мм на довжині 29 мм з шорсткістю  $\sqrt{Ra} 0,63$ .

За діаметром поверхні, що підлягає шліфуванню, приймаємо поперечну подачу  $t=0,025$  мм, поздовжню подачу в долях ширини круга -  $\beta=0,2$ . За довідником [4] приймаємо швидкість шліфування – 20 м/хв., а подачу при чистовому шліфуванні -  $S=0,03$  м/об.дет. Приймавши ширину шліфувального круга  $B=32$  мм отримаємо:

$$S_n = 32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ мм/об} = 6 \text{ м/об.}$$

Визначаємо припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{20,2-20,0}{2} = 0,1 \text{ мм.}$$

Розраховуємо число проходів в залежності від прийнятої глибини шліфування:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,1}{0,025} = 4$$

Звідси знаходимо число обертів деталі:

$$n = 318 \cdot \frac{i}{d} = 318 \cdot \frac{4}{20,2} = 63,0 \text{ об/хв.}$$

При безступінчастому регулюванні приймаємо  $n=63$  об/хв.

Розрахункова довжина поверхні, що шліфується  $l=29$  мм.

Ширина круга – 32 мм, тобто величина врізання = 0 мм.

Приймавши коефіцієнт зачисних ходів  $\kappa=1,2$  визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_n} \cdot \kappa,$$

де  $L$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$n$  – число обертів деталі об/хв.;

$i$  – число проходів;

$S$  – поздовжня подача, мм/об;



$k$  – коефіцієнт зачисних ходів.

$$T_o = \frac{29 \cdot 4}{63 \cdot 6} \cdot 1,2 = 0,36 \text{ хв.}$$

Загальний основний час на шліфування двох поверхонь складе:

$$T_o = 2 \cdot T_o = 2 \cdot 0,36 = 0,72 \text{ хв.}$$

За таблицею 90 [5] допоміжний час на встановлення та знімання деталі складе:

$$T_{\text{дон}} = 1,3 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{он}} = 0,72 + 1,3 = 2,02 \text{ хв.}$$

Додатковий час за табл. 91 [5]:

$$T_o = \frac{T_{\text{он}} \cdot k}{100} = \frac{2,02 \cdot 9}{100} = 0,18 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію

$$T_{\text{нл}} = T_{\text{он}} + T_{\text{од}} = 2,02 + 0,18 = 2,2 \text{ хв.}$$

Перехід 2. Шліфувати ексцентрик вала з  $\varnothing 42,2$  мм до  $\varnothing 42,0_{-0,17}$  мм на довжині 6 мм з шорсткістю  $\sqrt{Ra} 0,63$ .

За діаметром оброблюваної поверхні приймаємо поперечну подачу  $t=0,025$  мм. Поздовжня подача в долях ширини круга складе  $\beta=0,2$ . За довідником [4] приймаємо швидкість шліфування – 25 м/хв., а подачу при чистовому шліфуванні -  $S=0,03$  м/об.дет. Приймавши ширину шліфувального круга  $B=32$  мм отримаємо:

$$S_n = 32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ мм/об} = 0,06 \text{ м/об.}$$

Визначаємо припуск на обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{42,2-42,0}{2} = 0,1 \text{ мм.}$$

Розраховуємо число проходів в залежності від прийнятої глибини шліфування:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,1}{0,025} = 4.$$

Звідси знаходимо число обертів деталі:

$$n = 318 \cdot \frac{i}{d} = 318 \cdot \frac{4}{42,2} = 30,15 \text{ об/хв.}$$

При безступінчастому регулюванні приймаємо  $n=33$  об/хв.

Розрахункова довжина поверхні, що шліфується  $l=6$  мм.

Ширина круга – 32 мм, тобто величина врізання = 0.

Прийнявши коефіцієнт зачисних ходів  $\kappa=1,2$  визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_n} \cdot \kappa,$$

де  $L$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$n$  – число обертів деталі об/хв;

$i$  – число проходів;

$S$  – поздовжня подача, мм/об;

$\kappa$  – коефіцієнт зачисних ходів.

$$T_o = \frac{6 \cdot 4}{33 \cdot 6} \cdot 1,2 = 0,14 \text{ хв.}$$

За таблицею 90 [5] допоміжний час на встановлення та знімання деталі складе:

$$T_{\text{доп}} = 1,3 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = 0,14 + 1,3 = 1,44 \text{ хв.}$$

Додатковий час за таблицею 91 [5]:

$$T_{\text{д}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot \kappa}{100} = \frac{1,44 \cdot 9}{100} = 0,13 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію

$$T_{\text{н1}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{доп}} = 1,44 + 0,13 = 1,57 \text{ хв.}$$

Норма часу на шліфувальну операцію за переходами буде складати:

$$T_n = 2,2 + 1,57 = 3,77 \text{ хв.}$$

040 - Горизонтально-фрезерна. При цій операції розточуємо шпонковий паз під ремонтний розмір. Фрезерування проводимо на верстаті 6Н80 дисковою фрезою розмірами  $\varnothing 16 \times 4,5$  мм.

Приймаємо наступний режим різання:

- розряд роботи II;

- глибина різання  $t=4,7$  мм;
- подача -  $S=0,48$  мм/об (табл. 72 [4]);
- швидкість різання -  $V=47$  м/хв;
- число обертів -  $n=200$  об/хв.

Розрахунок основного часу проводимо використовуючи залежність:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{об}}$$

де  $L$  – величина врізання;  $L=5,5$  мм.

$$T_o = \frac{5,5 \cdot 1}{248 \cdot 0,48} = 0,06 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на встановлення і зняття валу обираємо з табл.125

$$T_{дон1} = 0,5 \text{ хв.}$$

Допоміжний час пов'язаний з проходом

$$T_{дон2} = 0,7 \text{ хв.}$$

$$T_{дон} = T_{дон1} + T_{дон2} = 0,5 + 0,7 = 1,2$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{он} = T_o + T_{дон} = 0,06 + 1,2 = 1,26 \text{ хв.}$$

$$T_{доп} = \frac{T_{он} \cdot \kappa}{100} = \frac{1,26 \cdot 7}{100} = 0,09 \text{ хв.}$$

Визначаємо норму часу на операцію:

$$T_{н1} = T_{он} + T_{доп} = 1,26 + 0,09 = 1,35 \text{ хв.}$$

045 - Контрольна. Проконтролювати всі розміри, форму і шорсткість поверхонь відновленого кулачкового вала за ремонтним кресленням.

Відповідно до рекомендацій [5] основний час на виконання операції

$$T_o = 2,40 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$T_{дон} = 0,8 \text{ хв.}$$

Оперативний час складе:

$$T_{он} = 2,4 + 0,8 = 3,20 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{\text{доод}} = \frac{3,20 \cdot 6}{100} = 0,19 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу на виконання контрольної операції складе:

$$T_{\text{н}} = 3,2 + 0,19 = 3,39 \text{ хв.}$$

В таблиці 2.3 запропонований перелік операцій технологічного процесу відновлення кулачкового вала ПНВТ та технічні норми часу на їх виконання.

Таблиця 2.3 - Перелік операцій технологічного процесу відновлення кулачкового вала ПНВТ та технічні норми часу на їх виконання

Найменування операції	Технічна норма часу, $T_{\text{н}}$ , хв.
005 Дефектувальна	3,286
010 Слюсарна	0,857
015 Шліфувальна	2,24
020 Круглошліфувальна	3,32
025 Копіювальна-шліфувальна	8,78
030 Гальванічна	34,29
035 Круглошліфувальна	3,77
040 Горизонтально-фрезерна	1,35
045 Контрольна	3,39
Разом	61,28 хв.

#### **2.4 Технічне обслуговування і регулювання паливного насоса після ремонту**

Технічне обслуговування паливного насоса полягає в періодичній (через 60 годин роботи) перевірці рівня мастила, заміні мастила в корпусі насоса після 240 годин роботи двигуна і перевірці насоса після 960 годин роботи на безмоторному стенді на відповідність параметрам, приведеним нижче. При необхідності насос регулюють.

Частота обертання кулачкового вала насоса, при якій починає діяти регулятор, 1115 - 1125 об/хв.

Номинальна частота обертання вала насоса, 1100 об/хв.

Продуктивність насоса на безмоторному стенді при номінальній частоті обертання, 16,7 - 17,1 кг/год.

Нерівномірність подачі палива між секціями при номінальній частоті обертання, 6 %.

Максимальна частота обертання холостого ходу, 1160 об/хв.

Продуктивність насоса при максимальній частоті обертання холостого ходу, 6,4 кг/год.

Нерівномірність подачі палива між секціями при максимальній частоті обертання холостого ходу, 30 %.

Частота обертання, що відповідає повному автоматичному вимиканню подачі палива форсунками, 1210 об/хв.

Частота обертання корекції паливоподачі, 850 об/хв.

Ступінь корекції (відношення паливоподачі при частоті обертання кулачкового вала 850 об/хв. до паливоподачі при його номінальній частоті обертання), 15...22 %.

Циклова подача палива при частоті обертання кулачкового вала 40 - 50 об/хв., 120 мг/цикл.

Кут початку подачі палива секцією по меніску до верхньої мертвої точки штовхальника (по профілю кулачка), 57 град.

Регулювання паливного насоса проводиться на спеціальному стенді, обладнаному й укомплектованому приладами для виміру частоти обертання кулачкового вала, мірним посудом для визначення кількості палива, що подається кожною секцією насоса, градуйованим диском для виявлення початку подачі палива і приводом з варіатором, що дозволяє плавно змінювати частоту обертання.

Для збільшення частоти обертання, що відповідає початку дії регулятора, болт викручують, для зменшення - закручують. Один оберт болта змінює швидкісний режим двигуна на 30 - 50 об/хв. У випадку ускладнень при регулюванні частоти обертання цим способом швидкісний режим можна встановлювати, змінюючи жорсткість пружини 14 регулятора (збільшуючи або зменшуючи число робочих витків за допомогою серги).

Продуктивність і рівномірність подачі палива секціями насоса регулюють поворотом гільзи, а отже, і плунжера щодо зубчатого вінця при ослабленому стяжному гвинті. При повороті гільзи вліво подача палива збільшується, при повороті гільзи вправо - зменшується.

Момент початку подачі палива насосом на двигуні варто перевіряти, у такій послідовності:

1. Встановити, важіль керування подачею палива насосом у положення, що відповідає максимальній подачі.
2. Відокремити трубку високого тиску від штуцера першої секції і замість неї приєднати моментоскоп.
3. Провертати колінчатий вал двигуна ключем по напрямку його робочого обертання доти, поки зі скляної трубки моментоскопа не потече паливо без пухирців повітря.
4. Видалити частину палива зі скляної трубки і, повільно обертаючи колінчатий вал двигуна, стежити за рівнем палива в трубці моментоскопа, у момент початку підйому палива в трубці припинити обертання колінчатого вала.
5. Вивернути настановний болт із різьбового отвору і вставити його не нарізаним кінцем у той же отвір до упора в маховик. Наставний болт повинен збігатися з отвором у маховику (виходить, поршень першого циліндра двигуна знаходиться в положенні, що відповідає  $26^\circ$  до ВМТ).

У випадку розбіжності настановного болта з отвором у маховику необхідно змінити положення шліцьового фланця щодо шестірні привода паливного насоса.

Для цього зняти кришку люка з кришки розподілу, відігнути замкові шайби, вивернути два болти кріплення і зняти планку, сполучити настановний болт з отвором у маховику, за допомогою ключа повернути за гайку кулачковий вал паливного насоса і шліцьовий фланець по годинниковій стрілці до моменту початку підйому палива в скляній трубці моментоскопа, в отвори які співпали у шліцьовому фланці і шестерні привода вкручені два болти, попередньо установивши планку (у випадку розбіжності осей отворів по радіусі

повернути на півоберта валик паливного насоса зі шліцьовим фланцем). Після закріплення шліцьового фланця перевірити ще раз момент початку подачі палива (виконуючи послідовно операції відповідно до пунктів 3 - 5).

6. Прикріпити трубку високого тиску і ввернути в отвір заднього фланця настановний болт.

7. Зафіксувати болти кріплення шліцьового фланця замковими шайбами, установити кришку люка на місце і відрегулювати осьовий зазор шестірні приводу паливного насоса. Для регулювання осьового зазору відпустити контргайку, увернути регулювальний болт до упора в планку, а потім вивернути його на  $1/3 \dots 1/2$  оберту і закріпити контргайкою. Осьовий зазор шестерні регулюють, установлюючи на двигун паливний насос або кришку люка. Щоб уникнути порушення моменту початку подачі палива насоса при знятті його з двигуна відкрутивши болти кріплення планки і шліцьового фланця до шестерні не рекомендується.

## **2.5 Діагностика ПНВТ**

У дизельних двигунах паливний насос високого тиску являє собою один з найскладніших механізмів відповідної системи. Завдання механізму - подача під певним тиском палива в циліндри дизеля. Регулювання кількості подаваного палива відбувається автоматично. Залежно від способу вприскування насоси бувають безпосередньої дії, а також з акумуляторним уприскуванням. Також вони бувають розподільними, багатосекційними, рядними.

Діагностика ПНВТ проводиться в умовах сервісного центру і необхідна для перевірки правильності роботи всіх вузлів системи, своєчасного розпізнавання можливих, а також вже наявних неполадок, відхилень від норми в роботі двигуна. Для цього сервіс-центром застосовується сучасне діагностичне обладнання, оснащене за останнім словом техніки.

У ході діагностики ПНВТ тестуються: показники роботи паливних насосів високого тиску, які визначаються частотою обертання вала як при

запуску, так і після припинення подачі палива; наскільки стійко робочий тиск, а також рівномірна і ритмічна подача палива насосів, робота форсунок.

Для зручності діагностики паливного насоса високого тиску застосовують спеціальні стенди, які дозволяють швидко і точно виконувати дослідження і виявляти можливі неполадки. Вони включають вбудовані коректор наддуву і систему змащення, систему стабілізації швидкості, з якою обертається привід, систему прямого електроприводу, а також різні комплектуючі у вигляді муфт, кронштейнів, трубок високого тиску (для ПНВТ вітчизняного виробництва).

ПНВТ може тестуватися в декількох режимах. При номінальному діагностуються такі показники, як: кут початку нагнітання і кут початку впорскування палива; правильна черговість подачі по секціях паливного насоса, нерівномірність паливної підкачки між секціями, продуктивність секції в режимі номінальних обертів валу. Режим перевантаження увазі перевірку продуктивності секції на холостому ході, контроль частоти обертання кулачкового вала при відсіченні палива, циклова подача палива в режимі холостого ходу. При аналізі пускового режиму контролюються: частота обертання кулачкового вала в той момент, коли обігрівач автоматично відключається; продуктивність секції, а також циклова подача палива при пусковому режимі обертання. Періодична своєчасна діагностика ПНВТ забезпечить безперебійну роботу всієї паливної системи дизельного двигуна і допоможе уникнути серйозних і фінансово затратних проблем.

## **2.6 Зняття і установка ПНВТ**

Порядок зняття паливного насоса:

1. Встановити поршень першого циліндра в положення ВМТ і зняти ремінь приводу розподільного вала.
2. Послабити затягування гайки кріплення зубчастого колеса паливного насоса.
3. Спеціальним знімачем зрушити зубчасте колесо з конусної частини



валу насоса.

4. Зняти знімач, відвернути гайку кріплення зубчастого колеса і зняти колесо 15, вийняти шпонку з виїмки валу.

5. Від'єднати від паливного насоса паливопроводи. У насоса фірми Bosch гайки паливопроводу і трубки звичайного зливу палива однакового діаметра, але на гайці трубки зворотного зливу є гумове ущільнення і на ній є напис «Out». Цю гайку не рекомендується міняти.

6. Від'єднати тяги подачі палива і пускового пристрою.

7. Відвернути три болта кріплення насоса до кронштейна і один болт кріплення насоса до заднього кронштейну.

8. Зняти насос.

Порядок встановлення паливного насосу:

1. Встановити насос на кронштейн щоб збіглися мітки на кронштейні і корпусі насоса.

2. Загорнути болти кріплення насоса до переднього і заднього кронштейнів і затягнути моментом 25 Н·м (2,5 кгс·м).

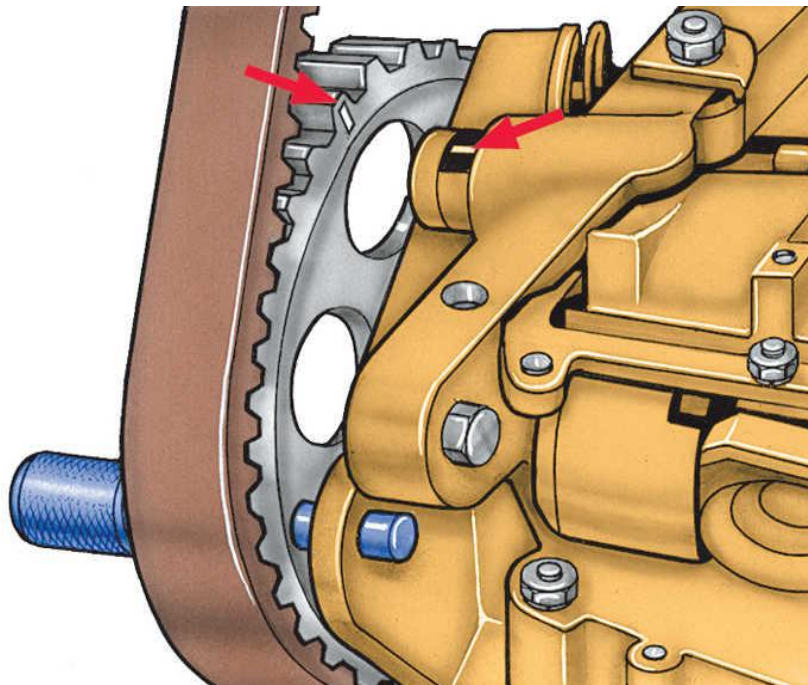


Рисунок 2.1 - Співставлення міток на корпусі ПНВТ та шківі приводу

3. Вставити шпонку у виїмку валу насоса, встановити зубчасте колесо, загорнути гайку кріплення зубчастого колеса моментом 45 Н·м (4,5 кгс·м).

4. Приєднати паливопроводи, затягнути гайки паливопроводів моментом

25 Н·м (2,5 кгс·м).

5. Повернути зубчасте колесо насоса так, щоб мітка на колесі збіглася з міткою на кронштейні, як показано на рисунку 2.1.

6. Зафіксувати зубчасте колесо 2 паливного насоса високого тиску, ввернувши спеціальний стрижень 1 в отвір для гвинта зубчастого колеса, як показано на рисунку 2.2.

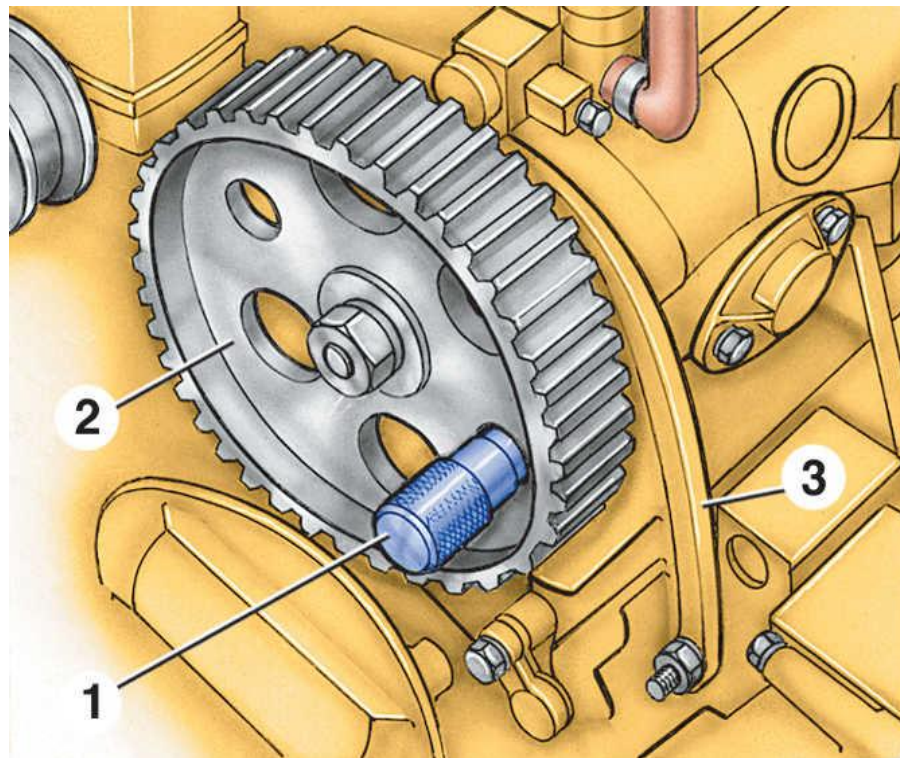


Рисунок 2.2 - Фіксація зубчастого шківa приводу

7. Відвернути на півоберта болт кріплення зубчастого колеса розподільного вала. Вдарити по колесу розподільного вала гумовим молотком, щоб послабити його посадку.

8. Перевірити, чи знаходиться поршень першого циліндра у ВМТ.

9. Одягти ремінь б приводу розподільного вала і натягнути його.

10. Перевірити і відрегулювати початок нагнітання паливного насоса.

## 2.7 Ремонт ПНВТ автомобілів VW

Ремонт ПНВТ VW може знадобитися в процесі експлуатації дизельного двигуна, в деяких випадках він носить плановий характер, але часто вимагає

негайного сервісу у уникнення подальших серйозних неполадок паливної системи і всього механізму дизеля. Паливний насос високого тиску Bosch - одноплунжерний розподільного типу. Призначений для подачі в певний момент часу під високим тиском необхідної кількості палива в циліндри дизельного двигуна. Основними складовими деталі є: роторно-лопатевої паливний насос низького тиску, в якому перепускні клапани регулюються; регулятор частоти обертання - автоматичний, оснащений системою пружин і важелів; автоматичний механізм кута випередження впорскування; пристрій, який забороняє подачу палива (стоп-соленоїд); плунжерні пара (розподільча головка з муфтою і блок високого тиску). Двигуни з індивідуальними системами уприскування включають один впорскує комплект на кожен циліндр. Створені для кращої адаптації до таких видів двигунів. Як доповнення паливний насос високого тиску оснащується різними адаптаційними пристроями (наприклад, коректором кута випередження упорскування або прискорювачем холодного пуску). Ремонт ПНВТ Bosch розподільного типу відрізняється тим, що деталі найбільшою мірою, ніж у роторного насоса, схильні до механічних пошкоджень через високу навантаження на пружини. Однією з причин може стати неякісне дизельне паливо. Максимальний тиск і відмінне уприскування забезпечують короткі магістралі високого тиску. В ході ремонту ПНВТ Bosch застосовуються оригінальні запчастини Bosch, які завжди є в наявності на складах сервісного центру. Таким чином, чекати ту чи іншу запасну частину із заводу-виробника, втрачаючи час через простій техніки, не доведеться.

Ремонт ПНВТ Bosch здійснюється тільки кваліфікованими механіками дизельного центру.

## **2.8 Технологія ремонту паливних насосів високого тиску**

При ремонті паливного насоса високого тиску такі прецизійні деталі, як корпус розпилювача з голкою, нагнітальний клапан з сідлом і шток з втулкою повинні залишатися в комплекті. Перед ремонтом форсунок їх знімають і очищають від забруднень в спеціальній ультразвукової ванні. Після цього

деталі ретельно сушаться і дефектуються. На корпусі деталі можуть утворитися тріщини. Якщо зношуються отвори під штовхачі плунжерів, то слід проводити обробку під ремонтний розмір. Постановкою ДРД або гальванічним натиранням усувається знос отворів під підшипники державки у вантажівок. Перекомплектуванням можуть бути усунені такі несправності, як знос робочих поверхонь плунжерної пари, що призводить до втрати герметичності. Корозія і задирки на поверхнях нагнітального клапана, а також на торці сідла можуть бути видалені притирочними пастами. Дефекти можуть утворюватися і на розпилювачі форсунки. Знос корпусу також усувають за допомогою притирок на спеціальній плиті. Після закінчення ремонту паливного насоса високого тиску і збірці всіх комплектуючих, системи високого тиску проходять регулювання та випробування на стенді. Тут насос в різних режимах тестують на початку подачі палива, наскільки рівномірно воно подається, на герметичність, продуктивність.

## **2.9 Прокачування системи живлення**

Паливний бак оснащений системою вентиляції. Якщо система живлення не вентилюється автоматично, треба поступити наступним чином:

1. Заповнити паливний насос дизельним паливом.
2. Залити паливо в паливний фільтр.
3. Завести двигун буксируванням іншим автомобілем. Це забезпечить швидку вентиляцію системи живлення.

Попередження! Слідкуйте за тим, щоб дизельне паливо не потрапляло на шланги системи охолодження. Якщо паливо все ж потрапило на шланги, потрібно негайно очистити їх. Пошкоджені шланги замінити.

## **2.10 Регулювання частоти обертання холостого ходу**

Клема "W" генератора.

Порядок виконання:

1. Прогріти двигун, температура масла повинна бути 50-70 ° С.
2. Вимкнути всі споживачі енергії (фари, магнітолу і т.д.). Перевірити, щоб не була витягнута ручка тяги пускового пристрою.
3. В автомобілях з автоматичною трансмісією встановити важіль селектора в положення «Р» і затягнути ручне гальмо.
4. Приєднати контрольний тахометр до клеми «W» генератора (див. рис. 2.3).

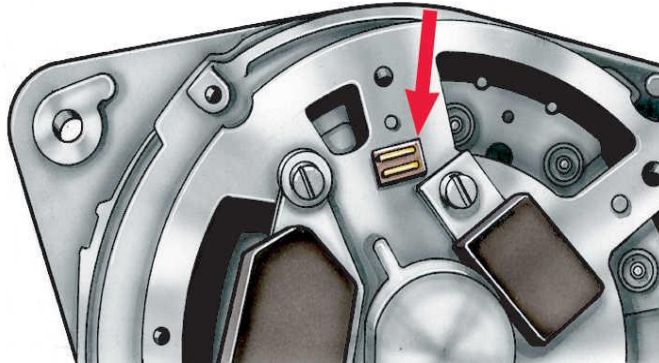


Рисунок 2.3 - Клема "W" генератора

5. Відрегулювати частоту обертання холостого ходу гвинтом в межах  $850 \pm 100$  об/хв. ( $850 \pm 30$  об/хв. для двигунів з нейтралізатором).
6. Законтрагаїти гвинт фарбою.

## 2.11 Регулювання максимальної частоти обертання двигуна

Максимальна частота обертання регулюється тільки у насосів випуску до вересня 1985.

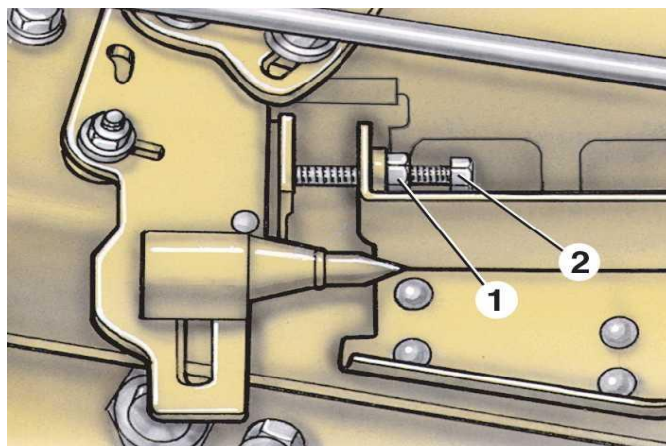


Рисунок 2.4 - Регулювальні гвинти ПНВТ Volkswagen:

1 - контргайка; 2 - болт регулювання частоти обертання двигуна

### Порядок виконання:

1. Прогріти двигун, температура масла повинна бути не нижче 80 ° С.
2. Приєднати контрольний тахометр до клеми «W» генератора.
3. Запустити двигун, повністю вичавити педалі акселератора і зафіксувати в цьому положенні.
4. Відрегулювати максимальну частоту обертання болтом 2 (див. рис. 2.4), відвернувши контргайку 1.  
Частота обертання повинна бути в межах  $5350 \pm 50$  об/хв.
5. Затягнути контргайку 1.

### 2.12 Заміна форсунок

Пошкоджену форсунку можна визначити, по черзі відвертаючи гайки кріплення паливопроводів до форсунок при роботі двигуна на холостому ході. Якщо при відверненні чергової гайки частота обертання двигуні знижується, значить несправна ця форсунка. На станціях технічного обслуговування форсунку можна перевірити за допомогою манометра.

Основні ознаки пошкодження форсунок:

- Перебої в роботі двигуна;
- Стук в одному або декількох циліндрах;
- Перегрів двигуна;
- Падіння потужності двигуна;
- Чорний дим з вихлопної труби;
- Висока витрата палива.

Порядок заміни форсунок:

1. Промити паливопроводи миючим складом з холодною водою.
2. Відвернути гайки кріплення паливопроводів і зняти їх. При цьому не можна згинати паливопроводи або змінювати їх форму.
3. Вивернути форсунки накидним ключем на 27 мм.
4. Замінити ущільнювальні шайби між форсункою і головкою блоку.
5. Загорнути нові форсунки і затягнути моментом 70 Н · м (7,0 кгс · м).



6. Встановити паливопроводи, затягнути гайки кріплення моментом 25 Н·м (2,5 кгс·м).

### 2.13 Заміна паливного фільтра автомобілів VW

Порядок заміни паливного фільтра:

1. Очистити паливопроводи на фільтрі і зняти їх, послабивши попередньо хомути.
2. Якщо паливний фільтр з підігрівом, вийняти пружинний тримач 4 (див. рис. 2.5) і, не від'єднуючи шланги від штуцерів 3 і 6, вийняти клапан 5.
3. Викрутити паливний фільтр з кронштейном.
4. Зняти кронштейн з фільтра і встановити на новий фільтр.
5. Встановити фільтр з кронштейном так, щоб стрілки на фільтрі були спрямовані вперед автомобіля.
6. Приєднати паливопроводи до штуцерів 1 і 2.
7. Якщо паливний фільтр з підігрівом, встановити клапан 5 на місце і закріпити пружинним тримачем 4.

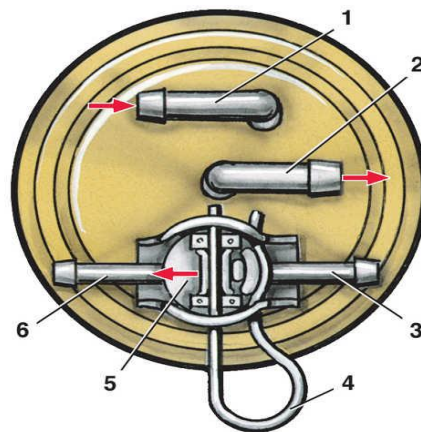


Рисунок 2.5 - Паливний фільтр:

1 - штуцер шланга подачі палива з бака; 2 - штуцер паливопроводу до паливного насоса; 3 - штуцер трубки зливу палива з паливного насоса; 4 - пружинний тримач; 5 - клапан; 6 - штуцер трубки зливу палива в бак

Паливний фільтр потрібно міняти через 30 000 км пробігу.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Призначення приладу

Прилад призначений для перевірки технічного стану, ремонту та регулювання форсунок дизельних двигунів. Технічний стан форсунок у вирішальним чином впливає на якість розпилювання палива, момент упорскування палива, витрату палива, токсичність відпрацьованих газів.

### 3.2 Огляд існуючих аналогів конструкції

Перевірка та регулювання форсунок здійснюється переважно стаціонарними стендами чи пристроями, значно рідше переносними приладами. Огляд конструкцій пристроїв для перевірки та регулювання форсунок наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Пристрої для перевірки та регулювання форсунок

Виробник	Держава	Модель	Технічні дані	Вартість, у.о.
Snap-on	США	ZEGA	Настільний. З ручним приводом. $V=0,7$ л. $P_{\text{пал}}=0-100$ кгс/см <sup>2</sup>	360
Snap-on	США	ZEGA	Настільний. З ручним приводом. $V=0,7$ л. $P_{\text{пал}}=0-400$ кгс/см <sup>2</sup>	360
Snap-on	США	Aspirdiezel	Настільний. $P_{\text{пал}}=0-400$ кгс/см <sup>2</sup>	410
Bosch	Німеччина	ESP 100	Настільний. З ручним приводом. Для форсунок розмірів P, S, T. $V=1$ л. $P_{\text{пал}}=0-400$ кгс/см <sup>2</sup>	379
ГАРО	Росія	М 106	Настільний. З ручним приводом. Перевіряє тиск, якість розпилювання, герметичність запорного конуса, гідро-щільність. Подача $0,8$ см <sup>3</sup> . $V=2$ л. $P_{\text{пал}}=0-100$ кгс/см <sup>2</sup>	432



### 3.3 Технічна характеристика стенда

Прилад призначений для роботи у нормальних умовах.

Прилад не потребує заземлення.

Технічну характеристику стенда наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика приладу для ТО і ремонту форсунок

№ п/п	Найменування параметрів	Характеристика параметрів
1	Тип	стаціонарний
2	Привід	ручний
3	Контрольний тиск у системі, МПа	5...35
4	Показники форсунок, що перевіряються:	- герметичність сполучень; - тиск початку підйому голки; - якість розпилення палива; - конус розпилення палива.
5	Способи контролю: – герметичність сполучень – тиск початку підйому головки – якість розпилення палива – конус розпилення палива	візуально та за секундоміром по манометру візуально за діаметром плями палива
6	Діапазон шкали манометра, МПа	0...40
7	Ціна розподільчої шкали манометра, МПа	5
8	Габарити, мм: – довжина – ширина – висота	500 530 1435

### 3.4 Опис конструкції стенда

Основою стенда (дивись рис.3.1) слугує рама 12 звареної конструкції з встановленою на ній ванною 3 із сталевого листа, на якій, за допомогою болтів кріпиться прилад 10 для перевірки форсунок із захисним ковпаком 5.

На сполучній трубці 13, що прикріплена до приладу, встановлений бачок 2, усередині якого поміщено фільтруючий елемент.

Під ванною встановлено паливний бак 1, ємністю 9 л, призначений для відстою використаного палива. Для зливу відстою в нижній частині паливного бака є пробка з магнітною вставкою.

На спеціальному кронштейні встановлений фільтр тонкого очищення палива 14 від двигуна КамАЗ-740. Після фільтрації паливо через голчастий кран може надходити в ємність 4. За потреби з ємності 4 паливо переливається в бачок 2.

На рисунку 3.2 зображений загальний вид приладу для перевірки технічного стану форсунок. Основою приладу є корпус, у якому встановлений плунжер, втулка і нагнітальний клапан насоса високого тиску двигуна ЯМЗ.

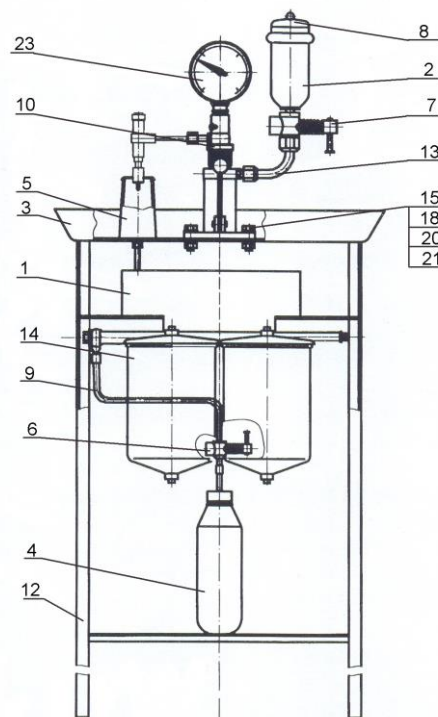


Рисунок 3.1 – Прилад для перевірки форсунок

1 – бак паливний; 2 - бачок; 3 - ванна; 4 - ємність; 5 - ковпак; 6 - кран; 7 - кран; 8 - штуцер; 9 - паливопровід; 10 - прилад; ; 12 - рама; 13 - штуцер; 14 -

фільтр; 15 - кріплення; 16 - плита; 18 - плунжер; 20 - розподільник; 21 – корпус;  
23 - манометр

Нагнітальний клапан притискається до втулки плунжера розподільником за допомогою гайки.

У верхній частині розподільника встановлено манометр 23 з верхньою межею виміру – 40 МПа і ціною розподілу 5 МПа.

Приведення в дію плунжера здійснюється у такий спосіб. Важіль, при натисканні на нього зверху, повертається навколо осі і носком піднімає упор нагору. При цьому, плунжер, стискаючи пружину, теж піднімаються нагору. Ця ж пружина повертає плунжер униз після припинення впливу на нього важеля.

Паливо, що надходить в над плунжерний простір втулки, при натисканні на важіль стискується плунжером і відкриває нагнітальний кран. Далі, піднімаючись нагору по вертикальному каналу, а потім по горизонтальному, паливо надходить до форсунки, що приєднується до приладу сполучним штуцером.

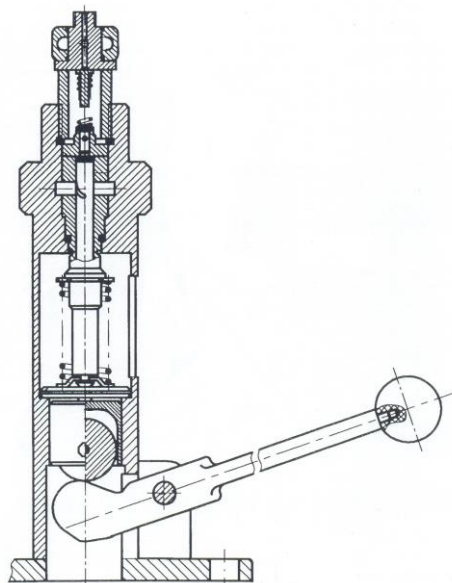


Рисунок 3.2 – Прилад для перевірки форсунок

Тиск палива, створений плунжером, відзначається манометром.

Для запобігання обслуговуючого персоналу від струменів палива, що виходять з розпилювача, на ванні стенда встановлений захисний ковпак з органічного скла. Прозора поверхня ковпака дозволяє вести візуальне спостереження за якістю розпилення палива.

При перевищенні необхідного тиску або після закінчення випробування

форсунки зниження тиску в приладі забезпечується голчастим краном, при відгвинчуванні якого відбувається зливання частин палива у ванну стенда.

### **3.5 Підготовка до роботи та робота приладу**

Заповнити бачок 2 через лійку чистим вистояним дизельним паливом I чи II виду за ДСТУ-3868-99, (раніше застосовувалось дизельне паливо за ГОСТ-305-62). За ДСТУ-3868-99 дизельне паливо за масовою часткою сірки поділяються на чотири види: I – містить сірки не більше ніж 0,05%; II  $\leq$  0,10%, III  $\leq$  0,20%; IV  $\leq$  0,50%.

Відкрити кран подачі палива. При цьому паливо з бачка 2 надійде до приладу.

Користуючись важелем 3 прокачувати паливо через прилад, поки з вихідного штуцера не буде виходити чисте, без пухирців повітря, паливо.

Нагвинтити на штуцер приладу заглушку.

Створити важелем насоса тиск у приладі рівний 30 МПа, після чого включити секундомір. При справності приладу зниження тиску по манометру не повинно бути більш 0,5 МПа за хвилину.

Відкрити випускний клапан 11 для скидання тиску. Зняти заглушку з приладу. Для перевірки форсунки приєднати її до вихідного штуцера. Важелем створити невеликий тиск в приладі. Відкрити голчастий кран для випуску повітря з приладу. Декілька раз енергійно прокачати паливо через форсунку. Приступити до перевірки та регулювання форсунки згідно технологічної карти.

### **3.6 Правила техніки безпеки при роботі на приладі**

Працювати на приладі слід тільки в спецодязі. Перед роботою на ознайомитися з інструкцією з експлуатації.

Перевірку роботи проводити тільки для форсунок, що не мають механічних ушкоджень.

Не допускати перевищення тиску, понад зазначену в технічній

характеристиці стенда.

Не допускати до роботи особи, що не пройшли інструктаж з техніки безпеки.

Забороняється:

- працювати на стенді при виявленні підтікань палива;
- працювати на стенді при знятому захисному кожусі.

Про усі недоліки, що виникають у процесі роботи слід повідомити старшого майстра.

### 3.7 Розрахунок деталей приладу на міцність

Розрахунок проведено для важеля та осі приладу. Важіль розраховуємо на вигин, а вісь важеля – на зріз і зминання.

Вузол працює як важіль першого роду (дивись рис. 3.3). Найбільші зусилля будуть спостерігатись при горизонтальному положенні важеля.

Визначаємо зусилля на рукоятці важеля, необхідне для створення перевірного тиску. Розрахунок ведемо виходячи з відомих плеч важеля і перевірного тиску, що дорівнює 40 МПа.

Визначаємо зусилля  $P$  на плунжері:

$$P = p \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 40 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,008^2}{4} = 2009,6 \text{ Н}, \quad (3.1)$$

де  $p$  – тиск у системі стенда,  $p = 40$  МПа;

$d$  – діаметр плунжера паливного насоса,  $d = 8$  мм. = 0,008 м.

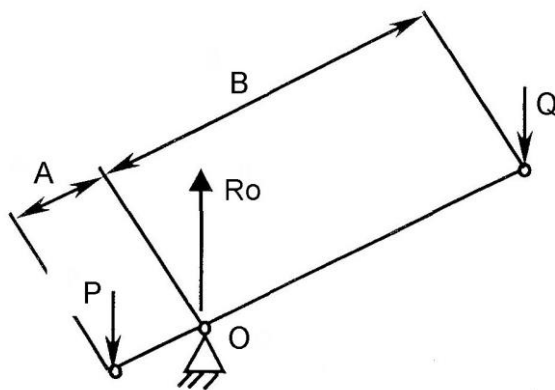


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема важеля

Передаточне число важеля

$$U = B/A = 0,35/0,032 = 10,9375, \quad (3.2)$$

де  $A$  – коротке плече важеля, прийняте 0,032 м.;

де  $B$  – довге плече важеля, прийняте 0,35 м.

Визначаємо зусилля на рукояті важеля  $Q$ , необхідне для створення зусилля  $P$ :

$$Q = P/U = 2009,6/10,9375 = 183,73 \text{ Н.} \quad (3.3)$$

Розраховуємо важіль на вигин. Небезпечний переріз знаходиться в точці  $O$  (дивись рис. 3.3). Визначаємо мінімально припустимий діаметр важеля в небезпечному перерізі:

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{P \cdot A}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{2009,6 \cdot 0,032}{0,1 \cdot 560 \cdot 10^6}} = 0,010472 \text{ м,} \quad (3.4)$$

де  $[\sigma_{-1}]$  – допустима пульсуюча напруга для вала, що виготовлений із сталі: використовуємо сталь 45ХН, де  $[\sigma_{-1}] = 560$  МПа.

Діаметр важеля в небезпечному перерізі приймаємо рівним  $d_p = 10$  мм.

Вісь важеля розраховуємо на зріз від моменту сили  $P$  та на змінання від зусилля реакції опори  $R_o$ . Розрахункова схема представлена на рисунку 3.4.

Розрахунковий діаметр осі важеля з умови зрізу матеріалу:

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot P \cdot A}{\pi \cdot i \cdot [\tau]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2009,6 \cdot 0,032}{3,14 \cdot 2 \cdot 82,8 \cdot 10^6}} = 0,007909 \text{ м,} \quad (3.5)$$

де  $i$  – число площин зрізу,  $i=2$ ;

$[\tau]$  – напруга, що допускається на зріз матеріалу осі, для вуглецевих сталей.

$$[\tau] = (0,2 \dots 0,3) \cdot \sigma_m = 0,23 \cdot 360 = 82,8 \text{ МПа;}$$

$\sigma_m$  – границя текучості матеріалу осі,  $\sigma_m = 360$  МПа.

Приймаємо діаметр осі важеля  $d_o = 10$  мм.

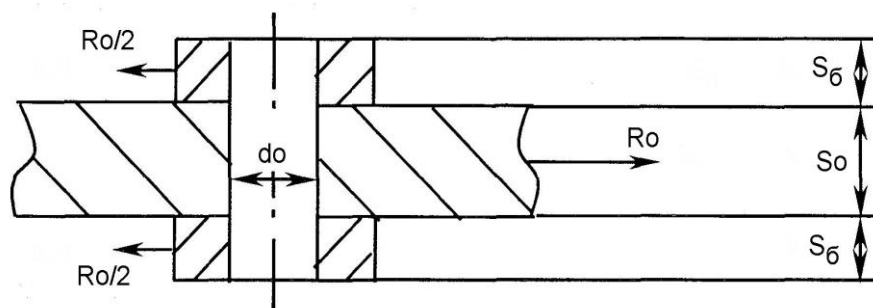


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема осі важеля

Розраховуємо вісь важеля на змінання від зусилля реакції  $R$ .

Розраховуємо реакцію  $R$  з умови, що сума моментів сил відносно точки  $A$  дорівнює нулю:

$$\sum m_A = Q \cdot (A + B) - R_o \cdot A = 0$$

Звідси  $R_o = Q \cdot (A + B) / A$

$$R_o = 183,83 \cdot (0,032 + 0,35) / 0,032 = 2193,335 \text{ Н.}$$

Напругу зминання розраховуємо за формулою

$$\sigma_{см} = \frac{R}{F}, \quad (3.6)$$

де  $R$  – зусилля, Н;

$F$  – площа, на яку діє зусилля, м<sup>2</sup>.

Напруга зминання на ділянці „вісь-важіль”:

$$\sigma_{см} = \frac{R_o}{F} = \frac{2193,335}{0,01 \cdot 0,008} \cdot 10^{-6} = 27,42 \text{ МПа.}$$

Напруга зминання на ділянці „вісь-опора”:

$$\sigma_{см} = \frac{R_o}{2F} = \frac{2193,335}{2 \cdot 0,01 \cdot 0,008} \cdot 10^{-6} = 13,71 \text{ МПа.}$$

Допустима напруга на зминання для вуглецевих сталей:

$$[\sigma_{см}] = (0,8 \dots 1,0) \cdot \sigma_T = 0,95 \cdot 360 = 342 \text{ МПа.}$$

Тоді  $\sigma_{см} = 27,42 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] = 342 \text{ МПа.}$

Умова міцності по навантаженню зминання виконується.

### **3.8 Стенд для дослідження робочих параметрів системи живлення дизельних двигунів автомобілів VW Golf**

Для дослідження робочих параметрів системи живлення дизельних двигунів автомобілів VW Golf II, розроблено спеціальний стенд (див. рис. 3.5), з допомогою якого можна проводити дослідження, що стосуються вивчення властивостей системи живлення дизельних двигунів за умов, наближених до експлуатаційних. На стенді можна знімати параметри системи живлення дизельних двигунів.

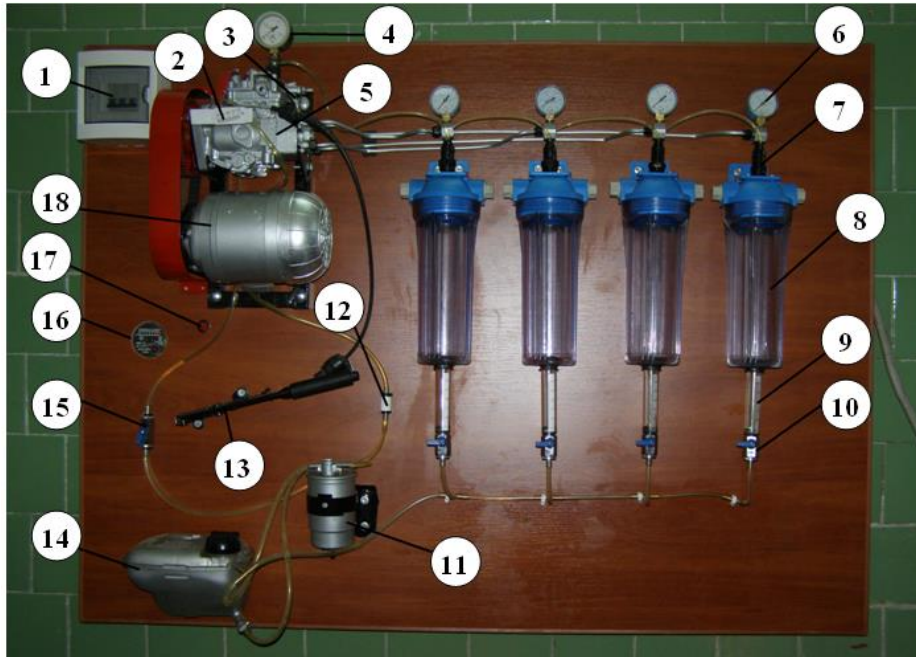


Рисунок 3.5 - Стенд для дослідження робочих параметрів системи живлення дизельних двигунів автомобілів VW Golf:

1 - вимикач стенду; 2 - шкала положення акселератора; 3 - соленоїдний клапан; 4 - манометр (тиск підкачуючого насосу); 5 - паливний насос високого тиску; 6 - манометри (тиск впорскування форсунок); 7 - форсунка; 8 - колба перевірки якості розпилення; 9 - мірна шкала; 10 - кран для зливу палива з колб; 11 - фільтр-відстійник; 12 - зворотній клапан; 13 - важіль керування акселератором; 14 - паливний бак; 15 - кран перекриття зворотної магістралі; 16 - лічильник; 17 - кнопка керування соленоїдним клапаном; 18 - електродвигун

### 3.9 Особливості будови стенду

Електродвигун. На стенді встановлений електродвигун 1 (див. рис. 3.6), який через пасову передачу приводить в дію ПНВТ. Потужність електродвигуна 1,4 кВт, частота обертання 1500 об/хв.





Рисунок 3.6 - Електродвигун

На стенді встановлений односекційний ПНВТ розподільного типу (див. рис. 3.7) в якому знаходиться плунжер, які приводить в рух від ексцентрикової шайби, що обертається. Привід ПНВТ здійснюється зубчасто-пасовою передачею від шківів електродвигуна. Враховуючи збережене передаточне число приводу (1:2), 1500 об/хв електродвигуна відповідає 750 об/хв вала ПНВТ, і відповідно 1500 об/хв колінчастого валу двигуна, що відповідає середній частоті обертання дизельних двигунів.

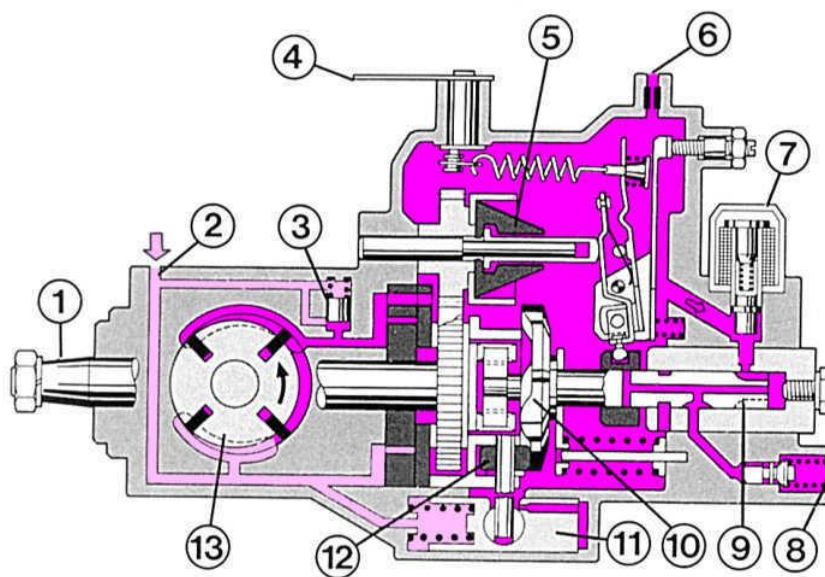


Рисунок 3.7 - Схема односекційного ПНВТ розподільного типу:

1 - привідний вал; 2 - подача палива; 3 - редукційний клапан насоса; 4 - важіль тяги акселератора; 5 - відцентровий регулятор; 6 - відвідний отвір; 7 - пристрій відключення соленоїдного управління; 8 - паливний трубопровід до форсунок; 9 - розподільний плунжер; 10 - кулачковий диск; 11 - муфта випередження впорскування палива (для кращого розгляду повернена на 90°); 12 - роликіве кільце; 13 - лопатевий паливопідкачуючий

насос (також повернутий на 90°)

Головним елементом в розподільному ПНВТ є лопатевий паливопідкачуючий насос. Він всмоктує паливо яке йде від фільтра трубопроводу. Колесо насоса, в яке вставлені пересувні повзуни, розташоване в круглому отворі корпусу. При повороті зірочки насоса між повзунами завжди залишається деякий обсяг, який потім зменшується в сторону нагнітання насоса, тобто до виходу. Що знаходиться в цьому обсязі рідина, таким чином, примусово видавлюється.

Принцип дії: під час наповнення щілини шліц розподільного плунжера розташовується навпроти наповнюючого отвору. Паливо від лопатевого насоса під тиском надходить у вільне місце в поршні і перед поршнем. Розподільчий плунжер ПНВТ повертається далі. Наповнювальний отвір знову закривається. Наповнення закінчено.

Тепер в дію вступають 2 інших елемента конструкції. Розподільчий плунжер ПНВТ пов'язаний з шківом, на якому розташовані 4 виступу. Це кулачковий диск; він рухається проти контр - опори, яка несе 4 обкату на такому ж інтервалі, що і виступи на дисковому кулачку, для зменшення тертя. Це роликіве кільце. Потім відбувається розбризкування: кулачковий диск рухається з роликівого кільця. Якщо його виступи досягли обкату, то кулачковий диск вичавлює розподільний плунжер ПНВТ вперед. Це відбувається в той момент, коли наступне отвір в розподільчому плунжері збігається з каналом випускного отвору до форсунки. Паливо може впливати тільки в напрямку того циліндра, в якому відбувається стиснення і займання. Завдяки руху розподільного плунжера ПНВТ вперед зменшується обсяг вільного простору перед ним. Вже знаходиться під тиском паливо і надходить до форсунки. Процес упорскування в циліндрі закінчений. Колінчастий вал і паливний насос високого тиску (ПНВТ) повертаються далі. Розподільчий плунжер ПНВТ ковзає назад, і з наповнюючого отвору надходить паливо.

Розподільчий плунжер ПНВТ повертається до каналу випускного отвору для наступного циліндра. Виступи кулачкового диска знову зачіпляються за ролики кільця обкату. Розподільчий плунжер ПНВТ натискається вперед, і

паливо впорскується під тиском.

Фільтр. На стенді встановлений фільтр – відстійник (див. рис. 3.8), який призначений для тонкої очистки палива а також для зливу відстою палива.



Рисунок 3.8 - Фільтр тонкої очистки палива

Паливний бак. На стенді встановлений паливний бак (див. рис. 3.9), який призначений для зберігання дизельного палива, він має два штуцери, один з них призначений для подачі палива до ПНВТ, другий для зливу палива з зворотки.



Рисунок 3.9 - Паливний бак

Лічильник. На стенді встановлений лічильник (див. рис. 3.10), який призначений для обліку кількості палива, яке перекачує підкачуючий насос для підтримання тиску в корпусі насоса, дійсне значення цього тиску відображає манометр, встановлений в корпус насосу.

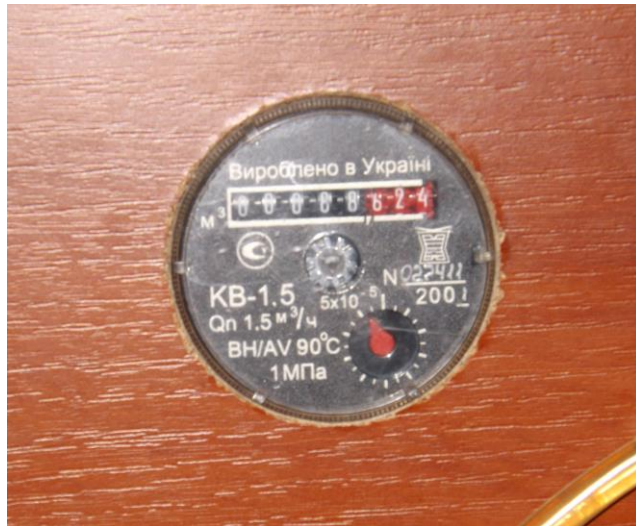


Рисунок 3.10 - Лічильник кількості палива

Колби перевірки якості розпилення. На стенді встановлені Колби перевірки якості розпилення (див. рис. 3.11), які служать в для імітації циліндрів двигуна. Внизу є мірні шкали, по яких визначаємо кількість палива, яке впорскується в циліндри.



Рисунок 3.11 - Колби перевірки якості розпилення

Котрольний манометр. На стенді встановлено 5 гідравлічних манометрів (див. рис. 3.12) для контролю за зміною тиску в системі при різних режимах роботи. 4 манометри встановлено на кожній з форсунок (тиск впорскування) , 1 в корпусі насоса (тиск підкачую чого насосу).



Рисунок 3.12 - Контрольний манометр

Пристрій відключення соленоїдного управління. На стенді встановлено пристрій відключення соленоїдного управління (див. рис. 3.13). Перш ніж дизельне паливо надійде в наповнювальний отвір розподільного плунжера ПНВТ, воно проходить електричний клапан з електромагнітним перемиканням - пристрій відключення соленоїдного управління. Воно включається при повороті ключа запалювання в першу позицію і звільняє шлях для палива. При виключенні двигуна надходження електрики переривається.

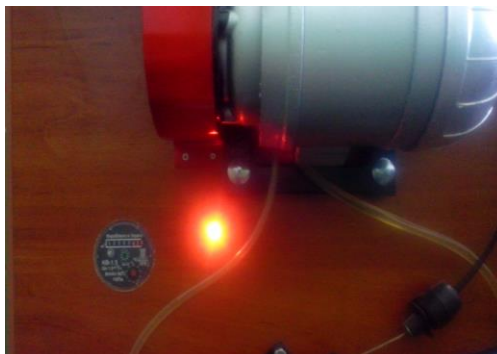


Рисунок 3.13 - Кнопка вмикання\вимикання соленоїда

Зворотній клапан. На стенді встановлений зворотній клапан (див. рис. 3.14), який призначений для пропускання потоку рідини тільки в одну сторону (стрілочкою показано напрям руху рідини).





Рисунок 3.14 - Зворотній клапан подачі палива

Паливні форсунки. На стенді встановлені 4 форсунки, вони є пружними механічними клапанами (див. рис. 3.15), які відкриваються, коли тиск подається в них палива перевищує певну межу. Таким чином, паливо розпилюється з розпилювача форсунки в циліндр через вихреву камеру (непрямий впорскування). На двигуні ААЗ встановлені двоступеневі форсунки, які відкриваються в два ступені в міру зростання тиску палива, що оптимізує горіння палива в двигуні.

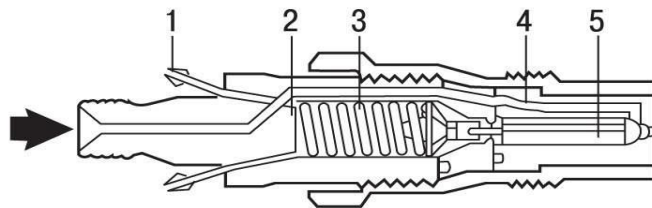


Рисунок. 3.15 - Форсунка:

1 - штуцер для зливної магістралі; 2 - регулювальна шайба; 3 - пружина розпилювача; 4 - корпус розпилювача; 5 - голка розпилювача.

## 4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Використання прикладного програмного забезпечення для вирішення задач магістерської роботи

В магістерській роботі було використано програми для текстового редагування: Microsoft Word; для графічного проектування AutoCAD і «КОМПАС»; Нижче подано короткий опис даних програм.

Microsoft Word (часто - MS Word, WinWord або просто Word) - текстовий процесор, призначений для створення, перегляду і редагування текстових документів, з локальним застосуванням найпростіших форм таблично-матричних алгоритмів. Випускається корпорацією Microsoft у складі пакету Microsoft Office.

Microsoft Word - це універсальний редактор текстів і засіб підготовки оригінал-макетів. Ось тільки деякі з функцій, підтримуваних Word:

- використання безлічі різних шрифтів (розмірів і накреслень) символів і різних способів їх виділення (напівжирний, курсивні, підкреслені символи й т.д.);
- вказівка параметрів абзаців тексту і сторінок документа;
- друк колонтитулів довільного виду;
- автоматичне формування змісту і різних видів покажчиків;
- оформлення таблиць і абзаців;
- включення малюнків (графічних файлів);
- розміщення абзаців (наприклад, малюнків) в будь-якому місці сторінки (решта тексту при цьому може огинати hbaseujr).

Досвідчені користувачі дуже цінують таку можливість Word, як стиль. Стиль - набір форматуючих команд, що зберігається під своїм ім'ям, для багаторазового використання.

Word дозволяє записати так звану таблицю стилів – всі параметри найбільш часто використовуваних видів оформлення тексту: абзаців, символів і розділів документа. Якщо зробити це, то потім будь-якій ділянці тексту можна

буде присвоїти один з "стандартних" видів оформлення за допомогою 1-2 натискань клавіш. Це не тільки значно прискорює набір документа, але і підвищує гнучкість його оформлення.

Засоби перевірки орфографії, граматики, а також застосування словника-тезауруса покращує стиль викладу. У Word включена підтримка більш ніж 30 файлових форматів різних текстових редакторів. Багато користувачів також застосовують Word для створення і ведення списків поштової розсилки і для складання листів електронної пошти. До всіх описаних можливостей Word можна додати можливість налаштування середовища Word-меню, панелі інструментів, поєднання клавіш і режим перегляду документа. Документ - об'єкт Windows, створений в додатку і містить інформацію певного типу.

AutoCAD – двох і тривимірна система автоматизованого проектування і креслення, розроблена компанією Autodesk. Перша версія системи була випущена в 1982 році. AutoCAD і спеціалізовані додатки на його основі знайшли широке застосування в машинобудуванні, будівництві, архітектурі та інших галузях промисловості. Програма випускається на 18 мовах. Рівень локалізації варіюється від повної адаптації до переведення тільки довідкової документації. Російськомовна версія локалізована повністю, включаючи інтерфейс командного рядка і всю документацію, окрім керівництва з програмування.

Програма «AutoCAD» багато разів скорочує час на перевірку креслень. Програма дозволяє створювати різні таблиці, проводити експорт і імпорт даних «MS Excel», а також маніпулювати різними текстовими вставками.

Для промислового двомірного проектування, дана програма пропонує найефективніші інструменти. Спеціалізовані, потужні графічні пакети, які створюються на базі даної програми, відмінно підходять для архітекторів і будівельників.

Відмінною особливістю даної програми є дуже зручний інтерфейс, який дозволяє наближати або віддаляти зображення на екрані комп'ютера, використовуючи функції панорамування.

Крім основних функцій даної програми, тобто функцій створення різних



креслень, програма дозволяє ефективно прив'язувати до графічних об'єктів програми, інші об'єкти, які можуть зберігатися у зовнішній базі даних, використовуючи посилання.

Відмінною можливістю для інженера, який працює у програмі «AutoCAD», є можливість виведення на друк кількох креслень.

Останні версії даної програми ефективно використовують можливості тривимірного проектування, і дозволяє переглядати моделі з будь-якої точки, перевіряти інтерференцію і експортувати модель для створення анімації, а також отримувати виробничі дані і виробляти технічний аналіз.

Для збереження різних креслень в програмі «AutoCAD» використовуються два формати файлів, які створені виключно для програми «AutoCAD». Так - це формати \*. DXF і \*. DWG.

«Компас» - сімейство систем автоматизованого проектування з можливостями оформлення проектної та конструкторської документації відповідно до стандартів серії ЕСКД і СПДС.

Розробляється російською компанією «Аскон». Назва лінійки є акронімом від фрази «комплекс автоматизованих систем», в торгових марках використовується написання великими літерами - «КОМПАС».

Програми даного сімейства автоматично генерують асоціативні види тривимірних моделей (у тому числі розрізи, перерізи, місцеві розрізи, місцеві види, види по стрілці, види з розривом). Всі вони асоційовані з моделлю: зміни в моделі призводять до зміни зображення на кресленні.

Стандартні види автоматично будуються в проекційному зв'язку. Дані в основному написі креслення (позначення, найменування, маса) синхронізуються з даними із тривимірної моделі. Є можливість зв'язку тривимірних моделей і креслень зі специфікаціями, тобто при «належному» проектуванні специфікація може бути отримана автоматично; крім того, зміни до кресленні або моделі будуть передаватися в специфікацію, і навпаки.

Існує велика кількість додаткових бібліотек до програм сімейства, що автоматизують різні спеціалізовані завдання. Наприклад, бібліотека стандартних виробів дозволяє додавати вже готові стандартні деталі в

тривимірні збірки (кріпильні вироби, підшипники, елементи трубопроводів, шпонки, ущільнення), а також графічні позначення стандартних елементів на креслення (позначення отворів), надаючи можливість завдання їх параметрів.

Основні компоненти «Компас-3D» - власне система тривимірного твердотільного моделювання, універсальна система автоматизованого проектування «Компас-Графік» і модуль проектування специфікацій.

Система «Компас-3D» призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи. Параметрична технологія дозволяє швидко одержувати моделі типових виробів на основі одного разу спроектованого прототипу. Численні сервісні функції полегшують вирішення допоміжних завдань проектування й обслуговування виробництва.

Ключовою особливістю «Компас-3D» є використання власного математичного ядра і параметричних технологій, розроблених фахівцями компанії «Аскон».

#### **4.2 Розроблення програмного забезпечення для автоматизації проектно-конструкторських робіт**

Процес проектування підприємств з інформаційної точки зору є перетворенням техніко-економічної інформації, що міститься в початкових і, проміжних даних, в інформацію готового проекту. Під перетворенням (проектній інформації розуміється технологічний процес, що складається з виконання певної послідовності проектних процедур, об'єднаних єдиною метою відповідно до процесу, що реалізується. Цей процес може бути представлений сукупністю дій, в результаті виконання яких розробляються проектні рішення. Алгоритмом розробки рішення є проектна процедура. Таким чином, інформаційна структура процесу проектування є послідовність рішень, що чергуються, і процедур. Безпосереднім явищем системної концепції є узагальнений розгляд проектування як системи, тобто того, що проектується (об'єкт), і тих, хто проектує (процес).

Проектування в загальному сенсі служить досягненню певної кінцевої мети, що полягає в задоволенні суспільної потреби шляхом заміни незадовільного стану об'єкта іншим, бажаним.

Проектоване підприємство, з системних позицій, являє собою організацію складових його цехів і служб, як носіїв бажаних властивостей з урахуванням реалізації потрібних зв'язків. У свою чергу, процес проектування - це організація і виконання складових його процедур і рішень як носіїв, так і зв'язків з урахуванням необхідних властивостей створюваного підприємства, як єдиного цілого.

Тому проектування повинне розглядатися як направлена дія проектуючої системи на проект. Ця дія здійснюється шляхом використання проектувальниками найбільш - прогресивних методів дій і засобів проектування (рисунок 4.1).

Таким чином, система проектування реалізує дві групи цілей, орієнтованих на об'єкт і процес проектування відповідно. Перша група цілей направлена на підвищення ступеня досконалості об'єкту, що виражається, в досягненні його якнайкращих функціональних і техніко-економічних, показників. Цілі, орієнтовані на вдосконалення процесу проектування, повинні забезпечити підвищення якості прийнятих рішень, скорочення трудовитрат і термінів розробки проекту.

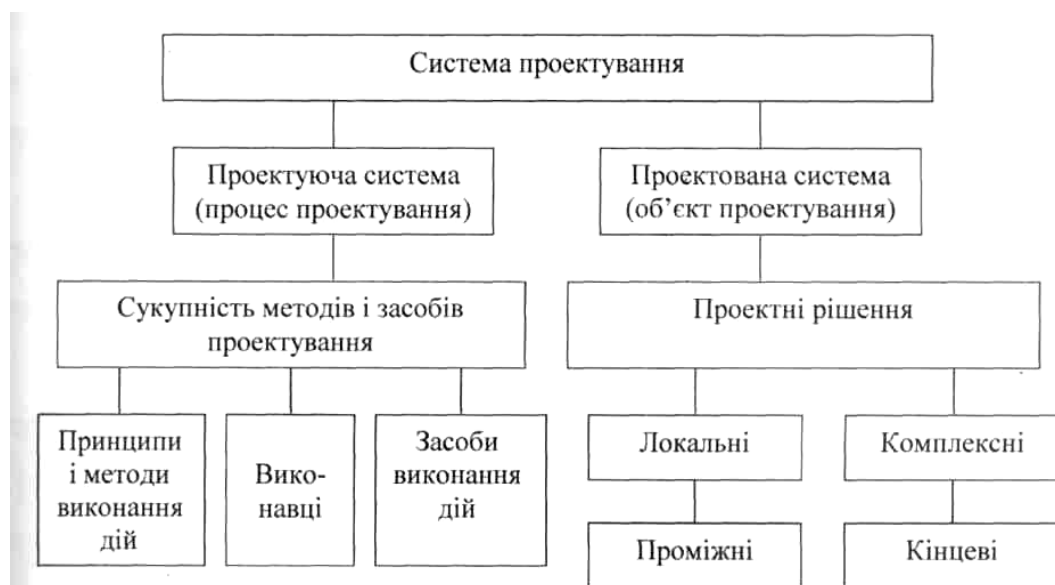


Рисунок 4.1 - Структура системи проектування

Терміни і якість проектування є зараз основними чинниками, що впливають на еволюцію розвитку промислового підприємства, і з цієї точки зору створення прогресивнішої технології і організації слід вважати одним найважливішим завдань методології проектування. Кожна з перерахованих складових, у свою чергу, визначається сукупністю чинників. Підвищення якості проектів забезпечується за рахунок: прогнозування властивостей і ТЕП об'єкту; створення оціночних показників (критеріїв) рішень і нормативів для них; організації варіантного проектування і оцінки проміжних рішень; виділення складу типових процедур і їх алгоритмів виконання; створення уніфікованих моделей для дослідження поведінки об'єктів проектування.

Терміни і трудомісткість, розробки проектів залежать від створення елементної бази проектування (уніфікації процедур і рішень); стандартизації вимог до проектування компонентів об'єкту, при розміщенні їх на планах площадки будівництв і корпусів; створення наскрізних процесів проектування; організації розподілених баз даних, що містять наскрізні проектні відомості вдосконалення технології проектування і структури проектної організації.

Призначення проектуючої системи зводиться до рішення визначеного типу практичних завдань в цілях задоволення існуючої потреби об'єкту проектування.

Завдання — це формулювання індивідуальної або суспільної потреби, що очікує свого задоволення. Її рішення повинне бути виконано з урахуванням стану сучасних знань проектування підприємств і прийнятих показників оцінки результату.

В процесі рішення проектних задач може виникнути недостатність як в початкових даних, так і в способі дій проектуючої системи, тобто методологічних основах її виконання. Засобом, за допомогою якого проектуюча система реалізує завдання, є методи і технологія проектування. Результатом виконання проектного завдання є рішення, що описує проєктований об'єкт. Вибрати оптимальне, рішення зі всіх можливих, що задовольняє якнайкращому співвідношенню між конкуруючими вимогами за заданих умов і обмежень, дозволяє також методологія проектування.

З позицій виконуваних дій ухвалення рішення слід розглядати як вибір і оцінку його результатів. Вибір складається з розгляду і оцінки об'єктів вибору з наступним визначенням пріоритетів. Оцінка - це ранжирування об'єктів вибору, а визначення пріоритету - формулювання критерію вибору.

Проектна операція є дією або формалізованою сукупністю дій, що становлять частину проектної процедури, алгоритм яких залишається незмінним для ряду проектних процедур.

Під виконанням проектної процедури розуміють процес перетворень відомостей, що містяться в початкових або проміжних даних, в інформацію проектного рішення. Будь-яка проектна процедура якоюсь мірою відображає свою участь в отриманні кінцевого результату, отже, її інформаційні взаємовідносини повинні відображати частку її участі в отриманні сумарного результату.

Вмістом проектних процедур в розділах проекту є організація відомостей, виконання розрахунків, вибір схем, процесів або конструкцій, розміщення елементів, створення креслень і т.д. У зв'язку з цим склад процедур виявляється з функцій, виконуваних виконавцями на етапах процесу проектування промислового підприємства. Проектна процедура може бути представлена у вигляді моделі, яка відображає групу властивостей проектних операцій в конкретному діапазоні умов. Модель як сукупність відомостей і параметрів, одержаних в результаті її реалізації, може бути представлена в графічній, табличній формах або у вигляді аналітичних формул, що характеризують залежність показників.

Практично всі види проектних робіт залежно від виконуваних функцій можна укрупнено розділити на інформаційно-довідкові, розрахункові, логічні, розміщення і графічні. Роль кожного виду робіт в ефективності проектування і якості рішень різна. Таке групування проектних робіт дозволяє провести аналіз виконуваних в них дій, виділити формалізуючі сукупності проектних процедур, а також дії, властиві багатьом процедурам. Розрахункові, інформаційно-довідкові, розміщення і логічні процедури відносяться до творчих робіт. Логічні роботи - це вибір схем, інструкцій, процесів і устаткування. Ці роботи

впливають як на прогресивність і якість рішень, так і на трудомісткість проектування. Використання обчислювальної техніки і інших методів і засобів виконання творчих робіт підсилює можливості людського інтелекту в створенні ефективних рішень і економить працю висококваліфікованих фахівців. Автоматизація, наприклад, виконання графічних робіт знижує лише трудомісткість проектування і вивільняє спеціалістів низької кваліфікації.

По суті тільки творчі процедури визначають якість і прогресивність проекту, а уміння їх виконувати характеризує ефективність дій проектувальників. Відсутність необхідних знань виконання творчих процедур веде до зайвих трудовитрат і зниження рівня прогресивності ухвалюваних рішень.

У проектуючій системі необхідно виявити етапи і процедури, що впливають на творчі процеси, упорядкувати взаємозв'язки між учасниками проектування, встановити можливі межі уніфікації і формалізації процедур і рішень.

Оскільки процес проектування реалізує організацію і утворення інформації про об'єкт, то при формалізації процедур визначається їх інформаційний зміст, кількість і характер виконання дій. Таким чином, формалізація процедури являє собою отримання її моделі і алгоритму виконання послідовності складових операцій і методів їх реалізації.

Терміни проектування і продуктивність праці виконавців залежать від ступеня уніфікації проектних процедур і рішень, від створення вищого рівня організації їх виконання. В результаті такого аналізу встановлено кількість і зміст етапів, на яких виконуються роботи проектуючими відділами, склад і характеристика проектних процедур, що відображає методи їх виконання; нормативи і документи, використовувані в процесі функціонування; алгоритми перетворення інформації і зміст вихідних документів.

Дослідження складу проектних етапів і завдань дозволило встановити, що, не дивлячись на тематичну їх неоднорідність, в цілому вони характеризуються використанням інваріантних по функціях процедур. Ці процедури пов'язані з узагальненням і аналізом інформації, виконанням логічних дій, проведенням

розрахунків, виконанням графічних і планувальних робіт і т.д. Подальший аналіз алгоритмів проектних процедур дозволив провести їх класифікацію і групування в межах наочної області проектування. В якості ознак класифікації були прийняті характеристики процедур, оператори дій, умов і способи їх виконання. На підставі отриманих результатів було сформовано 12 процедур. Аналіз використання процедур, виключення циклів, що повторюються, проектування і застосування методу, функціонального заміщення дозволили скоротити кількість проектних етапів з 15 до 10 і відповідно загальна кількість процедур проектування з 536 до 156 (таблиця 4.1). Методологічні основи автоматизованого проектування забезпечуються розробкою прогресивних способів виконання проектних процедур і рішень, мірою впорядкованості і взаємодії компонентів процесу проектування, що становлять, в результаті доцільної його діяльності. Це визначається створенням елементної бази (уніфікації) проектування, методами і засобами виконання дій виконавцями при розробці рішень і оптимальною структурою процесу проектування, що встановлюють склад і правила реалізації і взаємодії складників і необхідного забезпечення. При цьому правильний розподіл і проектування функцій об'єкту, що характеризують його різні властивості, між розділами процесу проектування забезпечують узгоджену поведінку виконавців і забезпечуючих компонентів (програмного, організаційного і ін.), виходячи з визначальної ролі кінцевого результату. Взаємодія компонентів процесу, його структурна і функціональна єдність здійснюються за рахунок створення сукупності кризних процесів проектування, для виконання і організації виконавців.

На основі аналізу структури проектуючої системи й моделі формування комплексного проекту розроблені логічні схеми проектування (ЛСП) в цілому проекту (рисунок 4.1) і складаючих підсистем. ЛСП відображає функціональний порядок рішення завдань і являє собою ієрархічну структуру що включає рівні декомпозиції об'єкту і розділяє процес проектування на етапи розробки. Етапи, процесу описуються графом, вершиною якого являються проектні рішення, а дугами - проектні процедури.

Таблиця 4.1 - Склад етапів і процедур автоматизованого процесу проектування

Номер етапу	Етап	Кількість процедур
1	Збір даних для визначення параметрів підприємства	13
2	Розрахунок параметрів підприємства і визначення його складу	44
3	Розрахунок параметрів систем енергозабезпечення	18
4	Розробка об'ємно-планувальних рішень будівель і споруд	6
5	Вибір площадки будівництва і отримання технічних умов	25
6	Уточнення параметрів підприємства і систем енергозабезпечення, складання основних положень з нормуванням ТЕП	13
7	Уточнення об'ємно-планувальних рішень. Технологічна розцеховка, схема вантажопотоків. Розробка генплану	9
8	Розрахунок систем і обладнання енергозабезпечення. Трасування зовнішніх інженерних мереж на генплані	12
9	Складання об'єктних і звітних підрахунків проекту організації будівництва	2
10	Розрахунок ТЕП, ефективності і якості розділів і проекту в цілому. Складання пояснювальної записки	14

Цілями розробки ЛСП є: формалізоване представлення процесу рішення взаємопов'язаних етапів проектування, що відображає багаторівневу декомпозицію об'єкту і етапи його розробки; виділення на рівнях декомпозиції об'єкту і етапах його розробки процедур проектування, побудови інформаційних моделей проектних рішень і умов їх оптимізації і контролю; представлення рішення складної багаторівневої задачі до рішення задач меншої складності і зображеної у вигляді багаторівневої, паралельно-послідовної логічної схеми; створення алгоритмічної основи САПР, призначеної для реалізації проектних рішень і управління процесами їх розробки, побудови інформаційної моделі проектного об'єкту; визначення вимог до складу і



структури забезпечень СЖПР; виявлення вимог для створення технологій автоматизованого проектування підприємств.

Для систематизації властивостей проектних дій, визначення рівня їх уніфікації і автоматизації, створення найбільш ефективних способів виконання процедур, а отже і отримання прогресивних рішень виявлені типові процедури для всіх розділів проекту (таблиця 4.2).

Таким чином, кожен етап складається з сукупності типових процедур, інваріантних в межах наочної області і в залежності від цілей і структури проектного об'єкту склад процедур по етапах може мінятися, при цьому типові процедури можуть повторюватися в різних етапах.

Таблиця 4.2 - Типовий склад проектних процедур

Процедура	Питома вага трудомісткості проектних робіт	Можливий рівень виконання з допомогою обчислювальної
Організація і обробка даних	9	40
Вибір принципів схем, процесів і конструкцій	4	50
Виконання розрахунків	16	100
Вибір складу обладнання	8	100
Розміщення і компоновочні рішення	9	60
Формування і видача завдань суміжникам	4	80
Уточнення прийнятих рішень із суміжниками	3	40
Розробка конструктивних елементів	4	80
Графічне виконання рішень	21	100
Складання відомостей і специфікацій обладнання, матеріалів	7	100
Оцінка ТЕП і лімітів вартості	3	70
Оформлення проекту	6	30

При цьому алгоритми типових процедур однакові для всіх розділів проектування; а етап виконуваних дій в них буде різним. Для кожного розділу в

однорідних процедурах буде свій, в певній мірі відмінний, зміст даних і дій.

В результаті цього зроблений висновок про можливість побудови процесів проектування на основі типових процедур.

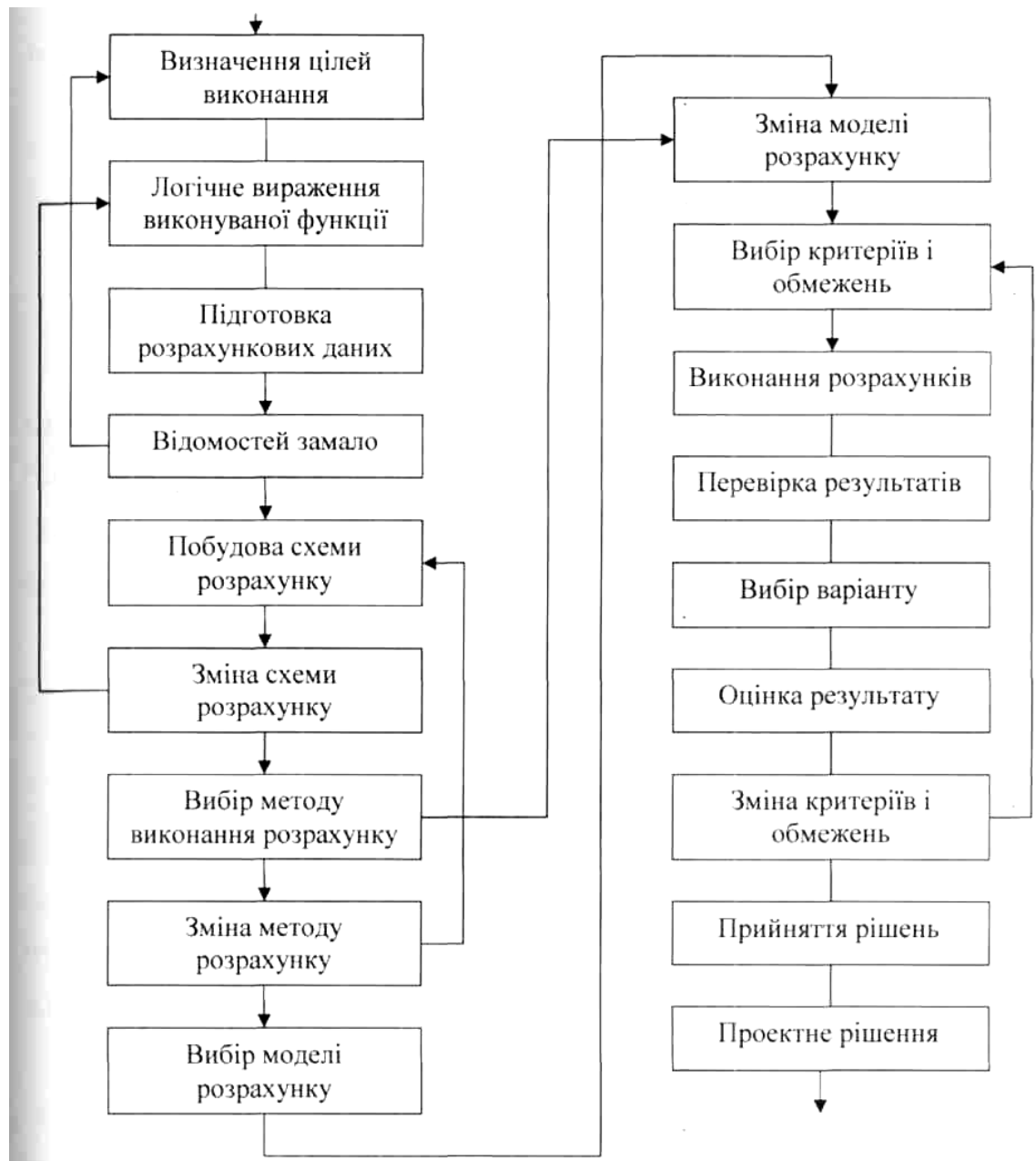


Рисунок 4.2 - Алгоритм виконання розрахункової процедури застосування

Аналіз змісту проектних дій і алгоритмів процедур дозволяє розчленувати функції їх виконання, побудувати класифікацію постійних і змінних операцій. Постійною частиною процедури є порядок її виконання, форми і методики, по яких реалізуються дії. Змінною частиною процедури являються організація даних, методи і засоби її виконання, вибір варіантів

результату, його оцінка і обґрунтування. В результаті цього зроблений висновок про можливість формалізації типових процедур з метою створення умов автоматизованого проектування.

До повністю формалізованих із складу типових відносяться наступні процедури:

- формування й видача завдань суміжникам;
- графічне виконання рішень;
- складання відомостей і специфікацій устаткування, матеріалів;
- оцінка ТЗП і лімітів вартості;
- оформлення проекту.

В цілях подальшого вдосконалення процесу розроблені і обґрунтовані специфічні принципи побудови САПР системного проектування. В якості принципів, що визначають новизну концепції створюваної САПР, слідує відмітити:

- а) взаємозв'язок уніфікації і автоматизації;
- б) економічну інтеграцію;
- г) управління якістю проектних рішень.

Так, поєднання методів уніфікації і автоматизації забезпечує впорядкування потоків інформації і скорочення взаємозв'язків, виконання конструкторських рішень методом монтажу з раніше створених елементів. Принцип економічної інтеграції дозволяє на етапах проектування регулювати значення узагальнених показників (потужність виробництва, чисельність тих, що працюють, площа підприємства) через проміжні складові - трудомісткість, стажомісткість і ін. Реалізація цього принципу забезпечує об'єднання функціонально взаємозв'язаних завдань в наскрізні процеси проектування. Принцип управління якістю ухвалюваних рішень являє собою сукупність прогресивних методів і засобів в проектуванні, що забезпечують прогнозування властивостей і ТЗП створюваного об'єкту, оцінку ухвалюваних рішень на початковій і проміжних стадіях його розробки.

## 5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1 Визначення залежності кількості палива від часу впорскування

Метою даного дослідження є визначення експериментальної залежності кількості палива, що впорскується кожною форсункою за певний період часу. Оскільки тиск впорскування кожної форсунки є різним, в результаті дослідження ми отримаємо залежність дійсної кількості палива від тиску впорскування форсунок та положення важеля акселератора.

Порядок проведення дослідження:

1. Переконайтесь у відсутності пошкоджень паливопроводів, струмопроводних частин, надійності кріплення основних частин стенду, наявності захисного заземлення та достатньої кількості палива в паливному баку;
2. Увімкнути стенд в електричну мережу, переконайтесь що відбувається подача струму на соленоїдний клапан ПНВТ: кнопка керування живленням клапана повинна бути увімкнена (підсвітка НЕ повинна горіти);
3. Перемістити важіль керування акселератором в положення холостого ходу, крани зливу рідини з мірних посудин повинні бути закриті;
4. Одночасно з увімкненням стенду увімкнути секундомір і дати пропрацювати стенду визначений проміжок часу;
5. Після закінчення роботи зачекати деякий час, щоб дати паливу можливість повністю стекти в мірні посудини;
6. Зафіксувати дійсні значення кількості палива, занести отримані результати в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Залежність кількості палива від часу впорскування в положенні акселератора, що відповідає холостому ходу

Форсунка	Дійсна кількість палива, що впорскується форсунками, мл	
	час впорскування, хв.	
	1	2
№1 (тиск впорскування 40Атм)	8	16
№2 (тиск впорскування 100Атм)	3	6
№3 (тиск впорскування 125Атм)	2	4
№4 (тиск впорскування 170Атм)	1	2

**Визначення залежності кількості палива від часу впорскування в положенні 50% акселератора**

Проведення даного дослідження аналогічне дослідженню 5.1.1, за винятком того, що важіль керування акселератором повинен знаходитись в положенні 50%.

Отримані результати заносимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 - Залежність кількості палива від часу впорскування в положенні 50% акселератора

Форсунка	Дійсна кількість палива, що впорскується форсунками, мл	
	час впорскування, хв.	
	1	2
№1 (тиск впорскування 55Атм)	16	32
№2 (тиск впорскування 110Атм)	8,5	17
№3 (тиск впорскування 155Атм)	6	12
№4 (тиск впорскування 245Атм)	2,50	5

**Визначення залежності кількості палива від часу впорскування в положенні 100% акселератора**

Проведення даного дослідження аналогічне дослідженню 5.2, за винятком того, що важіль керування акселератором повинен знаходитись в положенні 100%.

Отримані результати заносимо в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 - Залежність кількості палива від часу впорскування в положенні 100% акселератора

Форсунка	Дійсна кількість палива, що впорскується форсунками, мл	
	час впорскування, хв.	
	1	2
№1 (тиск впорскування 65Атм)	20	40
№2 (тиск впорскування 115Атм)	12	24
№3 (тиск впорскування 160Атм)	10	20
№4 (тиск впорскування 255Атм)	5	10

Визначення залежність кількості палива від часу впорскування в змішаному циклі. Під змішаним циклом мається на увазі положення акселератора: 30сек - 25%, 30 сек - 50%, 30сек - 75%, 30сек - 100%).

Проведення даного дослід аналогічне дослід 5.1.1, за винятком того, що важіль керування акселератором повинен знаходитись 30 секунд в положенні 25%, 30 секунд в положенні 50%, 30 секунд в положенні 75% та 30 секунд в положенні 100%.

Отримані результати заносимо в таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 - Залежність кількості палива від часу впорскування в змішаному циклі

Форсунка	Дійсна кількість палива, що впорскується форсунками, мл			
	час впорскування, хв.			
	0,5	1	1,5	2
№1 (тиск впорскування 40-65Атм)	5,5	14	23	34
№2 (тиск впорскування 105-115Атм)	2,875	7,125	12,25	20
№3 (тиск впорскування 125-160Атм)	2	5	9,125	16
№4 (тиск впорскування 170-255Атм)	0,875	2	3,875	8

Висновок: даний дослід наочно продемонстрував, що форсунки з високим тиском впорскування мають хорошу залежність положення важеля

акселератора і кількості впорскуваного палива на всьому діапазоні роботи від холостого ходу до максимальної подачі, особливо наочно це показала форсунка з найвищим (245Атм) тиском впорскування, яка демонструє практично лінійну залежність кількості палива від кута повороту плунжера.

Натомість форсунка з найнижчим (55Атм) тиском впорскування демонструє таку лінійність тільки в нижньому діапазоні положення акселератора, і після 50% положення акселератора практично не реагує на кут повороту плунжера, продовжуючи впорскувати практично ту-ж кількість палива.

Це пояснюється тим, що незначне зусилля пружини форсунки, яке потрібно подолати плунжеру, призводить до того, що форсунка швидко виходить на свою максимальну подачу, тому діапазон подач такої форсунки

значно вузьчий за норму. Форсунки з тугішими пружинами, а отже і вищим тиском впорскування, мають плавне наростання кількості впорскуваного палива, і відповідно значно ширший діапазон роботи.

## **5.2 Визначення залежності тиску впорскування форсунок від положення акселератора**

Метою даного дослідження є визначення експериментальної залежності тиску впорскування кожної форсунки при зміні положення акселератора від холостого ходу до 100% подачі палива.

Порядок проведення дослідження:

1. Переконайтесь у відсутності пошкоджень паливопроводів, струмопроводних частин, надійності кріплення основних частин стенду, наявності захисного заземлення та достатньої кількості палива в паливному баку;
2. Увімкнути стенд в електричну мережу, переконайтесь, що відбувається подача струму на соленоїдний клапан ПНВТ;
3. Перемістити важіль керування акселератором в положення

холостого ходу та увімкнути стенд;

4. Зафіксувати значення тиску впорскування кожною форсункою;
5. Переміщати важіль керування акселератором в положення 25%, 50%, 75% та 100%, в кожному з цих положень фіксувати значення тиску впорскування кожною з форсунок;
6. Занести отримані результати в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 – Залежність тиску впорскування форсунок від положення акселератора

Форсунка	Тиск впорскування, атм				
	акселератор, %				
	xx	25	50	75	100
№1	40	50	55	60	65
№2	100	106	110	113	115
№3	125	145	155	158	160
№4	170	225	245	250	255

Висновок: даний дослід наочно продемонстрував, що форсунки з низьким тиском практично не реагують зміною тиску на зміну кількості впорскуваного палива, натомість-же форсунки з високим тиском впорскування показують хорошу парабоїдальну криву залежності тиску впорскування від подачі палива плунжером.

Це пояснюється тим, що слабка пружина форсунки з низьким тиском не може створити достатнього опору, відповідно форсунка незалежно від подачі палива плунжером починає надто швидко відкриватись і не може створити хорошого розпилення. Більш жорстка пружина створює достатній опір паливу, тому тиск впорскування росте разом зі збільшенням подачі палива плунжером.

### 5.3 Перевірка герметичності форсунок

Метою даного дослід є експериментальне визначення герметичності (залежності зниження тиску від часу цього зниження) кожною з форсунок від



максимального значення до повної втрати тиску форсункою.

Порядок проведення досліду:

1. Переконатись у відсутності пошкоджень паливопроводів, струмопровідних частин, надійності кріплення основних частин стенду, наявності захисного заземлення та достатньої кількості палива в паливному баку;
2. Увімкнути стенд в електричну мережу, переконатись, що відбувається подача струму на соленоїдний клапан ПНВТ;
3. Перемістити важіль керування акселератором в положення 100%;
4. Увімкнути стенд та дочекатись поки тиск впорскування кожної форсунки досягне максимального значення та стабілізується на ньому;
5. Вимкнути стенд та спостерігати за падінням тиску кожної форсунки, для кожної з форсунок буде свій тиск початку відліку (форсунка №1 – 250Атм, №2 – 150Атм, №3 – 100Атм, №4 – 50Атм), коли форсунка досягне тиску початку відліку увімкнути секундомір та фіксувати значення часу коли тиск буде знижуватись на кожні 25Атм.
6. Отримані результати заносимо до таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Результати перевірки форсунок на герметичність

Форсунка	Час зниження тиску, сек										
	залишковий тиск в форсунках, атм										
	250	225	200	175	150	125	100	75	50	25	0
№1(тиск початку відліку 50Атм)									17	5	0
№2 (тиск початку відліку 100Атм)							60	20	5	2	0
№3 (тиск початку відліку 150Атм)					25	12	6	4	2	1	0
№4 (тиск початку відліку 250Атм)	120	63	37	25	18	13	9	6	3	1	0

Висновок: даний дослід показав, що герметичність форсунки залежить не

тільки від тиску пружини, доказом цього є швидка втрата тиску форсункою №3, тиск впорскування якої високий, проте тиск в ній втрачається досить швидко, можлива причина – недостатньо щільне прилягання голки розпилювача.

#### 5.4 Перевірка якості розпилення палива

Порядок проведення досліду:

1. Переконатись у відсутності пошкоджень паливопроводів, струмопровідних частин, надійності кріплення основних частин стенду, наявності захисного заземлення та достатньої кількості палива в паливному баку;
2. Увімкнути стенд в електричну мережу, переконатись, що відбувається подача струму на соленоїдний клапан ПНВТ;
3. Перемістити важіль керування положення акселератора в положення холостого ходу і увімкнути стенд. В колбах стенду перевірити якість розпилення палива;
4. Повторити перевірку якості розпилення форсунок в положеннях 50% та 100% акселератора.
5. Занести отримані результати до таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Залежність якості розпилення від положення акселератора

Форсунка	Якість розпилення		
	положення акселератора, %		
	хх	50	100
№1			
№2			
№3			
№4			

Висновок: як можна наочно побачити в колбах для перевірки якості розпилення, низький тиск є причиною незадовільного розпилення палива, туман в такому випадку дуже слабкий, значна частина палива втрачається на підтікання, що в реальних умовах призвело би неповного згорання палива, а

отже втрати потужності, перерозходу палива і сильній токсичності і димності відпрацьованих газів.

Високий тиск впорскування натомість дає чудове рівномірне розпилення та відсутність підтікань, туман в цьому випадку дуже щільний і тримається значний проміжок часу після вимикання стенда, що вказує на рівномірність розпилення, що забезпечує повне та максимально ефективно його згорання.

Це пояснюється тим, що слабка пружина занадто швидко піднімає голку розпилювачу, тому в магістралі не встигає накопичитись достатній тиск, який і виконує основну роботу по розпиленню палива.

## 6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1 Вибір техніко-економічних показників, рухомого складу, потужності і типу СТО

Специфіка роботи СТО як виробничого підприємства накладає певні вимоги на встановлення понять основних показників такого підприємства. Для СТО так само, як і для промислових підприємств, встановлено два основних показники: виробнича потужність і розміри станції.

Виробнича потужність промислових підприємств визначається кількістю виробленої продукції в натуральному або вартісному вираженні за певний період. Для СТО в загальному вигляді таким показником є кількість комплексно обслуговуваних автомобілів протягом року.

Розмір підприємства визначається кількістю живої та уречевленої праці, тобто чисельністю працюючих і виробничими фондами. З деяким припущенням величина виробничих фондів, а отже, і розміри СТО можуть характеризуватись кількістю постів, що передбачені для обслуговування, ремонту, очікування та зберігання автомобілів.

Згідно рекомендацій [19], для малих та середніх міст з населенням до 100 тис. мешканців, де кількість робочих постів для ТО однієї моделі по розрахунках не перевищує 10, доцільно будувати універсальні СТО на 10-20 постів ТО і ПР автомобілів різних марок.

Для великих та крупних міст, за наявності великої кількості легкових автомобілів різноманітних марок, доцільна спеціалізація СТО із створенням фірмових автоцентрів.

В якості об'єкту визначення ефективності проектних рішень приймаємо діючу СТО, на якому була пройдена практика. СТО, призначенням якої є проведення повного комплексу робіт ТО та ПР легкових автомобілів індивідуальної власності.

На даній СТО здійснюються всі види послуг ТО і ПР рухомого складу, в тому числі гарантійне обслуговування та ремонт. СТО охоплює послугами ТО і

ПР не лише жителів прилеглих районів м. Тернополя, а й транзитних, що переважно курсують в напрямків: схід—захід, північ—південь.

На даній СТО знаходяться всі необхідні для нормального функціонування будівлі та споруди.

Режим роботи — вахтовий: два дні робочі, два наступні і неділя—вихідні. Тривалість зміни 12 годин. Категорія умов експлуатації автомобілів, обслуговуваних даною СТО, — друга.

Таблиця 6.1—Техніко-економічні показники СТО

Техніко-експлуатаційні показники СТО	Розмірність	Škoda	Mazda	Suzu ki	Інші
Середня кількість автомобілів, обслуговуваних за рік даною СТО, $N_{\text{СТО}}$	%	45	15	15	25
Дні роботи СТО за рік, $D_p$	днів	278	278	278	250
Середній річний пробіг одного автомобіля	км	20016	20016	18000	21000

Беручи до уваги показники діючої СТО, та враховуючи особливості м. Тернопіль, попередньо приймаються техніко-економічні показники проектованої СТО, з їх обґрунтуванням для трьох достатньо розповсюджених марок автомобілів і заносяться в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Вибір і обґрунтування техніко-експлуатаційних показників СТО по марках рухомого складу.

Техніко-експлуатаційні показники СТО	Розмірність	Mitsubishi Lancer X	Opel	ВАЗ	Обґрунтування вибору ТЕП
Середня кількість авто-мобілів, обслуговуваних за рік даною СТО, $N_{\text{СТО}}$	шт.	300	300	300	Виходячи із

Дні роботи СТО за рік, Др	днів	365	365	365	завдання
Середній річний пробіг одного автомобіля, L <sup>p</sup>	км	20000	20000	15000	

Для даного типу рухомого складу приймається друга категорія умов експлуатації, тобто автомобільні дороги I, II і III категорій в малих містах і приміській зоні на усіх типах рельєфу, крім гірського, що мають асфальтобетонні, цементно-бетонні, а також покриття з бітумомінеральних сумішей.

Характеристика прийнятого рухомого складу:

- 1) 300 автомобілів Mitsubishi Lancer– легкові автомобілі різних моделей і модифікацій, приведені до Mitsubishi Lancer X;
- 2) 300 автомобілів Opel-GMC– легкові автомобілі різних модифікацій і моделей, приведені до Opel Vectra St. Wagon 2.2.;
- 3) 300 автомобілів ВАЗ– легкові автомобілі різних модифікацій і моделей, приведені до ВАЗ 2110.

На основі вибраних техніко-експлуатаційних показників і рухомого складу для СТО розраховується виробнича програма по технічному обслуговуванню та поточному ремонту. Розрахунок цієї програми проводиться по групах автомобілів і в цілому. Для компактності запису надалі кожній моделі присвоюється власний індекс: 1—Mitsubishi Lancer X; 2 —Opel; 3— ВАЗ.

## 6.2 Технічні характеристики вибраного рухомого складу

Таблиця 6.3 – Технічні характеристики рухомого складу

Параметри	Модель автомобіля		
	1	2	3
Тип кузова	С	У	С
Колісна формула	4x2	4x2	4x2
Кількість місць	5	5	5

Споряджена маса, кг	1460	1245	1000	
Повна маса, кг	1960	1790	1475	
Максимальна швидкість, км/год	180	175	162	
Контрольна витрата палива, л/100км	7,2	6,8	7,1	
Радіус повороту, м	11,3	11,0	5,5	
Характеристика двигуна	ДР42,2	ДР42,2	БР41,5	
Потужність, к.с./хв <sup>-1</sup>	95/5000	125/4000	69/5600	
Крутний момент, Нм/ хв <sup>-1</sup>	150/3100	270/1500	112/3400	
Розмір шини	215/55R16	195/65HR15	175/70R13	
Норма пробігу шини, тис.км.	120	100	55	
Маса шини, кг	14,5	14,0	8,3	
Довжина, мм	4795	4490	4265	
Ширина, мм	1799	1707	1680	
Висота, мм	1433	1445	1420	
Передній звіс, мм	940	925	750	
База, мм	2833	2637	2492	
Лінійна витрата палива, л/100 км	8,3	8,5	7,6	
Витрата масла на 100л палива	Мотор., л	0,75	0,6	0,7
	Транс., л	0,15	0,1	0,15
	Спец., л	0,05	0,03	0,05
	Пласт., кг	0,1	0,1	0,1
Маса агрегату, кг	Двигун	150	95	140
	КПП	60	35	55
	Кардан	—	—	9
	ПМ	95	55	100
	ЗМ	80	50	78

## ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТО

При проектуванні розглядаються питання, пов'язані як з організацією роботи СТО, так і з її проектуванням. Тому при розрахунку будемо користуватися нормативною базою, що наведена в роботах [2,3,4,19,24], а також в інструкціях заводів-виробників з експлуатації дорожніх транспортних засобів.

Основою технічної політики на автомобільному транспорті, що забезпечує технічну справність рухомого складу в процесі його експлуатації, є планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту.

Технічне обслуговування є впливом, що виконується в плановому порядку, примусово, через визначені пробіги рухомого складу і має за мету підтримання дорожнього транспортного засобу в технічно справному стані та належному зовнішньому вигляді, забезпечення надійності, економічності, безпеки руху, захисту довкілля та зменшення інтенсивності погіршення параметрів технічного стану.

Ремонт, як правило, виконується за потребою, виявленою під час технічного обслуговування або в процесі експлуатації, та має за мету поновлення технічної справності транспорту.

Перелік видів технічних обслуговувань і ремонтів, їх періодичності та об'єму виконуваних при цьому робіт, згідно [3], встановлюють заводи-виробники автомобільної техніки.

Згідно з цими аргументами і враховуючи рекомендації, наведені в [2] і в інструкціях заводів-виробників автомобільної техніки, на АТП та СТО передбачаються наступні види технічних обслуговувань і ремонтів: щоденне обслуговування (ЩО), перше технічне обслуговування (ТО-1), друге технічне обслуговування (ТО-2), сезонне технічне обслуговування (СО), поточний ремонт (ПР).

Крім перерахованих видів технічного обслуговування деякі заводи-виробники автомобільної техніки за межами країн СНД (фірми VW, DC, Iveco, та інші) рекомендують проводити для своїх автомобілів як самостійний вид технічного обслуговування планову заміну масла в двигунах, з усіма супутніми



роботами по системі мащення, і називають цей вид обслуговування ЕО (“Engine Oil”), або в українському транслітеруванні – “Мащення двигуна” (МД).

Як самостійний вид ремонту передбачається капітальний ремонт (КР), що також може виконуватись на СТО, але, як правило, здійснюється на великих сервісних центрах.

Слід однак відмітити, що, згідно [19, 24], методика технологічного розрахунку СТО відрізняється від методики для АТП. Ця відмінність зумовлена імовірнісним характером заїздів на СТО для виконання всіх видів робіт приватних автомобілів, тоді, як на АТП до таких робіт належить лише ПР. Тому в основі методики технологічного розрахунку СТО покладено теорію масового обслуговування. Однак, згідно рекомендацій [19, 24], під час курсового та дипломного проектування використовуються середньостатистичні дані кількості заїздів на СТО, річного пробігу автомобілів, питомої трудомісткості ТО та ПР на 1000км пробігу і т.д.

### **6.3 Вибір і коректування вихідних нормативів технічного обслуговування і ремонту автомобілів**

Вихідними нормативами для технологічного розрахунку СТО служать: річний обсяг робіт ТО та ПР автомобілів; річна потужність (кількість комплексно обслуговуваних автомобілів); кількість робочих постів; тип СТО; режим роботи СТО; річний пробіг автомобілів тощо.

Для спрощення технологічного розрахунку, за звичай, використовують опосередковані нормативи питомих трудомісткостей ТО і ПР рухомого складу на 1000км (без врахування прибирально-мийних робіт), що приймаються, залежно від класу автомобілів [19, 24]: особливо малий—2,0люд.-год; малий—2,3люд.-год; середній—2,7люд.-год. Однак, для більш точних обрахунків нормативи питомих трудоємкостей на 1000км перераховуються з відповідних величин конкретних видів впливу (ТО-1, ТО-2, ПР).

Дані нормативи характеризують режими ТО і ПР рухомого складу в найбільш сприятливих умовах його експлуатації. Для визначення режимів ТО і

ПР в реальних умовах експлуатації дорожніх транспортних засобів, згідно рекомендацій [24], вихідні нормативи трудомісткостей коректуються за допомогою коефіцієнтів:  $n_{\text{ч}} = 0,8 - 0,9$  — використання робочого часу;  $n_{\text{о}} = 0,95$  — технічної готовності обладнання;  $n_{\text{с}} = 0,75 - 1,0$  — сезонності.

#### 6.4 Річний об'єм виробництва СТО

Об'єм виробництва визначає загальні річні трудомісткості кожного виду робіт і служить вихідним нормативом для розрахунку потреб підприємства у виконавцях певних робіт, робочих постах і обладнанні. Розрахунок річного об'єму виробничих робіт ведеться у вигляді таблиць 6.4.1 і 6.2.4.

Згідно [19], значення річних трудомісткостей технічних обслуговувань і ПР визначаються по залежності:

$$T^P = 0,001 \Sigma N_i \cdot L_i^P \cdot t_i$$

де  $N_i$  — кількість автомобілів  $i$ -ї марки, що обслуговується СТО за рік;  $L_i^P$  — річний пробіг автомобіля  $i$ -ї марки;  $t_i$  — питома трудомісткість робіт з ТО та ПР автомобілів  $i$ -ї марки, що в загальному випадку обчислюватиметься за формулою:

$$t_i = t_{\text{МД}} / L_{\text{МД}} + t_{\text{ТО1}} / L_{\text{ТО1}} + t_{\text{ТО2}} / L_{\text{ТО2}} + t_{\text{ПР}}$$

Із врахуванням коректуючих коефіцієнтів, остаточно:

$$t_{i1} = 0,5 / 10 + 5 / 20 + 8,9 / 60 + 2,3 = 2,75 ,$$

$$T_1^P = 0,001 \cdot 300 \cdot 20000 \cdot 2,7 \cdot 0,86 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 13472,3 ;$$

$$t_{i2} = +2,7 / 15 + 7,5 / 30 + 2,5 = 2,93 ,$$

$$T_2^P = 0,001 \cdot 300 \cdot 20000 \cdot 2,93 \cdot 0,86 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 14363 ;$$

$$t_{i3} = 2,3 / 5 + 9,2 / 20 + 2,8 = 3,72 ,$$

$$T_3^P = 0,001 \cdot 300 \cdot 15000 \cdot 3,72 \cdot 0,86 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 13676,6 ;$$

$$\Sigma T^P = 41512$$

Отримане значення загальної річної трудомісткості робіт з ТО та ПР автомобілів розподіляється по видах робіт, залежно від попередньо прийнятого

значення кількості всіх робочих постів (6-10), і заносяться в таблицю 6.4.

Таблиця 6.4—Розподіл трудомісткостей по видах робіт

№	Види робіт	Відносна трудомісткість робіт, залежно від кількості постів	
		% ,	Люд.-год
1	Діагностичні	4	1660
2	ТО в повному обсязі	15	6970
3	Змащувальні	3	1394
4	Регулювальні, встановлення передніх коліс	4	1859
5	Ремонт і регулювання гальмових систем	3	1394
6	ТО і ПР приладів системи живлення	4	1859
7	Електротехнічні	4	1859
8	Акумуляторні	2	930
9	Шиномонтажні	2	930
10	Агрегатні	8	3718
11	Кузовні (бляхарські, арматурні, зварювальні, мідницькі)	25	11618
12	Малярні	16	7436
13	Оббивні	3	1394
14	Слюсарно-механічні	7	3252
Всього		100	46472

Розподіл обсягу робіт ТО та ПР автомобілів по робочих постах та виробничих дільницях здійснюється у вигляді таблиці 6.5.

Річний обсяг трудомісткості прибирально-мийних робіт визначається залежно від річної кількості заїздів автомобіля на СТО і середньої трудомісткості цих робіт:

$$T_{нмр}^P = N_{СТО} \cdot d_a^P \cdot t_{нмр}$$

де  $T_{нмр}^P$  — річна трудомісткість прибирально-мийних робіт;  $N_{СТО}$  — кількість комплексно обслуговуваних автомобілів на СТО;  $d_a^P$  — кількість заїздів одного автомобіля на СТО протягом року (за звичай, приймається,  $d_a^P = 2 - 5$ );

$t_{нпр}$  — трудомісткість прибирально-мийних робіт на один заїзд ( $t_{нпр} = 0,1 - 0,25$  — для механізованої і  $t_{нпр} = 0,5$  — для ручної, напівмеханізованої мийки), люд.-год.

Однак, для проектованої СТО передбачається виконання ПМР і як самостійного виду послуг. Тоді, згідно рекомендацій [19], кількість заїздів одного автомобіля у рік припадає на 800-1000км його пробігу. Попередньо приймаємо, що автомобілі заїжджатимуть на СТО для здійснення ПМР, як самостійного виду послуг—1раз на 800км пробігу. Тобто, середня по всіх марках рухомого складу величина становитиме:  $d_a^p = 25$ .

Остаточню, із врахуванням коригуючих коефіцієнтів:

$$T_{нпр}^p = 25 \cdot 900 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,8 = 5760$$

Таблиця 6.5—Розподіл трудомісткостей за місцем виконання

№	Види робіт	Відносний обсяг робіт на постах, %			
		Постові		На ділянках	
		%	Люд.-год	%	Люд.-год
1	Діагностичні	100	1859	—	
2	ТО в повному обсязі	100	6970	—	
3	Змащувальні	100	1394	—	
4	Регулювальні, встановлення передніх коліс	100	1859	—	
5	Регулювальні гальмових систем	100	1394	—	
6	ТО і ПР приладів системи живлення	70	1301	30	558
7	Електротехнічні	80	1487	20	372
8	Акумуляторні	10	93	90	837
9	Шиномонтажні	30	279	70	651
10	Агрегатні	50	1859	50	1859
11	Кузовні (бляхарські, арматурні, зварювальні, мідницькі)	75	8714	25	2904
12	Малярні	100	7436	—	
13	Оббивні	50	697	50	697
14	Слюсарно-механічні		—	100	3252
Всього			35342		11130
Разом			46472		

## 6.5 Кількість робочих постів та автомобіле-місць очікування

Попередньо кількість робочих постів ТО та ПР на СТО визначається залежністю:

$$X = T_n^P \cdot \varphi / (\Phi_n \cdot P_n),$$

де  $T_n^P$  — сумарна трудомісткість постових робіт виробничих дільниць (за даними таблиць 2.1, 2.2);  $\varphi = 1,0 - 1,3$  — коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів;  $\Phi_n$  — річний фонд робочого часу поста, год;  $P_n$  — середня кількість робітників, що одночасно працюють на посту.

В свою чергу:

$$\Phi_n = D_{II}^{PP} \cdot T_{3M} \cdot C \cdot \eta_n,$$

де  $D_{II}^{PP}$  — кількість днів роботи поста за рік;  $T_{3M}$  — тривалість зміни, год.;  $C$  — кількість змін;  $\eta_n$  — коефіцієнт використання робочого часу на посту.

Згідно рекомендацій різних джерел [19,24], найбільш вживана кількість днів роботи постів (СТО) за рік приймається 253, 305, 357 та 365 днів. Тривалість зміни—6,7 або 8 годин. Кількість змін— $C = 1,5 - 3$ . Коефіцієнт використання робочого часу поста— $\eta_n = 0,9 - 0,95$ . Для нашого випадку приймаємо:

$$\Phi_n = 365 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 4161$$

При обчисленні кількості робочих постів необхідно скористатись даними таблиць.

Остаточо:

$$X_{ТОПР} = \frac{(35342 - 8714 - 7436) \cdot 1,3}{4161 \cdot 2} = 3,001$$

Кількість робочих постів для кожного виду (діагностичні, мащення і т.д.) розраховуються аналогічно і представлені у вигляді таблиці 6.6.

Таблиця 6.6—Розрахунок кількості постів по видах робіт

№	Види робіт	Трудомісткість постових робіт	Кількість постів	
			Розрахункова	Прийнята
1	Діагностичні	1660	0,3	

2	Регулювальні, встановлення передніх коліс	1660	0,3	1
3	Регулювальні гальмових систем	1245	0,2	
5	ТО в повному обсязі, шинні	6476	1,01	
6	ТО і ПР приладів системи живлення, електротехнічні, акумуляторні	2574	0,40	2
7	Змащувальні	1245	0,19	
8	Агрегатні та оббивні	2283	0,36	
9	Кузовні, бляхарські, зварювальні, мідницькі	7783,5	1,2	1
10	Малярні	6642	1,2	1
Всього		31570	5,41	5

Кількість постів ПМР для даного випадку:

$$X_{ПМР} = 5760 \cdot 1,3 / (365 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,95 \cdot 2) = 0,99$$

Остаточо приймається 1 пост ПМР.

Крім розрахунку кількості постів виробничих зон ТО і ПР рухомого складу необхідно визначити кількість допоміжних постів. До них відносяться пости прийомки та видачі автомобілів, контролю після ТО і ПР, пости сушіння після мийки та фарбування, автомобіле-місця очікування та зберігання. Згідно рекомендацій [19], загальна кількість допоміжних постів складає 0,25-0,5 на один робочий пост. Загальна кількість автомобіле-місць очікування ТО і ПР та готових до видачі, приймається з розрахунку 4-5 на один робочий пост. Відкриті стоянки для автомобілів клієнтів та персоналу СТО визначаються з розрахунку 7-10 автомобіле-місць на 10 робочих постів. Остаточо, кількість допоміжних постів уточнюється в процесі планування СТО.

## 6.6 Штати СТО

Штати СТО визначаються по наступних категоріях працюючих: виробничий персонал (робітники по ТО та ПР рухомого складу); допоміжний

персонал; адміністративно-службовий персонал.

Виробничий персонал СТО визначиться по формулі:

$$P = T_p / \Phi_{pp} \cdot K_{nn}$$

де  $T_p$  – річний об’єм робіт кожного виду;  $\Phi_{pp}$  – річний фонд робітника певної професії;  $K_{nn} = 1,02 \dots 1,05$  – коефіцієнт перевиконання норм виробітку.

В свою чергу  $\Phi_{pp}$  можна визначити за формулою:

$$\Phi_{pp} = K_x \left[ (n_{tr} - n_{тв}) \cdot \Gamma_t - D_c \cdot \Gamma_z - D_{nc} \right],$$

де  $K_x = 0,95$  – коефіцієнт врахування днів невиходу на роботу по хворобі та інших причинах;  $n_{tr}$ ,  $n_{тв}$  – кількість тижнів у році та тривалість відпустки у тижнях відповідно;  $\Gamma_t$ ,  $\Gamma_z$  – тривалість тижня і зміни в годинах;  $D_c$ ,  $D_{nc}$  – кількість святкових та передсвяткових днів у році. Згідно із Законом України №785\87-ВР від 26.12.1997 та трудовим договором між адміністрацією і персоналом СТО для 40-годинного тижня:

$$\Phi_{pp} = 0,95 \left[ (52 - 4) \cdot 40 - 0 \cdot 12 - 0 \right] = 1750$$

Розрахунок виробничого персоналу проводитиметься у вигляді таблиці 6.7. У відповідні рядки графі “річний об’єм робіт” цієї таблиці заносяться значення трудомісткості із таблиці 6.6.

Прийнята кількість працюючих заокруглюється до цілих чисел. Розподіл по змінах проводитиметься із врахуванням даних, приведених в таблицях 6.4 і 6.5, тобто виду впливу, при якому виконуються ті чи інші роботи і номери бригади, що виконує певні впливи.

Допоміжний персонал СТО виконує роботи по самообслуговуванню підприємства: ремонт і обслуговування технологічного обладнання, реманенту, інструменту; ремонт і обслуговування інженерних мереж і комунікацій; транспортування агрегатів, вузлів і матеріалів по території СТО; зберігання і видача матеріальних цінностей; переміщення рухомого складу для ТО і ремонту; прибирання виробничих приміщень і територій підприємства.

Визначення чисельності допоміжних робітників проводиться у відсотках від чисельності основного виробничого персоналу. Згідно рекомендацій [2], частка допоміжних складає 15-20% від цього числа. Тобто при чисельності 15

ремонтних робітників, які працюють в одній бригаді (зміні), попередньо приймається 2 чоловіки допоміжних. Ця кількість ремонтних та допоміжних робітників не виключає об'єднання розрахункового числа працюючих через малі фронти виконуваних робіт певної професії (наприклад, ковальські, зварювальні та ін.). Тобто робітник виробничого персоналу виконує і допоміжні роботи. Крім того, знову ж таки внаслідок малого фронту допоміжних робіт, доцільно користуватись послугами спеціалізованих підприємств для виконання конкретних робіт і конкретних об'ємів, згідно укладених домовленостей. Тому приймається: 2 чоловіки допоміжних працівників будуть здійснювати лише перегони рухомого складу.

Таблиця 6.7 — Виробничий персонал СТО

	Річний обсяг робіт, люд.-год	Річний фонд часу робітника, год	Штатна кількість робітників			
			Розрахункова	Прийнята		
				Всього	По бригадах	
				I	II	
Діагностичні	1660	1750	0,93	2	1	1
Регулювальні, встановлення передніх коліс	1660		0,93			
ТО в повному обсязі	6227		3,49	6	3	3
Змашувальні	1245		0,7			
Регулювальні гальмових систем	1245		0,7			
ТО і ПР приладів системи живлення	1660		0,93	4	2	2
Агрегатні	3321		1,9			
Шинні	830		0,5			
Електротехнічні	1660		0,93	2	1	1
Акумуляторні	830		0,5			
Кузовні (бляхарські, арматурні, зварювальні, мідницькі)	10378		1640	5,6	6	3
Оббивні	1245	0,7				
Слюсарно-механічні	2906	1,6		2		
Малярні	6642	1640	3,9	4	2	2
Всього	41512		25,96	26	13	13



Чисельність адміністративно-службового персоналу і пожежно-охоронної служби визначаються залежно від кількості основного виробничого персоналу, за рекомендаціями джерела [19] вона складає 20-25% і уточнюється додатково, залежно від кількості постів. Результати визначення чисельності адміністративно-службового персоналу СТО зводяться в таблицю 6.8.

Таблиця 6.8 – Адміністративно-службовий персонал СТО.

№ п/п	Функція управління	Чисельність персоналу, чол.	Розташування приміщень персоналу
1	Загальне керівництво	1	Адміністративно-виробничий корпус
2	Техніко-економічне планування і управління виробництвом	1	
3	Організація праці, заробітної плати і бухгалтерський облік	2	
4	Молодший обслуговуючий персонал, комплектація і підготовка кадрів, технічний контроль	2	
5	Загальне діловодство	1	
6	Матеріально-технічне постачання	1	
7	Пожежно-сторожова служба	8	
8	Технічна служба	1	
	Всього:	17	

### **6.7 Організація зберігання рухомого складу, розрахунок місць зберігання. Розрахунок і підбір технологічного обладнання виробничих зон і відділень**

Методи зберігання рухомого складу в АТП залежить від природньо-кліматичних і особливостей експлуатації автомобілів. Стосовно СТО без салону продаж зберігання рухомого складу організовується лише для автомобілів, що очікують обслуговування, готові до видачі, належать клієнтам та персоналу станції. Кількість місць зберігання автомобілів клієнтів та персоналу приймається з розрахунку 7-10 автомобіле-місць на 10 робочих постів.

До технологічного обладнання належать стаціонарні та переносні стенди,

верстати, прилади, пристрої та виробничий реманент (стелажі, столи, шафи) і інше обладнання для виконання виробничого процесу.

При повному завантаженні обладнання його кількість розраховується за річними трудовитратами і фондом робочого часу або пропускній здатності певних типів обладнання. Розрахунками визначається лише кількість технологічного обладнання: металообробних верстатів, установок для миття автомобілів, паливозаправних колонок.

По технологічній необхідності приймаємо кількість верстатів рівною трьом, а саме: токарний, обдирочно-заточний і вертикальний фрезерно-свердлильний.

Кількість установок для миття автомобілів дорівнює кількості постів ЩО рухомого складу. Для вибору конкретного типу мийної установки, що забезпечить виконання виробничої програми по ЩО рухомого складу, попередньо визначається її пропускна здатність за годину:

$$W = \varphi \cdot A_{\phi} / \Phi_{\text{щц}} \cdot M_y \cdot \eta_e$$

де  $A_{\phi} = 8$  — прийнята середньодобова кількість автомобілів, що користуються послугами зони ПМР;  $M_y$  — кількість мийних установок, що рівна кількості постів ЩО:

$$W = \frac{1,2 \cdot 8}{12 \cdot 1 \cdot 0,8} = 1$$

Отже, пропускна здатність мийної установки приймається рівною 1 автомобіль за годину. За визначеною пропускною здатністю мийної установки вибираємо її модель: ручна мийна установка високого тиску типу **Kärcher**.

Розподіл підйомно-оглядового обладнання в зоні ТО і ПР виконується залежно від спеціалізації постів. З п'яти робочих постів зони ТО і ПР один виконується на канаві, чотири – на підйомниках. Пост ПМР — канавний.

## 6.8 Склад приміщень підприємства і розрахунок їх площ

До складу приміщень СТО належать: виробничі зони ЩО, ТО-1, Д-1, Д-2, ТО-2 і ПР; виробничі відділення: агрегатне, слюсарно-механічне,

електротехнічне, акумуляторне, по ремонту систем живлення, шиномонтажне, кузовне, арматурне, зварювальне, мідницьке, бляхарське, ковальсько-ресорне, оббивне, малярне; складські приміщення: агрегатів, запчастин, експлуатаційних матеріалів, лакофарб, інструменту, кисню і ацетилену в балонах, металів, металобрухту і цінного утиля, автошин; зони зберігання: закрита стоянка автомобілів клієнтів та персоналу СТО; обслуговуючі приміщення: адміністративні, побутові, клієнтська, медичного обслуговування, громадського харчування, магазин для продажу автозапчастин та аксесуарів.

Крім того на СТО знаходяться технічні приміщення: трансформаторна, насосні, вентиляційна, котельня і інші. Площі зон зберігання, технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу визначається за залежністю:

$$F_3 = F_a \cdot P_3 \cdot K_3$$

де  $F_a$  – площа автомобіля в плані за габаритними розмірами;  $P_3$  – число постів (автомобіле-місць) в даній зоні;  $K_3$  – коефіцієнт щільності розміщення постів в зоні;  $K_3 = 5...7$  при односторонньому розташуванні постів в зонах ТО-1 і ПР;  $K_3 = 4...5$  при двохсторонньому розташуванні постів в зонах ТО і ПР та ЩО і ТО-1;  $K_3 = 2,5...3$  для зон зберігання рухомого складу.

Таблиця 6.9 – Площі зон зберігання рухомого складу і виробничих зон СТО.

Зона	Габарити автомобіля, м	Площа автомобіля, м <sup>2</sup>	Кількість постів	Коефіцієнт щільності $K_3$	Площа зони, м <sup>2</sup>	
					Розрахун-кова	Прийнята
Зона зберігання	4,82x1,786	8,6	10	3,0	258	288
ЩО	4,82x1,786	8,6	2	5,0	86,0	88
Д-1, Д-2	4,82x1,786	8,6	1	5,5	47,3	48
ТО і ПР	4,82x1,786	8,6	5	7	301	325
Всього	4,82x1,786	8,6	18	5,0	692,3	749

Площі виробничих відділень розраховуються по кількості працюючих в найбільш завантаженому зміні. Для цього використовується залежність:

$$F_B = f_1 + f_2 \cdot (P_E - 1)$$

де  $f_1, f_2$  - питома площа припадає на першого і кожного наступного робітника;  $P_E$  - кількість робітників в найбільш завантажену зміну.

Для організації спеціалізованих постів у зварювальному, арматурно-кузовному і малярному відділеннях потрібно забезпечити заїзди в ці відділення, що призведе до необхідності збільшення площ. Додаткова ж площа спеціалізованих постів розраховується за залежністю:

$$F_d = F_A \cdot n \cdot k_d$$

де  $F_A$  - площа автомобіля в плані по габаритних розмірах;  $n$  - кількість спеціалізованих постів у відділенні ( для зварювального, арматурно-кузовного,  $n = 2$ );  $k_d = 2,5...3$  - коефіцієнт щільності.

Розрахунок площ виробничих відділень проводиться у вигляді таблиці 6.10, а остаточно площа виробничих приміщень визначається при плануванні виробничих корпусів СТО.

Таблиця 6.10 – Площа виробничих відділень

Назва виробничого відділення	Кількість працюючих у найбільш-шумній зміні	Питома площа, м <sup>2</sup>		Додаткова площа для заїзду автомобілів, м <sup>2</sup>	Площа виробничого відділення, м <sup>2</sup>	
		$f_1$	$f_2$		Розрахунок	Прийнята при плануванні
Агрегатне	2	15	2		17	18
ТО і ПР систем живлення	1	8	5		8	13
Електротехнічне	1	8	5		8	24
Акумуляторне		15	10		15	
Шинні	1	15	10		10	18
Слюсарно-механічне	1	12	10		12	18
Арматурне	3	15	10	51,6	86,6	88
Зварювальне						
Мідницьке						
Бляхарське						
Ковальсько-ресорне						
Кузовне						
Оббивне						

Малярне	2	15	10		25	
				51,6	76,6	105
Всього					258,2	284

Згідно [19], площі складських приміщень СТО визначаються виходячи із питомих нормативів на 1000 комплексно обслуговуваних автомобілів. Результати розрахунків по типу рухомого складу представлені у вигляді таблиці 6.11.

Площа оборотного складу (деталей і запчастин, знятих з автомобіля на період обслуговування) приймається з розрахунку, не менш ніж 1,6м<sup>2</sup> на один робочий пост.

Площі технічних приміщень визначають по укрупнених нормативах. Розрахунок площ санітарно-побутових приміщень, адміністративно-громадських і допоміжних приміщень в загальному вигляді ведеться по залежності:

$$F_{cn} = \frac{\Sigma P \cdot \delta \cdot F_p}{100 \cdot \rho}$$

де  $\delta$  - відсоток приміщень, що одночасно використовуються, або відсоток користувачів певної категорії працюючих;  $F_p$  - питома норма площі на одного користувача;  $\rho$  - пропускна здатність площі або одиниці устаткування;  $\Sigma P$  - кількість працюючих, які користуються певним приміщенням.

Таблиця 6.11 – Площі складських приміщень

Назва складу	Питома площа, м <sup>2</sup>	Розрахункова площа, м <sup>2</sup>	Загальна площа складу, м <sup>2</sup>		Розташування складів
			Розрахункова, м <sup>2</sup>	Прийнята, м <sup>2</sup>	
Запасні частини	32	28,8	50,5	87,5	Виробничий корпус
Агрегати	12	10,8			
Інструмент	1,5	1,35			
Автомобільні шини	8	7,2			

Метал, металобрухт, цінний утиль	2,1	1,9			
Змашувальні матеріали	6	5,4	15	18	
Лакофарбові матеріали	4	3,6			
Експлуатаційні матеріали	6	5,4			

Розрахунки площ побутових, адміністративних, технічних та допоміжних приміщень проводиться окремо по корпусах, в яких вони розташовані, а дані розрахунків зводяться в таблицю 6.12.

Планування будівлі організовується у 2 поверхи: довжина корпусу зони ТО і ПР — 54м, його ширина — 18м; довжина прибудови — 60м, її ширина — 6м. Загальна площа адміністративно-виробничого корпусу — 1332м<sup>2</sup>.

Остаточні розраховані площі уточнюються при плануванні виробничих корпусів і розробці генерального плану СТО.

Таблиця 6.12 – Площі побутових, технічних, допоміжних і адміністративних приміщень виробничо-побутового корпусу

Приміщення	Користувачі	Кількість користувачів, осіб	Відсоток приміщень δ, %	Пропускна здатність площі ρ	Питома норма площі Fr, м <sup>2</sup>	Площа, м <sup>2</sup>	
						Розрахункова	Прийнята
Гардероб чоловічий закритий	Ремонтні робітники	10	100	1	0,25	2,5	14
Душові чоловічі	Всі категорії	24	100	5	2,0	9,6	12
Гардероб жіночий закритий	Всі категорії	2	100	1	0,25	0,5	11
Душові жіночі	Службовці	2	100	5	2,0	0,8	
Умивальники жіночі	Службовці	2	100	15	0,8	0,1	

Туалети жіночі	Всі категорії	2	100	15	2,5	0,3		
Умивальники чоловічі	Ремробітники і службовці	24	100	15	0,8	1,28	6	
Туалети чоловічі	Всі категорії	24	100	30	2,5	2	10	
Буфет та їдальня	Всі категорії	32	100	5	1,0	6,4	20	
Клієнтська	Всі категорії					8	36	
Магазин запчастин	Всі категорії					8	23	
Центр управління виробництвом і кімната майстрів	Майстри змін	1	100	1	4,0	4	14	
Кабінети керівників	Загальне керівництво СТО	2	100	1	15	30	21	
Приміщення відділів	Функціональні відділи	2	100	1	4	32	23	
Медичний пункт	Робітники і службовці	До 100	100	-	-	12	11	
Спеціальні приміщення	Таблиця А.48	До 200	100	-	-	18	4	
Компресорна								
Насосна								
Вентиляційна								
Трансформаторна								
Всього								275

## 6.9 Обґрунтування методу забудови земельної ділянки, визначення основних будівель і споруд, функціональна схема організації виробничих процесів СТО

Провівши детальний аналіз загальних вимог, приймається павільйонний метод забудови земельної ділянки. Цей вибір визначається призначенням СТО та її виробничим процесом, складом та взаємозв'язком будівель і споруд, нормативними вимогами до організації та забудови території.

Павільйонний метод забудови дає можливість спростити організацію і прискорити будівництво, покращити природне освітлення та вентиляцію приміщень. Цей метод забудови має велику перевагу в зв'язку з використанням на СТО рухомого складу з великими габаритами, для якого необхідно максимально покращити його маневреність всередині приміщень.

План будівель та споруд, їх взаємозв'язок, а також маршрути переміщення рухомого складу на території СТО складають генеральний план СТО. Технологічною основою генерального плану є функціональна схема та графік виробничого процесу ТО і ПР, що показані на рис. 6.1 і 6.2.

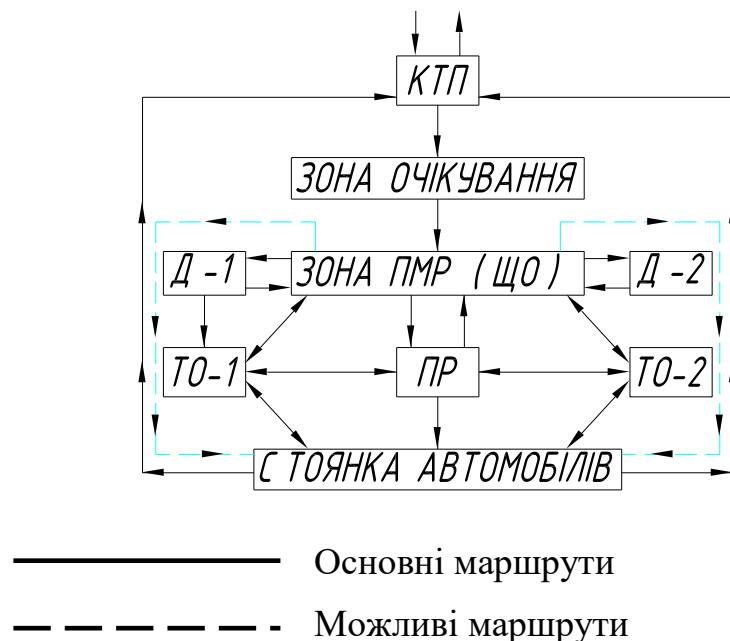


Рисунок 6.1—Функціональна схема організації виробничих процесів СТО



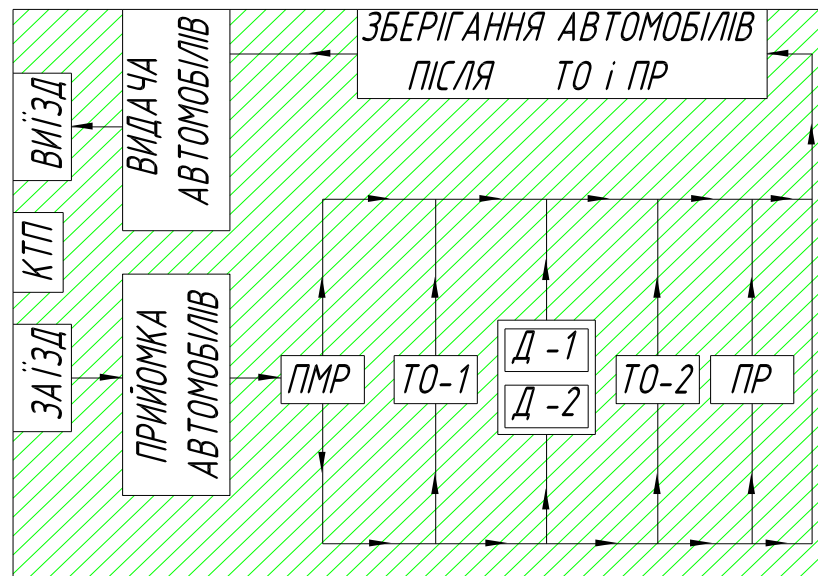


Рисунок 6.2—Графік виробничого процесу СТО

На основі функціональної схеми на генеральному плані передбачаються такі будівлі і споруди:

- 1) адміністративно-виробничий корпус з габаритними розмірами 56×18м, 60х6м і двоповерховим виконанням; площа АВК–1332м<sup>2</sup> ;
- 2) відкрита одноповерхова зона очікування рухомого складу на 10 автомобілів. Її габаритні розміри і площа такі: 26,4×12,1=315,8м<sup>2</sup>;
- 3) відкрита одноповерхова зона зберігання рухомого складу персоналу та клієнтів на 10 автомобілів. Її габаритні розміри і площа такі: 36,6×12,2=446,3м<sup>2</sup>;
- 4) котельня – одноповерхова будівля розмірами 5×10=50м<sup>2</sup>
- 5) очисні споруди для очищення води, використаної в зоні ЩО. Розміри очисних споруд 6,2×13=80,6м<sup>2</sup>.
- 6) резервуар з пожежним запасом води, що має циліндричну форму. Діаметр резервуара – 2м, площа 3,14м<sup>2</sup>;
- 7) закрита одноповерхова зона очікування відремонтованого рухомого складу на 8 автомобілів. Її габаритні розміри і площа такі: 20×7,8=156м<sup>2</sup>;
- 8) зона відпочинку.

При розміщенні будівель на території СТО важливе значення має врахування кліматичних особливостей, а саме переважання північно-західних вітрів. Відповідно до цього малярне відділення АВК, очисні споруди і котельня

розміщені в південно-східній частині ділянки СТО.

### **6.10 Особливості організації виробничих процесів та компоновки головних виробничих корпусів, їх об'ємно-планувальні рішення**

Основні роботи з обслуговування та ремонту виконуються в головному виробничому корпусі. В ньому передбачається розташування виробничих зон і відділень, площі яких розраховані попередньо. В головному виробничому корпусі розташовані складські, допоміжні і технічні приміщення. Зона щоденного обслуговування з організацією роботи на тупикових камерних постах розташовується вздовж краю будівлі біля стіни. Зони ТО-1 та ТО-2 розташовуються неподалік одна від одної і біля відділень, що їх обслуговують. Зона ТО-2 і ПР розташовуються в середині будівлі біля однієї із стін для кращого використання природного світла. Ці зони знаходяться поблизу виробничих відділень, що забезпечують ритмічність їх роботи. Всі відділення розташовані по периметру виробничого корпусу вздовж зовнішньої стіни і мають природне освітлення.

Гарячі відділення розташовані в одному блоці (ковальсько-ресорне, зварювальне, мідницьке, арматурно-кузовне, бляхарське), і вони відокремлені вогнестійкими стінами від інших відділень. Малярне відділення (часткове підфарбування та повне у спеціальній камері) з технологічних міркувань розташоване поруч. Акумуляторне, електротехнічне, агрегатне, шиномонтажне і шиноремонтне відділення розташовані неподалік від зони ТО і ПР.

У відповідності до прийнятої форми організації технологічного процесу ТО і ПР автомобілів, робочі пости в цих зонах розташовуються тупиковим методом. В зоні ТО і ПР як оглядове обладнання використовуються електрогідравлічні, телескопічні двохстійкові підйомники.

Об'ємно-планувальне рішення будівель підпорядковане їхньому функціональному призначенню. Головний виробничий корпус в даному дипломному проекті сплановано у вигляді однооб'ємної споруди з прибудовою. Монтаж будівель виконується з уніфікованих залізобетонних

конструкцій. Сітка колон спроектована так, що крок колон та їх прольоти кратні 6м, головний виробничий корпус має висоту 4,8м Сітка колон виробничого корпусу – 12318м Колони використовуються як основні, розмірами в січенні 4003600мм, так і фахверкові—4003400мм. По периметру колони розміщені через 6м.

Основними елементами стін будівлі виробничого корпусу є стінові залізобетонні панелі, що утворюють стіни за рахунок їх приварювання до закладних елементів колон. Їх розміри: довжина – 6м, висота – 1,2м, товщина панелі 300мм. Для виконання у стінах воріт і вікон використовуються так звані добірні панелі довжиною 1,5м.

Стеля утворена сегментними розкосними сталевими фермами довжиною довжиною 18м і висотою 2м. Для покриття використовуються плити-оболонки коробчастого січення шириною 1,5м і довжиною 12м.

Фундамент корпусу – суцільний.

Виробничі відділення утворені перегородками, утвореними із цегли, габаритні розміри якої 2503120360мм.

Зона ЩО, а саме пост миття автомобілів, відокремлений від інших приміщень за допомогою світлопрозорої перегородки із склоблоків розмірами 20031003200мм.

Виходячи з вимог охорони праці, для забезпечення коефіцієнта натурального освітлення робочої зони вибрано вікна з металевою арматурою висотою 3м і шириною 2м подвійного пакетного засклення.

Двері вибрано шириною 1м і 2м, їх висота 2,3м.

Ворота – розпашні, розмірами 433м. Полотна воріт сталеві, з каркасом із гнутих профілів швелерного січення, оббиті з обох боків сталевим листом товщиною 1,2мм і заповнені пінопластовим утеплювачем. Ворота обладнані повітряними і теплоповітряними завісами.

## **6.11 Аналіз і основні характеристики генерального плану СТО**

Генеральний план являє собою план відведеної під забудову земельної

ділянки, зорієнтований відносно сторін світу з вказаними на ньому будівлями, спорудами, шляхами руху на території ділянки.

Забудова ділянки має павільйонний характер прямокутної форми з співвідношенням сторін 1:2. Необхідна площа ділянки визначається за формулою:

$$F_{\text{діл.}} = \frac{10^2 (F_{\text{звс}} + F_{\text{здоп}} + F_{\text{зп}})}{K_3},$$

де  $F_{\text{звс}}$  – площа забудови виробничо-складських приміщень,  $\text{м}^2$ ;  $F_{\text{здоп}}$  – площа забудови допоміжних будівель,  $\text{м}^2$ ;  $K_3$  – щільність забудови, % ( $K_3$  приймаємо 48 %).

Отже, підставивши значення площ, отримаємо:

$$F_{\text{діл.}} = \frac{10^2 (1482 + 1909)}{48} = 7066 \text{ м}^2$$

При розробці генерального плану велику увагу приділено відстані між будівлями і спорудами, а також ширині під'їздів. Рух автомобілів по території СТО організований круговим одностороннім, без пересічення потоків. Передбачено благоустрій території, її озеленення, зону відпочинку, стоянку для автомобілів індивідуального користування персоналу СТО та клієнтів

В'їзд та виїзд автомобілів на СТО здійснюється через ворота, розташовані від проїзної частини, не менше за довжину автомобіля. Біля робочих воріт розміщений КПП.

## **6.12 Організація і управління СТО**

Структурна схема управління СТО проектується такою, що при будь-яких відхиленнях в роботі того чи іншого відділу забезпечувала і безперебійну роботу технічної служби, і роботу СТО в цілому. Схема управління зображена на рисунку 6.3.

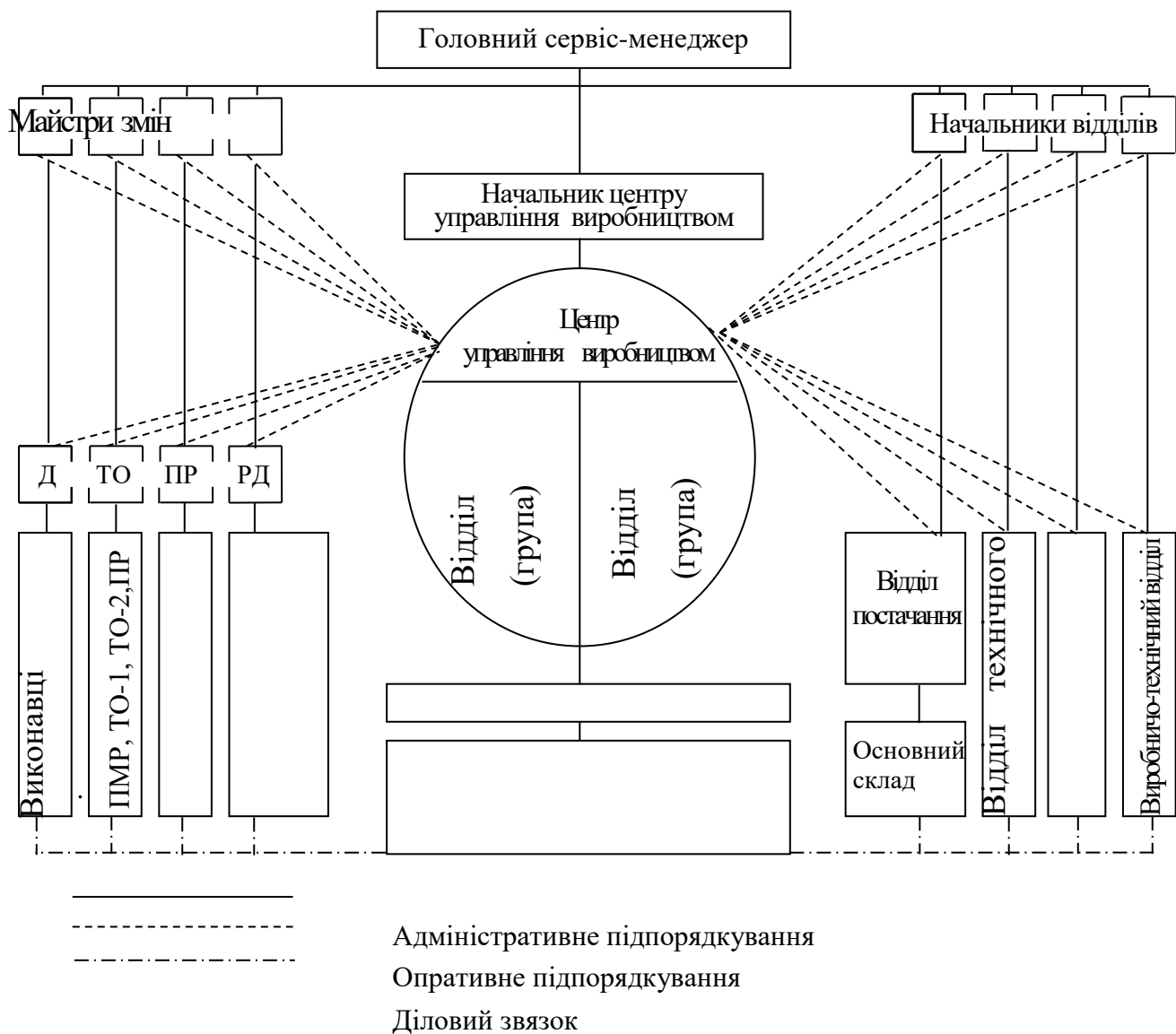


Рисунок 6.3. – Схема управління роботою служб СТО

### 6.13 Технологічні процеси технічного обслуговування і ремонту в зоні ТО і ПР та агрегатному відділенні

Зона ТО і ПР призначена для проведення контрольних-оглядових, діагностичних і ремонтно-замінних робіт автомобілів. При проведенні ТО ці роботи носять плановий характер і здійснюються у відповідності до пробігів та виробничої програми. При проведенні ПР—за необхідністю. Крім того, в даній зоні здійснюється заправка автомобілів мастилом, охолоджуючою та іншими технологічними рідинами.

До контрольних робіт відносяться: зовнішній огляд автомобіля, під час якого перевіряють стан кузова, скла, номерних знаків, пофарбування, стан

рами, підвіски, тиск в шинах, кріплення коліс, дію приладів освітлення і сигналізації, склоочищувачів, рульового керування, герметичність трубопроводів, шлангів приводу гальм, прилади систем живлення, мащення, охолодження. До мастильно-заправочних робіт відносяться: перевірка рівня мастила в картері двигуна, доливка мастила, доливка охолоджуючої рідини.

При технічному обслуговуванні ще виконують роботи по салону: перевіряють стан сидінь, радіоантени, дверей, дію замків дверей, приладів освітлення в салоні, дію вентиляції, а в холодну пору року і систем опалення, стан поручнів біля дверей, виконують прибирання салону, очистку оббивки спинок і подушок сидінь та інші роботи. Зона забезпечена електричними механізмами відкриття воріт і наступним обладнанням для проведення робіт: інструментальними візками; силовими розподільниками; клітями для коліс; вогнегасниками; ванною для миття деталей; скринями для сміття; слюсарними верстаками; скринькою для чистих ганчірок; пересувними горловинами для зливу мастил; пересувними маслonaгнітачами; агрегатними візками і ручними пневмокрутами. Схема виконання технологічних процесів в зоні ТО і ПР зображена на рис. 6.4.

Роботи, що проводяться в агрегатному відділенні, включають такі операції: розбірно-збірні, регулювальні та контрольні, операції по двигуну, коробці передач, задньому мосту і інших агрегатах автомобіля, знятих для поточного ремонту на універсальних постах ТО і ПР.

Зняті агрегати спочатку направляють у ванну для миття деталей, попередньо зливши з картерів агрегатів масло, а з системи охолодження – воду.

Після миття агрегати встановлюють на стенди і повністю, або частково розбирають, залежно від виду ремонту. Для транспортування агрегатів у відділення і встановлення їх на стенди служить спеціальний візок з гідроприводом, вантажопідйомністю 0,5т.



Рисунок 6.4 – Технологічні процеси у зоні ТО і ПР автомобілів

Розібрані агрегати і вузли миють у ванні, в гарячому газовому розчині з наступною промивкою в гарячій воді.

Таблиця 6.13 – Характеристика технологічного обладнання агрегатного відділення

п / п	Назва обладнання	Тип або модель	Коротка характеристика	Кількість одиниць	Площа обладнання, м <sup>2</sup>	Примітка
1	Ванна для миття деталей	К54СБ	Стаціонарна 1050x600x860	1	0,69	
2	Стенд для ремонту КПП		Стаціонарний, поворотний 815x600x890	1	0,49	
3	Верстак слюсарний	СД-3701-04	Стаціонарний, з комплектом інструменту 1570x800x800	1	1,25	
4	Верстак заточний	GB350-200 Gart	Настільний 250x500	1	0,125	0,5кВт
5	Лещата слюсарні	ГОСТ 4045-75	Настільні	1		
6	Верстак свердлильний	21184с-12А	Стаціонарний 350x730x800 1,2кВт	1	0,26	

7	Скрина для відходів	932сб	Пересувна, металева 500х400х500	1	0,2	
8	Вогнегасник	ОУ-5М	Ручний, настінний	1		55м <sup>3</sup>
9	Стелаж для деталей	Ф40СБ	1000×560х720	1	0,84	
10	Прес гідравлічний	2135-1М	735х320х1735 1,2кВт, 20т	1	0,24	
11	Стенд для ремонту двигунів	P235	Універсальний, стаціонарний 1300х840х1040	1	1,09	

Таблиця 6.14 – Характеристика технологічного обладнання зони ТО і ПР

№ п/п	Назва обладнання	Тип або модель	Коротка характеристика	Кількість	Площа обладнання, м <sup>2</sup>	Примітка
1	Ванна для миття деталей		Пересувна	1		0,5кВт
2	Скрина для сміття		Разова	1	0,3×0,8	
3	Верстак слюсарний з лещатами	ОРГ-146801-060А	Стаціонарний	1	1,4×0,8	
4	Пневмокрут	Gedore	Переносний, ручний	4		0,6-1,0МПа
5	Візок іструментальний	Gedore		2		
6	Вогнегасник вуглекислотний, настінний	ВВ-5		1		50м <sup>3</sup>
7	Скрина для чистих ганчірок			1	0,4х0,4	



8	Горловина для зливу мастил пересувна	Gedore		1		0,1м <sup>3</sup>
9	Маслонагнітач пересувний універсальний	Gedore		1		0,1м <sup>3</sup>
10	Кліть для коліс			1	0,7×0,44	
11	Підйомник електрогідравлічний (стійка)			4		1,25т
12	Візок агрегатний			1	1,2x1,8м	

## 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 7.1 Організація ремонту та обслуговування устаткування

Раціональна експлуатація та ремонт устаткування організовується відповідно до типової системи ТО і ремонту.

Типовою системою ППР устаткування називають сукупність запланованих організаційних і технічних міроприємств за доглядом, обслуговуванням і ремонтом устаткування. Основні завдання міроприємств-попередження прогресивно наростаючого зношування, попередження аварій й підтримка устаткування в постійній експлуатаційній готовності. Основні види робіт по ТО і ремонту:

- плановий огляд (мета - перевірка всіх вузлів устаткування та накопичення інформації про зношування деталей, необхідної для підготовки ремонту. Проводиться візуально або за допомогою засобів технічної діагностики. Можуть усуватися дрібні несправності);

- щомісячний огляд - виявлення та фіксація змін в стані найненадійніших деталей та вузлів і попередження їх відмови;

- спостереження за виконанням правил технічної експлуатації і техніки безпеки та попередження їх порушень.

Система ППР та огляду передбачає:

- міжремонтне обслуговування (проводиться огляд деталей і вузлів через певне число роботи устаткування, на основі карти планового технічного огляду; можуть усуватись деякі неполадки);

- зміна та поповнення мастила (операція планового ТО, яка виконується для створення нормальних умов роботи поверхонь тертя);

- перевірка геометричної та технологічної точності (планова операція ТО, проводиться персоналом відділів технічного контролю й головного механіка);

- огляд (проводиться огляд для визначення стану устаткування);

- планові ремонти.

Існують такі види планових ремонтів:

1. Малий (текучий) - полягає у заміні та відновленні окремих частин устаткування, що швидко зношуються, регулюванні його механізмів з метою забезпечення працездатності до чергового планового ремонту. Текучий ремонт проводиться без суттєвого простою, як правило, у неробочі зміни або дні.

2. Середній ремонт - це частковий розбір устаткування, його окремих вузлів, заміна та відновлення зношених деталей, збирання й регулювання устаткування. Ремонт проводиться загальнозаводською службою.

3. Капітальний ремонт - виконується для відновлення справної роботи устаткування, відновлення повного (або близького до повного) ресурсу роботи. Зміст - ремонт і відновлення будь-яких частин устаткування, включаючи базові. Під час капітального ремонту проводиться повне розбирання устаткування. Разом з капітальним ремонтом доцільно проводити модернізацію, в результаті чого підвищується рівень автоматизації, швидкість, потужність. Такий ремонт дозволяє відновити техніко - економічні та експлуатаційні параметри машини, геометричну точність, потужність.

4. Позаплановий (аварійний) ремонт - ремонт, який викликаний аварією устаткування, непередбаченою плановими ремонтами (дефекти виготовлення устаткування). Залежно від характеру і умов експлуатації устаткування систем ППР може функціонувати в трьох основних організаційних формах:

1. За системою післяоглядових ремонтів - тобто згідно наперед розробленого графіку проводяться огляди устаткування, в процесі яких встановлюється його стан і визначається дата та зміст ремонту.

2. За системою періодичних ремонтів - ремонти виконуються за наперед складеними графіками, але коректуються згідно даних попередніх оглядів.

3. За системою стандартних ремонтів - об'єм і зміст робіт планується, виконується за графіком, незалежно від стану устаткування. Застосовується для устаткування, непланова зупинка якого недопустима (кранове устаткування, ескалатори).

3. Всі роботи згідно планового ТО і ремонту виконуються в певній

послідовності, утворюючи ремонтні цикли. Основні ремонтні нормативи.

Ремонтний цикл - це сукупність різних видів планового ремонту, які виконуються в передбаченій послідовності через встановлені рівні проміжки часу роботи устаткування. Ремонтний цикл завершується капітальним ремонтом і визначається структурою і тривалістю.

Структура ремонтного циклу - це перелік ремонтів, які входять в його склад, розміщених в послідовності їх виконання. Наприклад: структуру ремонтного циклу для одного капітального ремонту (КР), одного середнього (СР) і чотирьох текучих (ТР) можна записати так: КР - ТР - ТР - СР - ТР - ТР - КР.

Тривалість ремонтного циклу - це число годин роботи устаткування, на протязі яких проводяться всі ремонти за стадіями циклу. (Період від вводу устаткування в експлуатацію до КР, або між 2 КР).

Тривалість ремонтних циклів визначається (для МРВ):

$$T_{рц} = 16800 \cdot K_{ом} \cdot K_{мі} \cdot K_{то} \cdot K_{км} \cdot K_{в} \cdot \quad (7.1)$$

де 168000 - тривалість ремонтного циклу в годинах, визначена на основі досліджень;

$K_{ом}$  - коефіцієнт, який враховує оброблений матеріал (для сталей = 1,0);

$K_{мі}$  - коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту (метал = 1,0; абразив = 0,75);

$K_{то}$  - коефіцієнт класу точності устаткування (Н = 1,0 нормальна точність; П = 1,8 підвищена точність; В = 2,0 висока точність, А і С = 2,4 особливо висока точність);

$K_{км}$  - коефіцієнт, який враховує категорію маси (до 10 т • = 1,0; 0...100 т = 1,35; >100т = 1,7);

$K_{в}$  - коефіцієнт, який враховує вік верстата (залежно від класу точності та порядкового номеру планового ремонтного циклу може бути 0,7... 1,0);

$K_{д}$  - коефіцієнт довговічності (рік випуску до 1975р = 0,8; з 1976р...1980р = 0,9; з 1981р = 1,0).

Міжремонтний період - число годин роботи устаткування між двома послідовно виконуваними роботами:

$$T_{мр} = T_{рц} / (n_p + n_o + 1); \quad (T_{мр} = T_{рц} / n_{ср} + n_{тр} + 1) \quad (7.2)$$

де  $p$  - число внутрішньо циклових ремонтів.

Міжоглядовий період - період часу між двома послідовними плановими ремонтами:

$$T_{\text{мо}} = T_{\text{рц}} / (n_p + n_o + 1); \quad (T_{\text{мр}} = T_{\text{рц}} / (n_{\text{ср}} + n_{\text{тр}} + 1)) \quad (7.3)$$

Примітка: Структура ремонтного циклу може бути двохвидовою без середнього ремонту і трьох видовою з середнім ремонтом. Тобто: КР-ТР-ТР-ТР-ТР-КР; КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР.

З врахуванням оглядів: для верстату класу точності  $H$ , масою до 10 т передбачено 1 огляд в міжремонтному періоді, тобто: КР-О-ТР-О-ТР-О-СР-О-ТР-О-ТР-О-КР.

Об'єм ремонтних робіт на плановий рік визначається в фізичних одиницях. Для цього використовують поняття одиниць ремонтної складності.

Одиниця ремонтної складності механічної частини - це ремонтоскладність деякої умовної ланки, працемісткість КР механічної частини якої відповідає вимогам ТУ на ремонт  $i = 50$  год. за незмінних організаційно-технічних умов середнього ремонтного цеху машинобудівного підприємства.

Одиниця ремонтоскладності деякої умовної ланки, працемісткість КР електричної частини якої відповідає вимогам ТУ ремонт (за об'ємом якості)  $i = 12,5$  год. за тих же умов. Категорія ремонтної складності - це ступінь складності та особливості ремонту машини, позначається буквою  $R$  і числовим значенням одиниць ремонтної складності  $11R$  ( $R = R_t + R_e$ ).

Під час проведення ремонтних робіт нормується працемісткість ремонту та час простоювання устаткування в ремонті.

Норми часу на ремонтні роботи розраховуються на одну ремонтну одиницю за видами ремонтів з розділенням на слюсарні, верстатні та інші роботи.

Наприклад, сумарна нормована працемісткість однієї одиниці ремонтоскладності рівна: 50 год. при КР; 9 год. при СР і 6 год. при ТР. Огляд перед КР - 1,1 год., плановий огляд перед іншими видами ремонту - 0,85 год.

Норми простою устаткування в ремонті також нормуються залежно від виду робіт на одиницю ремонтоскладності. Але простій верстату не повинен перевищувати:

при КР - 240/480/720 годин при 1,2,3 змінах роботи;

при СР - 72/144/216 годин при 1, 2, 3 змінах роботи;

при ТР - 48/96/144 годин при 1, 2, 3 змінах роботи.

В "типовій системі" технічного обслуговування та ремонту устаткування приводяться всі необхідні матеріали для розрахунку і планування ремонтних робіт. Після проведення розрахунків складають план -графік ремонту устаткування.

## 7.2 Визначення собівартості відновлення системи живлення

Визначаємо заробітну плату:

$$C\dot{I} = \frac{\dot{\partial} \cdot \tilde{N}_A}{60}, \text{ грн.}, \quad (7.4)$$

де  $T$  – норма часу на ремонт, люд.-год.;

$C_T$  – годинна тарифна ставка робітника, грн.

$C_T = 50,0$  грн. (приймаємо тарифну ставку на період проходження переддипломної практики);

$T = 14,5$  люд/год.

$$3П = 14,5 \cdot 50 = 725 \text{ (грн.)}.$$

Дана сума включає в себе ремонт, розбирання і загальне збирання.

Визначаємо премію робітників, яка становить 40 % від відрядної зарплати:

$$\dot{I} = \frac{C\dot{I} \cdot 40}{100}, \text{ грн.}, \quad (7.5)$$

Тому загальна премія всіх робітників становить:

$$П = \frac{725 \cdot 40}{100} = 290 \text{ (грн.)}$$

Визначаємо основну заробітну плату:

$$ОЗП = 3П + П, \text{ грн.}, \quad (7.6)$$

$$ОЗП = 725 + 290 = 1015 \text{ (грн.)}.$$

Додаткова заробітна плата може становити 12 % від основної зарплати, тому:

$$\text{ДЗП} = 0,12 \cdot \text{ОЗП, грн.}, \quad (7.7)$$

$$\text{ДЗП} = 0,12 \cdot 1015 = 121,8 \text{ (грн.)}.$$

Відрахування у фонд єдиного соціального внеску складає 22 % від суми основної і додаткової зарплати:

$$\text{Нс} = 0,22 \cdot (\text{ОЗП} + \text{ДЗП}), \text{ грн.}, \quad (7.8)$$

$$\text{Нс} = 0,22 \cdot (1015 + 121,8) = 250 \text{ (грн.)}.$$

Визначаємо загальний фонд оплати праці:

$$\text{ЗФЗП} = \text{ОЗП} + \text{ДЗП} + \text{Нс, грн.}, \quad (7.9)$$

$$\text{ЗФЗП} = 1015 + 121,8 + 250 = 1386,8 \text{ (грн.)}.$$

Накладні витрати визначаємо за формулою

$$C_{\text{іа}} = \frac{K_{\text{нв}} \cdot \text{ЗФЗП}}{100}, \text{ грн.}, \quad (7.10)$$

де  $K_{\text{нв}}$  – коефіцієнт накладних витрат складає 80%.

$$C_{\text{нв}} = \frac{1386,8 \cdot 80}{100} = 1109,5 \text{ (грн.)}.$$

Вартість ремонтних матеріалів орієнтовно приймаємо:

$$B_{\text{м}} = 300 \text{ грн.}$$

Собівартість ремонту складає:

$$S = \text{ЗФЗП} + C_{\text{нв}} + B_{\text{м}}, \text{ грн.}, \quad (7.11)$$

$$S = 1386,8 + 1109,5 + 300 = 2796,2 \text{ (грн.)}.$$

Середня вартість нових комплектуючих по преїскуранту складає  $C_{\text{н}} = 8000$  грн.

Визначаємо економічну ефективність від ремонту:

$$E = C_{\text{н}} - S, \text{ грн.} \quad (7.12)$$

$$E = 8000 - 2796,2 = 5203,8 \text{ (грн.)}.$$

### 7.3 Розрахунок економічної ефективності впровадження пристрою

Визначаємо кількість операцій за рік, що виконуються за допомогою пристрою: оскільки на одну систему припадає 12 операцій з використанням пристроїв приймаємо, що на даному підприємстві виконується 10 ремонтів в рік, отже 120 операцій з використанням пристрою.

$$\dot{O}_1 = \frac{t_1 \cdot \ddot{I}i}{60}, \text{ люд/год.}, \quad (7.13)$$

- до впровадження  $t_1 = 0,55$  люд/год.;
- після впровадження  $t_2 = 0,3$  люд/год.

Загальні витрати часу на виконання всіх операцій:

До впровадження:

$$T_1 = \frac{0,55 \cdot 120}{60} = 1,1 (\text{люд/год.}).$$

Після впровадження:

$$T_2 = \frac{0,3 \cdot 120}{60} = 0,6 (\text{люд/год.}).$$

Час технічного обслуговування пристрою – 5% від часу роботи пристрою:

$$T_{\text{обс}} = T_2 \cdot 0,05, \text{ люд/год.}, \quad (7.14)$$

$$T_{\text{обс}} = 0,6 \cdot 0,05 = 0,03 (\text{люд/год.}).$$

За технічною необхідністю для виконання робіт по проведенні ремонту необхідно впровадити один пристрій.

Економія при експлуатації пристрою:

$$E = 5203,8 (\text{грн.}).$$

Визначаємо термін окупності пристрою:

$$\hat{O}i\hat{e} = \frac{\hat{A}\hat{e}}{\hat{A}}, \text{ років}, \quad (7.15)$$

Середня вартість конструкції нового пристрою для проведення ремонтних дій по преїскуранту складає  $B_k = 6245$  грн.

$$T_{\text{ок}} = \frac{6245}{5203,8} = 1,2 (\text{року})$$

#### **7.4 Заходи по економії матеріальних та енергетичних ресурсів**

Економія енергетичних ресурсів безпосередньо залежить від споживання електроенергії, ступеню очищення повітря, опалювання приміщень та підтримання відповідного теплового режиму в осінньо-зимовий період.

Для економії матеріальних та енергетичних ресурсів на ділянці рекомендується:



1. При виконанні ремонтних операцій підбирати такі припуски на механічну обробку, щоб їх можна було зняти з один прохід.
2. Скоротити до мінімуму непродуктивний час роботи верстатів.
3. Дотримуватись режиму освітлення. Вимикати при відсутності місцеве та загальне освітлення.
4. Економно використовувати стиснене повітря, не допускати його пропускання.
5. При переході на зимовий час утеплювати вікна та ущільнювати дверні пройоми.
6. Встановлювати в приміщенні люмінесцентні лампи та фотореле для автоматичного вимкнення світла.
7. Економити змащувальні матеріали та флюс.

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1 Загальні положення ОП при роботі зі стендом

Стенд розміщується в навчальній лабораторії. В даному приміщенні проводять навчання студентів по будові агрегатів, а також по діагностуванні та дослідженні автомобільних систем і механізмів, зокрема передньої підвіски.

Перед проведенням дослідів, студенти обов'язково проходять такі інструктажі: вступний, який проводиться в кабінеті керівником робіт; первинний - проводиться безпосередньо біля стенду керівником робіт; позаплановий - проводиться при реконструкції стенда, при зміні порядку проведення дослідів.

Для підвищення ступеня безпеки на стіні біля стенду вивішено інструкцію по виконанню дослідів, та техніці безпеки при роботі зі стендом.

Оптимальними мікрокліматичними умовами вважають такі умови, при яких є найвища працездатність і хороше самопочуття. Допустимі умови передбачають можливість напруженої роботи, що не виходить за межі можливостей організму, та його дискомфорту. Допустимі параметри повітря всередині дільниці для зимового періоду року знаходиться в межах 18...22°C, відносна вологість становить 40...60%, швидкість руху повітря - 0,1...0,2 м/с, а для літнього періоду року температура 20...28°C, відносна вологість становить 30...70%, швидкість руху повітря - 0,2...0,3 м/с.

Під вентиляцією розуміють сукупність заходів і засобів для очищення повітряного середовища. Основне завдання вентиляції – вилучити із приміщення забруднене або нагріте повітря та подати свіже.

Лабораторія на даний момент не обладнана механічною вентиляцією. В лабораторії є таке освітлення: природне, одностороннє і штучне загальне. Штучне освітлення: робоче  $E_p = 300$  лк, охоронне  $E_{ox} = 0,5$  лк, евакуаційне  $E_{ев} = 0,5$  лк, аварійне  $E_{ав} = 2$  лк.

Джерелом вібрації в лабораторії є стенд для діагностування та дослідження робочих параметрів передньої підвіски, тому виникають незрівноважені сили, які передаються будівельним конструкціям, викликаючи їх вібрацію. Вібрація в лабораторії не перевищує допустимих меж згідно ГОСТ 12.1.012-90.

Вібрації будівельних конструкцій є причиною шуму в суміжних приміщеннях. Найбільш ефективними та технічно доцільним методом зниження вібрації будівельних конструкцій є зниження незрівноважених сил, тобто динамічних навантажень, котрі створюються двигунами.

Динамічні навантаження, котрі виникають в електродвигунах, можуть бути знижені наступними шляхами:

- 1) ретельним динамічним балансуванням обертових частин агрегатів;
- 2) центруванням муфтових з'єднань в електродвигунах;
- 3) ліквідацією перекосів та великих зазорів у підшипниках;
- 4) надійним закріпленням рознімних частин обладнання (кришок).

Для зменшення передачі вібрації будівельним конструкціям, стенд встановлено на гумових подушках.

Електромагнітні поля в лабораторії згідно ГОСТ 12.1.006 – 94 [1] є в межах нормованими параметрами в діапазоні частот 60 кГц...30 МГц, гранично допустима напруженість цього поля не повинна перевищувати цих значень. Засоби захисту від електромагнітних полів: часом, віддалю.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, котрі можуть опинитися під напругою.

В лабораторії заземлення призначене – для перетворення замикання на корпус у замикання на землю з метою зниження напруги дотику і кроку до безпечних величин. В лабораторії нормативне значення опору розтікання струму в заземлюючому пристрої згідно ПУЕ  $R_{\text{д}}=4$  Ом. [1]

У лабораторіях, та головних коридорах на випадок пожежі передбачено і забезпечено евакуацію людей з коледжу, що горить через так звані три евакуаційні виходи.

Забороняється експлуатувати обладнання з несправностями, які можуть викликати пожежу.

В приміщенні агрегатної ділянки встановлено два вуглекислотні вогнегасники (ВВ-2).

## 8.2 Розрахунок штучного освітлення

Розміри приміщення: довжина  $a = 9$  м, ширина,  $b = 5$  м, висота  $H = 4$  м. Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття  $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{стін}} = 50\%$ . Висота робочих поверхонь (столів)  $h_p = 0,8$  м.

Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконуються зорові роботи IV розряду становить  $E = 300$  лк. Як світлові пристрої приймаємо світильники типу ЛПООІ (з двома лампами), які доцільно використовувати в даному випадку, відстань від світильника до стелі  $h_o = 0,8$  м.

Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою майже рівна висоті приміщення, що не суперечить вимогам СНиП II-4-79, відповідно до яких  $h_{o\text{min}} = 2,6-4$  м, коли у світильнику менше чотирьох ламп. Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею:  $h = h_o - h_p = 4 - 0,8 = 3,2$  м.

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{9 \cdot 5}{3,2(9+5)} = 1. \quad (8.1)$$

при  $i = \rho_{\text{стелі}} - 70\%$ ,  $\rho_{\text{стін}} - 50\%$  для світильників ЛПООІ коефіцієнт використання дорівнює  $\eta = 0,55$ .

Визначаємо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ — 40, а світловий потік однієї такої лампи становить.  $\Phi_d - 3200$  лм:

$$N = \frac{ESK}{2\Phi_d\eta} = \frac{300 \cdot 45 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 3200 \cdot 0,55} = \frac{22275}{3520} = 6,3 \quad (8.2)$$

Приймаємо 6 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо в 2 ряди по 3 штуки в кожному. Оскільки довжина світильника мало,

що більша за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в ньому, то загальна довжина усіх світильників у ряді становитиме  $\Sigma L_{CB} = 1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ м}$ . Це значення менше довжини приміщення, тому між світильниками будуть розриви 0,45 м.

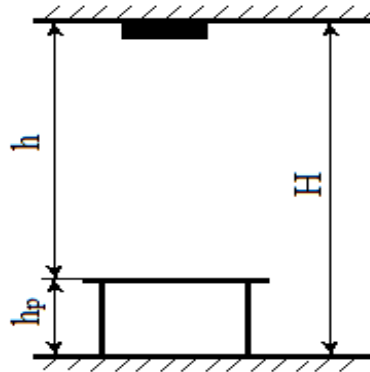


Рисунок 8.1 - Схема визначення висоти підвісу світильника.

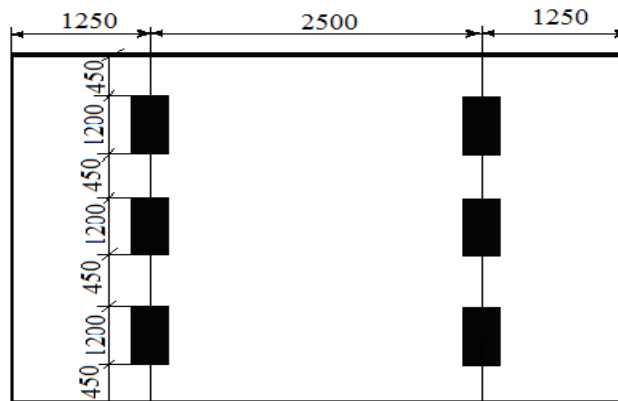


Рисунок 8.2 - Схема розташування світильників ЛПО01 у приміщенні.

Визначаємо сумарну електричну потужність усіх світильників встановлених в приміщенні:  $\Sigma P_{CB} = P_L \cdot N \cdot n = 40 \cdot 6 \cdot 2 = 480 \text{ Вт}$ .

### 8.3 Організація дослідження стійкості роботи об'єкту

Одним з основних завдань цивільної оборони являється проведення заходів, направлених на підвищення стійкості об'єкту народного господарства в умовах воєнного часу.

Під стійкістю роботи промислового підприємства розуміють його можливість в умовах воєнного часу випускати продукцію в запланованому об'ємі і номенклатурі, а при отриманні слабких та середніх руйнувань або порушенні зв'язків по кооперації і поставках відновлювати виробництво в мінімальний строк.

Дослідження стійкості на даному підприємстві проводиться силами інженерно-технічного персоналу із залученням спеціалістів науково-дослідних та проектних організацій, зв'язаних з підприємством. Організатором та керівником досліджень є керівник підприємства – начальник ЦО об'єкту. Основним документами для організації досліджень стійкості роботи автоматизованої ділянки є: наказ керівника підприємства (мета і задачі досліджень, час проведення робіт, склад учасників досліджень, склад і задачі дослідних груп, термін готовності звітної документації), календарний план підготовки до проведення досліджень (основні заходи і терміни їх проведення, сили і засоби, що залучаються до проведення поставлених задач), план проведення досліджень (визначає зміст роботи керівника досліджень).

В ході досліджень визначаються умови захисту робітників від зброї масового знищення, проводиться оцінка слабких місць виробничого комплексу при дії на нього руйнуючих факторів атомного вибуху, визначається характер можливих руйнувань від другорядних руйнівних факторів, вивчається стійкість визначених елементів виробничого комплексу і проводяться відповідні розрахунки.

Група начальника відділу капітального будівництва на аналізі характеристик та стану виробничих будівель і споруд визначає їх ступінь стійкості до дій надзвичайних ситуацій, оцінює їх ступінь стійкості, розміри можливого пошкодження, проводить розрахунок сил і засобів, необхідних для відновлення споруд при різних степенях руйнування.

Група головного енергетика оцінює стійкість системи електропостачання, водопостачання і каналізації, подачі газу і інших видів палива, а також визначає можливий характер і масштаби їх руйнувань, в тому числі і від другорядних уражуючи факторів.

Оцінка радіаційної обстановки проводиться методом прогнозування і по даних розвідки.

Основою для проведенню заходів по підвищенню стійкості роботи промислових підприємств у надзвичайних ситуаціях є вимоги норм інженерно-технічних заходів цивільної оборони.

З метою підвищення стійкості роботи підприємства у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу проводяться дослідження по оцінці стійкості.

Внаслідок досліджень вивчаються наступні питання:

- захист виробничого персоналу;
- захист засобів виробництва;
- стійкість виробничої діяльності при стихійному лихові, аваріях, катастрофах, а також при застосуванні ядерної зброї;
- готовність до відновлення порушеного виробництва.

Головна мета дослідження полягає в тому щоб на основі вивчення всіх умов, які визначають виробничу діяльність підприємства у надзвичайних ситуаціях виробити заходи, які спряли б підвищенню стійкості його роботи.

Оцінка стійкості підприємства має на меті:

- вивчення стійкості його роботи до уражуючи дій сучасної зброї, стихійного лиха, аварій, катастроф;
- визначення можливості виникнення вторинних уражуючи факторів і оцінка характеру ураження від них;
- аналіз надійності систем управління, постачання і промислових зв'язків.

На підприємстві створюють наступні розрахунково-дослідні групи:

- головного технолога;
- головного механіка;
- головного енергетика;
- відділу капітального будівництва;
- заступника директора по постачанню і збуту.

Кожна група проводить дослідження підвідомчого господарства (елементів об'єкту), оцінює їх стійкість і планує інженерно-технічні заходи в умовах надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу.

Робота над дослідженням стійкості планується за трьома етапами:

1. Підготовчий – 10-15 днів.
2. Період досліджень – 1-2 місяці.

### 3. Заключний – 7-10 днів.

За висновками досліджень і пропозиціями керівництво цивільної оборони підприємства складає звіт з висновками, рекомендаціями і станами планів заходів по підвищенню стійкості роботи в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу, пересилає в штаб ЦО для узгодження і затвердження.

## **8.4 Розташування робітників та службовців підприємства під час надзвичайної ситуації військового часу**

Розосередження називається організований вивіз (вивід) і розміщення в приміській зоні працюючих і службовців підприємства.

Працюючі і службовці, які були розосереджені, після вивозу і розселення в приміській позмінно в'їжджають в місто для роботи на своїх підприємствах, а по закінченні зміни повертаються в приміську зону.

Приміською зоною в даному випадку називається територія за межами зон можливих руйнувань, призначена для міст і важливих об'єктів, розміщених за межами цих міст.

Евакуацією називається організований вивіз робітників та службовців підприємства, яке припиняє або переносить свою діяльність в приміську зону із зон можливих сильних руйнувань міст і важливих об'єктів, розміщення за межами цих міст. В умовах небезпеки нападу ворога особливо велике значення мають строки евакуації людей за межі зон можливих руйнувань. В найбільш стислі терміни евакуацію можна провести комбінованим способом

Комбінований метод евакуації закладається в тому, що при його застосуванні масовий вивід населення із міст пішим порядком поєднується з вивозом деяких категорій населення всіма видами наявного транспорту.

Транспортом вивозяться робочі зміни підприємств, які продовжують виробничу діяльність в містах, населення яке не може переміщатися пішим порядком. Решта населення виводиться організовано пішим порядком.

Робочі зміни виводяться, щоб забезпечити безперервність процесу виробництва підприємств, які продовжують виробництво в містах, а



формування - щоб підтримати їх в готовності до негайного ведення рятувальних робіт.

Першим виводяться робітники та службовці підприємств, організацій та установ згідно з розробленим планом та населення, яке не зайняте у виробництві. До цього населення можна віднести непрацюючих членів сімей, учнів шкіл, студентів та інше населення, яке в змозі евакуювати негайно.

При недостатній кількості транспортних засобів частина працюючих змін також може виводитися в першу чергу із членами їхніх сімей.

Розосередження і евакуація населення комбінованим методом здійснюється згідно територіально-виробничого принципу. Це означає, що вивід у приміську зону організується підприємствами, організаціями та навчальними закладами. Інше населення евакуюється, як правило, через ЖЕКи по місцю проживання. При цьому населення, яке евакуюється в ближні від міста райони приміської зони, виводиться в першу чергу безпосередньо у відведені йому місця для розселення, а те населення, що евакуюється у віддалені райони.

Евакуація населення, не зв'язаного з підприємствами, установами та навчальними закладами, приводиться згідно з територіальним принципом: населення одного району міста розселяється на території одного або декількох прилеглих сільських районів.

Робітники та службовці об'єктів народного господарства, які переносять свою виробничу діяльність, розміщуються поблизу створених виробничих баз, за районами розміщення робітників та службовців робітників та службовців підприємств, які продовжують діяльність в місті.

Населення, яке не зв'язане з виробничою діяльністю і не являється членами сімей розосереджених робітників та службовців, розміщуються в більш віддалених районах приміської зони, а населення, що евакуйоване із зон можливого затоплення, - в населених пунктах, що знаходяться поблизу цих зон.

Для розселення розосереджених і евакуйованих планується використовувати будинки місцевих жителів, а для розміщення установ - туристичні і спортивні бази, школи, будинки культури, санаторії і пансіонати,

розміщені в приміській зоні.

В результаті, після завершення розосередження і евакуації в місті будуть знаходитись тільки робітники зміни підприємства і організацій, які продовжують свою виробничу діяльність, а це значно скоротить втрати і створить сприятливі умови для виконання завдання з укриття цих змін в захисних спорудах у випадку нападу ворога з повітря.

Основний документ, який визначає об'єм, склад, терміни проведення заходів із розосередження та евакуації працюючих підприємства і порядок їх виконання - це план цивільної оборони.

Вихідними даними для планування розосередження та евакуації працюючих підприємства являється:

- загальна кількість працюючих;
- кількість населених пунктів у приміській зоні;
- наявність залізничних, автомобільних шляхів;
- наявність медичних закладів;
- наявність і розміщення запасів продуктів;
- наявність захисних споруд, та інші.

Штаб ЦО підприємства одержує вказівку штабу ЦО міста і розробляє план розосередження працюючих.

На базі підприємства створюються об'єктова евакуаційна комісія за вказівкою керівника ЦО підприємства. В склад евакуаційної комісії входять представники відділу штабу і служб ЦО підприємства, начальники цехів. Керівником евакуаційної комісії призначається один із замісників директора підприємства.

Евакуаційна комісія підприємства займається:

- розрахунком кількості працюючих, службовців та членів їхніх сімей, які підлягають розосередженню;
- визначенням складу піших колон та уточнення маршрутів;
- вирішенням питань транспортного забезпечення;
- підготовкою проміжних пунктів евакуації;
- організацією зв'язку і взаємозв'язаних дій

Розосередження та евакуація проводяться згідно вказівки владних структур. Штаби ЦО підприємств одержують цю вказівку встановленим порядком. Одержавши вказівки, штаби ЦО підприємств разом із евакуаційними комісіями:

- уточнюють чисельність працюючих, службовців та членів їхніх сімей;
- оповіщають та організують збір працюючих та їхніх сімей;
- проводять реєстрацію та посадку на транспорт;
- допомагають місцевим органам в районах розосередження та евакуації розміщати населення.

Під час розосередження та евакуації повинні бути наступні види забезпечення:

- транспортне;
- матеріальне забезпечення;
- медичне забезпечення;
- інженерне забезпечення;
- протирадіаційне забезпечення.

Отже, від злагоджених дій евакуаційних комісій, штабів ЦО підприємств, штабів ЦО міст залежить кількість жертв серед працюючих та цивільного населення під час надзвичайної ситуації воєнного характеру. Тому ці служби ЦО завжди повинні знаходитись у працездатному стані, повинні мати необхідне матеріальне та фінансове забезпечення, адже від стану їхньої готовності залежить хід евакуації та розосередження працюючих.

## **8.5 Визначення зони зараження при витоку отруйного газу**

Визначити зону зараження при витоку газу хлору в кількості 15 тонн місцевість закрита, швидкість вітру в приземному стані 3 м/с, інверсія.

Визначимо можливу площу розливу хлору:

$$S_p = \frac{G}{\rho \cdot 0.05}, \quad (8.3)$$

де  $S_p$  – площа розливу,  $m^2$ ;

$G$  – маса СДОР, т;

$\rho$  – густина СДОР,  $t/m^3$ ;

0,05 – товщина шару речовини, що розливається, м.

$$S_p = \frac{G}{\rho \cdot 0.05} = \frac{15}{1.16 \cdot 0.05} = 192.3 m^2.$$

З таблиць знаходимо глибину зони хімічного зараження:

$$\Gamma = 9 \times 1.42 \times 0.45 = 5.79 \text{ км}$$

Визначимо ширину зони хімічного зараження:

$$\text{Ш} = 0.03\Gamma \tag{8.4}$$

де  $\text{Ш}$  – ширина зони хімічного зараження, км;

$\Gamma$  – глибина зони хімічного зараження, км.

$$\text{Ш} = 0.03\Gamma = 0.03 \times 5.79 = 0.174 \text{ км}$$

Обчислюємо площу зони хімічного зараження:

$$S = \frac{1}{2} \Gamma \cdot \text{Ш}, \tag{8.5}$$

де  $S$  – площа зони хімічного зараження, км<sup>2</sup>;

$\text{Ш}$  – ширина зони хімічного зараження, км;

$\Gamma$  – глибина зони хімічного зараження, км.

$$S = \frac{1}{2} \Gamma \cdot \text{Ш} = \frac{1}{2} 5.79 \cdot 0.174 = 0.503, \text{ км}^2.$$

Отже, при витoku хлору в кількості 15 тон в закритій місцевості зона зараженню буде мати площу приблизно рівну  $S = 0.503 \text{ км}^2$ .

## 9 ЕКОЛОГІЯ

### 9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища

Взаємодія людини з природою у процесі виробництва та споживання для забезпечення існування людства загалом є об'єктивним явищем. Отже, постають дві взаємопов'язані проблеми: перша – вплив обмеженості природних ресурсів на їх використання і розвиток суспільного виробництва, зростаюче забруднення середовища; друга – необхідність розробки комплексу заходів щодо ліквідації цієї небезпеки для подальшого розвитку суспільства. Природокористування має загальний характер, оскільки будь-який вид діяльності людей викликає зміни природного середовища. Ускладнення взаємозв'язків у природних, виробничих і соціальних системах, зростання пріоритету природо господарських зв'язків викликають необхідність їх регулювання. Природне середовище – невід'ємна умова життя людини і суспільного виробництва, оскільки воно є необхідним середовищем існування людини і джерелом потрібних йому ресурсів. Природа в широкому розумінні – це весь світ у багатогранності його форм, тобто в цьому плані людина є частиною природи, у вузчому розумінні – сукупність натуральних умов існування людського суспільства. Під впливом людини відбуваються величезні зміни природного середовища, з чим пов'язана необхідність його охорони.

Головними причинами, що призвели до загрожуючого стану довкілля, є: застаріла технологія виробництва та обладнання, висока енергоємність та матеріаломісткість, що перевищують у два – три рази відповідні показники розвинутих країн; високий рівень концентрації промислових об'єктів; несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією екологічно небезпечних виробництв; відсутність належних природоохоронних систем (очисних споруд, оборотних систем водозабезпечення тощо), низький рівень експлуатації існуючих природоохоронних об'єктів; відсутність належного правового та економічного механізмів, які стимулювали б розвиток екологічно безпечних технологій та природоохоронних систем; відсутність

належного контролю за охороною довкілля.

## 9.2 Основні джерела забруднення які створює технічний об'єкт

Ремонтна дільниця відрізняється винятковою різноманітністю створюваних нею забруднень як матеріальних, так і енергетичних, вживаних технологічних процесів, що застосовуються при ремонті агрегатів. При цьому характер дії різних факторів дільниці на навколишнє середовище різний.

Ремонтні підприємства викидають в повітряний басейн найрізноманітніші забруднення: пил різного хімічного і гранулометричного складу, дими, гази – сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, оксиди азоту, сірководень, сполуки фтору і ін. На більшості ремонтних дільницях повітряне середовище більшою чи меншою мірою забруднюється також масляним і зварювальним аерозолями, розчинниками (бензолом, толуолом, ксилолом, ацетоном), вуглеводнями (бензином, уайт-спиритом), випаровуваннями гальванічних ванн і тому подібне.

Місцевими виділеннями пилу супроводяться вантажні операції з піском. Використання вібраційних машин, гідропіскоструйних установок і пневматичного ручного інструменту приводить до забруднення повітря робочої зони.

Різноманітні, зокрема вельми шкідливі для здоров'я людини забруднення поступають в атмосферу при процесах зварки і паяння. Зварка супроводиться виділенням пари оксидів заліза і цинку, аерозолями марганцю, кремнію і міді, а також фторидів, озону і оксидів азоту. Паяння з використанням олов'яно-свинцевих припоїв і каніфольних флюсів супроводиться надходженням в повітряне середовище аерозолів свинцю, продуктів згорання ізоляції проводів і забруднень на поверхнях деталей, що сполучаються.

Вживані у виробництві теплоізоляційні і звукопоглинальні матеріали можуть бути джерелами виключно небезпечного азбестового пилу. Повітря забруднюється також токсичними випаровуваннями гартівних (зокрема, свинцевих), травильних і гальванічних ванн. На фарбувальних дільницях

основними забруднювачами повітря є випаровування органічних розчинників лакофарбних матеріалів і аерозольних пігментів.

При роботі металоріжучого устаткування всіх видів із застосуванням мастильно-охолоджуючих рідин (емульсій, масел, сульфозфрезола), повітря забруднюється аерозолями (туманами) цих речовин. При виконанні обробних операцій механічної обробки (хонінгування, суперфініша, доведення) в повітря поступають пари гасу, а також аерозолі поверхнево-активних речовин (зокрема, олеїнової кислоти). Обробка насухо абразивними інструментами (шліфувальними і полірувальними кругами і стрічками) супроводиться виділенням абразивному пилю.

Виробничі стічні води. Сучасна ремонтна промисловість характеризується наявністю ряду водоемних виробництв (на нього доводиться близько 10% загального водоспоживання), а отже, і значним скиданням стічних вод в басейни річок і озер. У багатьох випадках стоки дільниць містять токсичні речовини, що представляють серйозну небезпеку для водоймищ.

Основними видами забруднень стічних вод на ремонтних підприємствах є механічні суспензії – пісок, окалина, металева стружка і пил, флюси, волокна хлопчатки, мінеральні масла – продукт переробки висококиплячих в'язких фракцій нафти. Активна реакція таких стічних вод близька до нейтральної ( $\text{pH} = 6,5 \div 8,5$ ).

Забруднення стічних вод мінеральними маслами і іншими нафтопродуктами відбувається при таких процесах, як термообробка і знежирення деталей, обробка тиском і різанням, а також за рахунок витоків з систем змащення. Вміст в стоках нафтопродуктів може доходити до 1200 мг/л.

Масло, що міститься в стічних водах, частково плаває на поверхні, частково в емульсії. Розчинність мінеральних масел у воді надзвичайно мала і практично нею можна нехтувати.

Кількість в стоках плаваючого масла коливається від декількох міліграм до сотень грамів на літр води і залежить від організації технологічного процесу, стану устаткування і трубопроводів, загальної культури виробництва і так далі. Основна частина такого масла відділяється з води у відстійниках і

нафтоуловлювачах.

Емульсійне масло, що знаходиться у воді, має вид дрібних кулькових крапельок діаметром від 1 до 160 мкм, що несуть негативний заряд, які можуть довго не спливати, що утрудняє очищення. В деяких випадках розміри крапельок можуть доходити до 0,01–0,1 мкм. Такі частинки вільно проходять через щільний паперовий фільтр. Емульсія утворюється при сильному механічному перемішуванні масла з водою в насосах, трубопроводах, лотках при завихренні потоків і тому подібне. Масова концентрація емульсійних нафтопродуктів в стічній воді зазвичай лежить в межах від десятків до сотень міліграм на літр.

Емульсії мінеральних масел у воді відрізняються високою стійкістю, що утрудняє очищення маслосберігаючих стоків. Причинами стійкості масляних емульсій є їх висока дисперсність і низька концентрація в стоках, а також наявність в них емульгаторів (стабілізаторів).

Низька концентрація емульсійного масла в стоках дозволяє розглядати стічні води як розбавлені емульсії. Такі емульсії при концентрації дисперсної фази до 2% досить стійкі. Емульсії із вмістом дисперсної фази не більше 100–1000 мг/л можуть бути практично стійкі навіть за відсутності спеціальних емульгаторів або при дії слабких стабілізуючих чинників.

Особливо слід розглянути стічні води травильних відділень і гальванічних цехів. У цих підрозділах ремонтної дільниці, що використовують в технологічних цілях хімічні і електрохімічні процеси, утворюються рідкі відходи, найбільш шкідливі в санітарному відношенні. Такі забруднення є сильними отрутами, здатними в певних умовах знищити всяке життя у водоймищах. Найбільш забрудненнями цього роду, що часто зустрічаються, є неорганічні кислоти і їх солі, луги, неорганічні солі важких металів – хрому, цинку, нікелю, міді і ін. (при гальванічних процесах).

Травлення є одним із способів очищення поверхні металевих виробів від оксидів. Травильний розчин для сталевих заготовок зазвичай складається з сірчаної або соляної кислоти. Концентрація сірчаної кислоти в свіжому травильному розчині складає 15–20%, а у відпрацьованому 4–5% (розчин



вважається непридатний, коли масова концентрація сульфату заліза досягає 300–400 грама/л). Значення концентрацій соляної кислоти в свіжому і відпрацьованому травильному розчині складають відповідно 12–18 і 2–4%.

Травлення завжди супроводиться промивкою водою, здійснюваною для видалення з поверхні металу залишків кислоти і продуктів травлення. У сучасних травильних відділеннях часто застосовують протічну багатованну промивку, що забезпечує раціональне використання води.

Таким чином, в будь-якому травильному відділенні утворюється два види стічних вод: концентровані і розбавлені. Перші є відходами травильних ванн (відпрацьовані розчини), другі – промивними водами. У травильних відділеннях, що використовують сірчано-кислотний травильний розчин, середня кількість концентрованих стічних вод досягає 10 м<sup>3</sup> на 1 т кислоти, що витрачається, або близько 0,3—0,6 м<sup>3</sup> на 1 т протравленої сталі. Кількість промивних вод в значній мірі залежить від системи промивки і виду заготовок. У звичайних умовах кількість промивних вод, що утворюється на 1 т протравлених сталевих заготовок, може коливатися в межах від 0,4 до 50 м<sup>3</sup>.

У всіх випадках застосування раціональної системи промивки і особливо регенерації травильних розчинів кількість стічних вод, як концентрованих, так і розбавлених, істотно зменшується, що призводить до значного зниження витрати свіжою води.

Останніми роками значно підвищився інтерес до травлення сталі фосфорною кислотою, що забезпечує високу якість протравлення поверхні. Унаслідок високої вартості фосфорної кислоти її регенерують в замкнутій системі травильної ванни.

Для очищення і полірування поверхні спеціальних сталей і кольорових сплавів використовують змішаний травильний розчин, складений з таких неорганічних кислот, як сірчана, фосфорна, азотна. У стічних водах, що утворюються при травленні кольорових металів і їх сплавів, містяться окрім залишків кислот, що входять до складу травильного розчину, також катіони металів з протравлених заготовок.

Гальванотехнічні методи застосовують в ремонтній промисловості

головним чином для отримання захисних, декоративних або таких, що володіють певними фізичними властивостями покриттів з хрому, нікелю, міді, цинку, олова, кадмію, в також срібла, золота і інших благородних або рідкісних металів.

Для потреб технології очищення стічних вод під гальванотехнічні операції найчастіше класифікують, виходячи з реакції і хімічного складу електролітів, що є джерелом утворення стоків. Гальванічні операції ділять на три групи, відповідні трьом видам стічних вод:

1) операції, при яких утворюються розчини або промивні води, що містять ціаністі з'єднання; до них відносяться основні процеси електрохімічного виділення металів з їх ціаністих солей (цинкування, кадміювання, міднення, сріблення), а також операції промивки після цих процесів;

2) операції, при яких розчини або промивні води містять хромісті з'єднання; до них відносяться процеси хромування, хромістий пасивації і операції промивки після цих процесів;

3) операції, при яких розчини і промивні води (що мають переважно окисну реакцію) не містять ціаністих або хромістих з'єднань; до них відносяться деякі допоміжні роботи (знежирення і травлення), основні процеси і обробні роботи.

Хімічний склад і концентрація забруднень в стічних водах гальванічних цехів варіюються в широкому діапазоні залежно від характеру виробництва і вживаних технологічних операцій. Основними складовими цих забруднень є неорганічні з'єднання високої токсичності, що викликається перш за все іонами важких металів і ціаністими з'єднаннями. Близько 40% стоків складають хромовмістими стічні води.

Особливу небезпеку для водоймищ представляють відпрацьовані миючі розчини і емульсії, приготовані на основі неіоногенних емульгаторів, наявність яких в загальному стоці істотно утрудняє очищення від нафтопродуктів. У стічних водах деяких заводів присутні такі феноли, з чим необхідно вважатися при виборі схеми очищення стоку перед скиданням у водоймище.

Промислові тверді відходи. Тверді відходи ремонтних підприємств мають обмежену номенклатуру і досить постійні по складу, хоча кількість відходів того або іншого вигляду може коливатися в широких межах в залежності не тільки від масштабів виробництва, але також від характеру вживаної технології і продукції, що випускається. Деякі види твердих відходів, характерні лише для певного виду діяльності. До твердих відходів відносяться також значні кількості різноманітного пилю (металургійною, формувальною, абразивною і ін.), що затримується пиловловлюючими установками різних типів.

### **9.3 Заходи по зменшенню забруднення довкілля, що створює об'єкт**

Найбільш ефективною формою захисту природного середовища від викидів ремонтних підприємств постає розроблення і впровадження безвідходних і мало відходних технологічних процесів у всіх галузях технологічних процесів у всіх галузях промисловості.

Безвідходна технологія – це ефективна форма захисту навколишнього середовища, яка являє собою комплекс заходів в технологічних процесах від обробки сировини до використання готової продукції, в результаті чого кількість шкідливих викидів скорочується до мінімуму.

На даний час визначилось 4 основних напрямки в створенні безвідходних технологічних процесів:

- розроблення безстічних технологічних систем і водозворотніх циклів на базі існуючих і перспективних способів очищення стічних вод;
- перероблення відходів виробництва і споживання;
- розроблення і впровадження принципово нових технологічних процесів, які дозволяють виключити утворення основної кількості відходів;
- створення територіально-промислових комплексів із замкнутою структурою матеріальних потоків сировини і відходів у середині комплексу.

До всебічного впровадження безвідходної технології важливим

напрямок екологізації промислового підприємства потрібно рахувати: вдосконалення технологічних процесів, створення нових екологічно безпечних процесів, розроблення нового обладнання з низьким рівнем викидів, домішок і відходів в навколишнє середовище, замінення токсичних відходів нетоксичними і замінення неутилізованих відходів на утилізовані, застосування апаратів і систем, які зменшують вплив на природу.

До пасивних методів захисту відносяться пристрої і системи захисту навколишнього середовища, які застосовуються для очищення вентиляційних і технологічних викидів від шкідливих домішок, розсіювання їх в атмосфері, очищення стічних вод, глушення шуму, зменшення рівня інфразвуку і вібрації на шляхах їх поширення, екранування джерел енергетичного забруднення навколишнього середовища, захоронення, ліквідація і знешкодження токсичних і радіоактивних відходів.

Можна виділити два основних напрямки забезпечення чистоти атмосфери від забруднень: скорочення кількості викидів шкідливих речовин і їх знешкодження.

Перший напрям передбачає застосування прогресивних технологічних схем, другий – використання сорбційних методів з утилізацією добутих компонентів, а в окремих випадках їх спалюванням.

Очищення повітря від пилу може проводитися як при подачі зовнішнього повітря в приміщення, так і при видаленні з нього запиленого повітря. В першому випадку забезпечується захист тих, що працюють у виробничих приміщеннях, а в другому – захист навколишньої атмосфери.

Універсальних пиловловлювальних пристроїв, придатних для будь-яких видів пилу і для будь-яких початкових концентрацій, не існує. Кожен з цих пристроїв придатний для певного виду пилу, початкової концентрації і необхідного ступеня очищення.

Очищення повітря від пилу може бути грубим, середнім і тонким. При грубому очищенні повітря затримується крупний пил (розміром частинок 100 мкм). Таке очищення можна використовувати, наприклад, як попередню для сильно запиленого повітря при багатоступінчатому очищенні. При середньому

очищенні затримується пил з розміром частинок до 100 мкм, а її кінцевий зміст не має бути більше 100 мг/м<sup>3</sup>. Тонким є таке очищення, при якому затримується дуже дрібний пил (до 10 мкм) з кінцевим змістом в повітрі припливних і рециркуляційних систем до 1 мг/м<sup>3</sup>.

Знепилююче устаткування розділяється на пиловловлювачі і фільтри.

Пиловловлювачі – це пристрої, дія яких заснована на використанні для осадження частинок пилу сил тяжіння або інерційних сил, що відокремлюють пил від повітряного потоку при зміні швидкості (у пилоосідаючих камерах) і напряму його руху (одиначні і батарейні циклони, інерційні і ротаційні пиловловлювачі).

Пиловловлювачі застосовують при вмісті пилу в повітрі, що видаляється, більше 150 мг/м<sup>3</sup>.

Пилоосадочні камери. Ці камери застосовують для осадження крупного і важкого пилу з розміром частинок більше 100 мкм. Швидкість заповненого повітря в поперечному перетині камери приймається невеликою – близько 0,5 м/с для того, щоб пил міг осісти в камері раніше, ніж вона покине її. Тому габарити камер виходять досить великими, що обмежує їх застосування, не дивлячись на очевидні переваги – малий гідравлічний опір, дешева експлуатація і простота догляду.

Ефективність очищення можна збільшити (до 80 – 95%), якщо камеру виконати лабіринтового типу, хоча це спричиняє за собою збільшення гідравлічного опору.

Фільтри — це пристрої, в яких запилене повітря пропускається через пористі, сітчасті матеріали, а також через конструкції, здатні затримувати пил.

Як матеріали, що фільтрують, застосовують скловату, гравій, кокс, металеву стружку, пористий папір або тканину, тонку металеву сітку, фарфорові або металеві порожнисті кільця.

Паперові фільтри. Матеріалом, що фільтрує, в них є гофрований, пористий папір (целюозна вата) або так звана шовковка (шовковистий пористий папір), складена в 4 – 10 листів і що закладається в спеціальні касети. Такі касети встановлюються в осередки металевого каркаса. Ефективність

очищення паперових фільтрів дуже висока – до 98–99%.

Для того, щоб касети періодично звільнялися від частини пилу, що облягають, проводять струшування фільтру.

Очищення стічних вод від механічних домішок здійснюється проціджуванням, відстоюванням, фільтруванням, відділенням механічних частин в полі дії відцентрових сил; від масловмістимих домішок – відстоюванням, обробленням в гідроциклонах, фільтруванням, обробкою спеціальними реагентами.

Для очищення стічних вод від металів і їх солей застосовують наступні методи: реагентні, оннообмінні, сорбційні, лектрохімічні (гіперфільтрація, електронеагуляція, електроліз), біохімічні.

Основним напрямком ліквідації і перероблення твердих відходів (крім металовідходів) є вивезення і захоронення на полігонах, складування до появи нової технології перероблення їх в корисні продукти, сировину.

Пластмасові відходи піддають високотемпературному нагріванню без поступу повітря (гідроліз), в результаті чого із відходів пластмас разом із іншими відходами (дерево, гума) отримують цінні продукти: пірокорбон, горючий газ, рідку смолу.

Утилізації і ліквідації підлягають осадки стічних вод (спалювання в печах, закачування в замкнені пустоти, вивезення на звалища, використання і сільському господарстві будівельних матеріалів і т.д.).

Для захисту навколишнього середовища від шуму і вібрації за рахунок віддалення від джерел, застосування екранів, кожухів, глушників, вікон з підвищеними звукоізолюючими властивостями, земельних насаджень між джерелами шуму і житловою забудовою.

Раціональне рішення проблеми охорони навколишнього середовища тісно пов'язане з проблемою моніторингу, створенням і широким впровадженням розгалуженої мережі автоматизованих систем контролю рівня забруднення природного середовища, використання отриманої інформації для прийняття оперативних організаційно-технічних заходів.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Магістерська робота розроблена з метою проведення проектних розрахунків профільного ремонтного цеху, розробки оптимальних технологій ТО та ремонту систем живлення дизельних двигунів на прикладі автомобілів сімейства WV і проведення досліджень робочих характеристик за допомогою лабораторного стенда. Основною метою роботи є проведення досліджень робочих характеристик систем живлення та встановлення відповідностей, за умов наближених до експлуатаційних.

Стенд досконало відтворює систему живлення за допомогою спеціальних засобів і вимірювальних пристроїв.

До найпростіших висновків за показами вимірних пристроїв при проведенні досліджень можна віднести:

- залежність ефективності подачі палива від величини тиску, температури і якості палива;
- логічну залежність показів вимірних пристроїв залежно від величини тиску та положення акселератора;
- прогнозовану поведінку системи при певних несправностях.

На основі дослідних даних зроблено ряд висновків та припущень, які мають науково-прикладний характер. За результатами досліджень складені таблиці результатів та побудовані графічні залежності, що дають змогу прийняти правильні рішення при розробці технологій діагностування та ремонту і оптимізації робочих характеристик з метою досягнення максимальних експлуатаційних характеристик і ресурсу експлуатації автомобілів з максимальною безпекою.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Основи конструкції автомобілів. Сирота В.І. К. „Арістей”, 2005.-280с.
2. Автомобиль. Основы конструкции. Вишняков Н.Н. М. Машиностроение, 1996.-304с.
3. Гринкевич А.Н. Автомобили. Теория.-Минск: Высшая школа. 1996.
4. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобили. Теория эксплуатационных свойств. – М.: Машиностроение, 1999.
5. Иларионов В.А. и др. Теория и конструкция автомобиля. – М.: Машиностроение, 1995.
6. Краткий автомобильный справочник. – М.: Транспорт, 1993.
7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля.
8. Суханов Б.Н. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. - М.: Транспорт, 1994 -156с.
9. Лудченко А.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003 – 512с.
10. Лудченко А.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. – К.: Вища школа, 1997 – 311с.
11. В.И. Карагодин. Слесарь по ремонту автомобилей. Практическое пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 239с.: ил.
12. Селезньов О.І. Автомобіль. - К.: Вища школа, 1990р.
13. Іваненко М.В. Будова і експлуатація вантажних автомобілів. - К.: ТСО Україна, 1995р.
14. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. - К.: Знання-Прес.2003р.
15. Боровських Ю.І., Буральов Ю.В., Морозов К.А. Будова автомобілів. - Київ.: Знання – прес, 2003р.
16. Автомобили Фольксваген. Руководство по эксплуатации, ремонту и техническому обслуживанию. Цветное иллюстрированное издание. М.: Атласы автомобилей, 2000 г. – 224с. илл.



17. Жидецький В.Ц. Джигирей В.С. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник/ За ред. канд. техн. наук, доцента В.Ц. Жидецького. – Львів, Афіша, 2000 – 352 с.

18. Vasin VV@ntc.kamaz.net

19. <http://www.autopropect.ru/WV/2005>

20. <http://www.avtomn.ru/WV/2>