

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)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

**Магістр**

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування  
та ремонту паливної апаратури двигуна ЯМЗ-236 автомобілів  
сімейства МАЗ з дослідженням швидкісних характеристик  
однорежимного регулятора ПНВТ дизельного ДВЗ**

Виконав: студент 6 курсу, групи МАМ-61

спеціальності (напряму підготовки) \_\_\_\_\_

**274 Автомобільний транспорт**

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

**Камінський Б.М.**

(прізвище та ініціали)

Керівник

**Пиндус Ю.І.**

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

**Левкович М.Г.**

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(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

Освітній ступінь Магістр

Напрямок підготовки

(шифр і назва)

Спеціальність 274 Автомобільний транспорт

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

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

«16» вересня 2019 р.

## ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Камінському Богдану Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту паливної апаратури двигуна ЯМЗ-236 автомобілів сімейства МАЗ з дослідженням швидкісних характеристик однорежимного регулятора ПНВТ дизельного ДВЗ

Керівник роботи

Пиндус Юрій Іванович к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом по університету від « 16 » вересня 2019 року № 47 - 810

2. Термін подання студентом роботи

3. Вихідні дані до роботи

Типовий ТП ТО і ремонту. Перелік несправностей. Типові наукові дослідження

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 в надзвичайних ситуаціях. Екологія.

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

1. План ділянки ремонту паливної апаратури (ф-А1)

2. Спряжені деталі ПНВТ ЯМЗ-236 (ВЗ)(ф-А1)

3. Форсунка ЯМЗ-236 (СК) (ф-А1)

4. Карта дефекації плунжера ПНВТ ЯМЗ-236 (ф-А1)

5. Карта дефекації втулки плунжера ПНВТ ЯМЗ-236 (ф-А1)

6. Технологічна карта діагностики форсунки ЯМЗ-236 (ф-А1)

7. Стенд діагностики форсунки дизельного ДВЗ (СК)(ф-А1)

8. Робочі креслення деталей стенду діагностики форсунки дизельного ДВЗ (разом ф-А1)

9. Знімач форсунок (СК). Робочі креслення деталей знімача(разом ф-А1)

10. Аналіз наукових досліджень (ф-А1)

11. Результати наукових досліджень (ф-А1)

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 16.09.2019р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Загально – технічний розділ</i>	<i>26.09.19р.</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>09.10.19 р.</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>23.10.19 р.</i>	
4	<i>Спеціальний розділ</i>	<i>30.10.19 р.</i>	
5	<i>Науково – дослідний розділ</i>	<i>06.11.19 р.</i>	
6	<i>Проектний розділ</i>	<i>13.11.19 р.</i>	
7	<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>27.11.19 р.</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>04.12.19 р.</i>	
9	<i>Екологія</i>	<i>11.12.19 р.</i>	
10	<i>Графічна частина</i>	<i>18.12.19 р.</i>	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)*Камінський Б.М.*

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)*Пиндус Ю.І.*

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ.....</b>	<b>7</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>8</b>
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>9</b>
1.1 Характеристика автомобіля МАЗ-5551.....	9
1.2 Характеристика двигуна ЯМЗ-236Н.....	11
1.3 Принцип дії та умови роботи приладів системи живлення дизельних автомобільних двигунів .....	13
1.4 Характеристика системи живлення двигуна ЯМЗ-236Н.....	14
1.5 Опис конструкційних особливостей та принцип роботи вузла, що підлягає ремонту.....	16
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>27</b>
2.1 Організація робіт на дільниці і схема технологічного процесу.....	27
2.2 Технічні умови на дефектування деталей вузла, найменування та способи виявлення дефекту.....	28
2.3 Вибір раціональних способів усунення дефектів, технології усунення дефектів.....	34
2.4 ТП та способи виявлення несправностей системи живлення дизельного двигуна.....	34
2.5 Методи усунення неполадок дизельного ДВЗ.....	37
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>39</b>
3.1 Аналіз існуючих конструкцій стендів для діагностики ПНВТ.....	39
3.2 Технічний опис конструкції стенду ДД 10-04.....	40
3.3 Призначення і сфера застосування пропонованого стенду.....	41
3.4 Аналіз аналогів проектованого стенду.....	42
3.5 Будова і робота стенду для діагностики форсунок.....	44
3.6 Розрахункова частина конструкторського розділу.....	46
3.6.1 Вибір електродвигуна.....	46
3.6.2 Розрахунок діаметру кулачкового валу.....	47
3.6.3 Вибір підшипників кочення.....	48
3.7 Опис конструкцій та принципи роботи пристосування.....	49

<b>4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>51</b>
4.1 Використання прикладного програмного забезпечення для вирішення задач дипломної роботи.....	51
4.2 Методики аналізу даних, побудови графіків та діаграм засобами комп'ютерних технологій.....	54
4.3 Методики оформлення графічної частини роботи засобами комп'ютерних технологій.....	62
<b>5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>71</b>
5.1 Аналіз існуючих паливних насосів і регуляторів та порівняння відповідних характеристик.....	71
5.2 Стендові моторні дослідження дизеля ЯМЗ-236 з ПНВТ, обладнаного однорежимним регулятором.....	74
5.3 Математична модель розгону дизеля.....	76
5.4 Розрахунок однорежимного регулятора дизеля.....	77
5.5 Математична модель руху вантажного автомобіля з дизелем за їздовим циклом при однорежимному регулюванні.....	78
<b>6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>79</b>
6.1 Розрахунок виробничої програми по ТО і ремонту.....	79
6.1.1 Вибір і корегування нормативів.....	80
6.1.2 Визначення кількості ТО і КР автомобіля за цикл.....	83
6.1.3 Розрахунок коефіцієнтів технічної готовності і використання автомобілів.....	84
6.1.4 Визначення річного пробігу автомобілів.....	85
6.1.5 Розрахунок коефіцієнтів переходу від циклу до року.....	86
6.1.6 Визначення кількості ТО і КР автомобілів за рік.....	86
6.1.7 Визначення змінної програми ТО автомобілів.....	87
6.1.8 Визначення річного обсягу робіт з ТО і ремонту автомобілів.....	87
6.1.9 Визначення обсягу робіт по самообслуговування ПСГ.....	89
6.2 Розрахунок об'єкта проектування.....	90
6.2.1 Розподіл обсягу робіт для визначення розрахункових даних.....	90

6.2.2 Розрахунок кількості робітників.....	91
6.3 Розрахунок площі ділянки.....	93
<b>7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>	<b>94</b>
7.1 Визначення вартості основних засобів виробництва.....	94
7.2 Визначення витрат на заробітну плату.....	95
7.3 Визначаємо матеріальні витрати ділянки.....	97
7.4 Визначаємо загальноцехові та накладні витрати.....	98
7.5 Визначення економічної ефективності проекту.....	103
7.6 Техніко – економічні показники.....	105
<b>8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>106</b>
8.1 Техніка безпеки при виконанні технічного процесу у відділенні та санітарно гігієнічні вимоги.....	106
8.2 Техніка безпеки при виконанні розбирально-складальних робіт.....	108
8.3 Основні вимоги пожежної безпеки.....	110
8.4 Розрахунок штучного освітлення.....	111
<b>9 ЕКОЛОГІЯ.....</b>	<b>114</b>
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....</b>	<b>119</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>120</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>121</b>

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту паливної апаратури двигуна ЯМЗ-236 автомобілів сімейства МАЗ з дослідженням швидкісних характеристик однорежимного регулятора ПНВТ дизельного ДВЗ». Магістерська робота складається з розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з дев'яти розділів.

В загально-технічному розділі подана характеристика автомобіля МАЗ-5551 та двигуна ЯМЗ-236Н. Описано принцип дії та умови роботи приладів системи живлення дизельних автомобільних двигунів, характеристика системи живлення двигуна ЯМЗ-236Н.

В технологічному розділі описано організацію робіт на дільниці і схема технологічного процесу, технічні умови на дефектування деталей вузла, найменування та способи виявлення дефекту, вибрано раціональні способи усунення дефектів, технології усунення дефектів та технологічний процес ТО, ремонту, складання і регулювання паливного насосу високого тиску двигуна ЯМЗ-236Н. В конструкторському розділі здійснено аналіз існуючих конструкцій стендів для діагностики ПНВТ, призначення і сфера застосування пропонованого стенду, аналіз аналогів проектованого стенду.

Подано будову і роботу стенду для діагностики форсунок, описано конструкцію та принципи роботи пристосування та розраховано компоненти знімача. Розглянуто спеціальний розділ.

В науково-дослідному здійснено відповідні дослідження та опис результатів. В проектному розділі здійснено розрахунки дільниці з вибором обладнання. В сьомому розділі обгрунтовано економічну ефективність роботи.

В восьмому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Також розглянуто питання екології.

## ВСТУП

Система технічного обслуговування і ремонту покликана забезпечити надійність, безвідмовність, довговічність промислового транспорту. Передбачати виконання з встановленою періодичністю різних видів обслуговування та планових ремонтів, таких як поточний та капітальний.

Підвищення ефективності заходів з ремонту та відновлення автомобільних деталей сприяє підвищенню продуктивності, забезпечення надійності і стійкості експлуатаційної роботи промислового транспорту.

Витрати праці на ремонт і утримання промислового транспорту досить значні. Роль ремонтної індустрії і залежність від неї основної діяльності транспорту збільшується у зв'язку з ростом цін на новий рухомий склад.

Велике значення в економічній ефективності ремонту автомобілів має використання залишкового ресурсу деталей.

Близько 70...75% деталей автомобілів та їх агрегатів, що пройшли термін служби до першого капітального ремонту, мають залишковий ресурс і можуть експлуатуватися надалі або без ремонту, або після проведення ремонтних робіт невеликого об'єму.

Основну частину деталей автомобіля (40...45%) можна використовувати повторно тільки після відновлення. Вартість відновлення цих деталей не перевищує 10...50% вартості їх виготовлення. Забезпечення надійності та безпеки засобів технічного транспорту, економічної ефективності їх застосування є важливими завданнями, як на стадії виготовлення, так і в умовах експлуатації технічних засобів.

Велике місце у виробничій діяльності промислового транспорту займають роботи пов'язані з підтримкою і відновленням працездатності техніки. Метою даної роботи є розробка технологічного процесу ремонту ПНВТ дизельного двигуна ЯМЗ-236Н, який має широке застосування в автомобілях сімейства МАЗ.



## 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Характеристика автомобіля МАЗ-5551

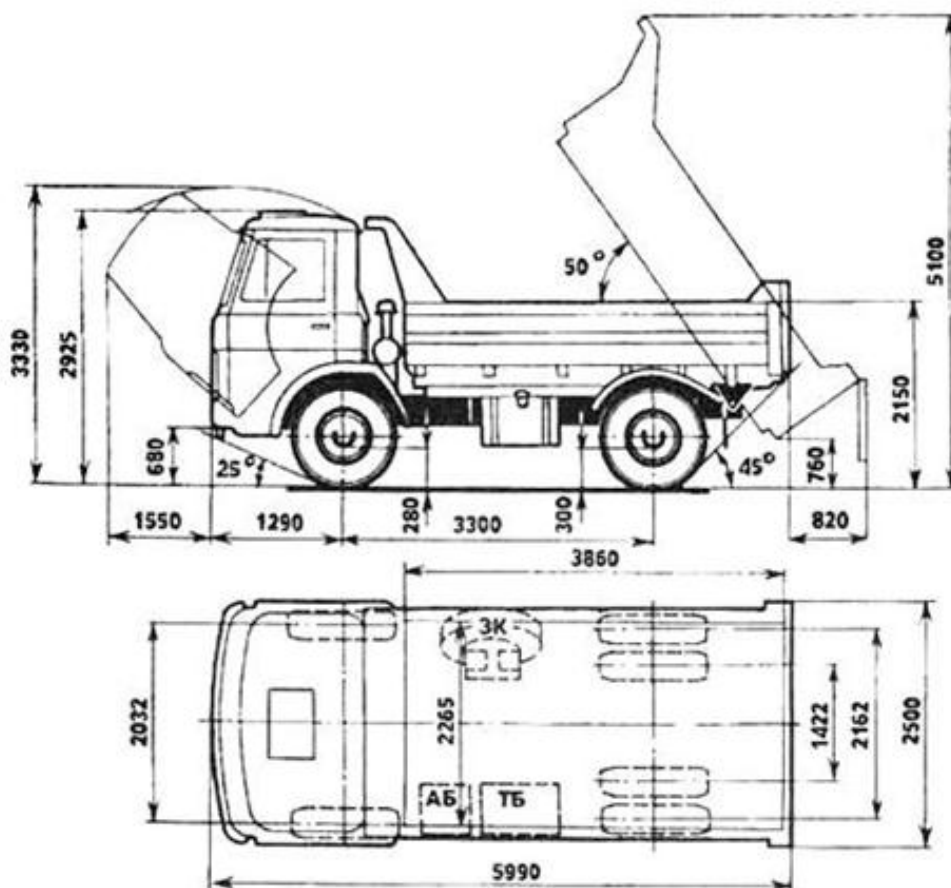


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд автомобіля МАЗ-5551 та габаритні розміри

МАЗ-5551 - самоскид з колісною формулою 4x2 вантажопідйомністю 9 т, що випускається Мінським автозаводом з 1985 року на базі агрегатів і вузлів МАЗ-53371.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики автомобіля МАЗ-5551

МАЗ-5551 (з 2003)	
Виробник	МАЗ
Роки виробництва	1985-
Місце виробництва	 Білорусь, Мінськ
Попередник(и)	МАЗ-5549
Наступник(и)	МАЗ-5550
Двигун(и)	Дизельні двигуни
Колісна база	3300 мм
Довжина	5740-6040 мм
Ширина	2500 мм
Висота	2950-3100 мм
Кліренс	270 мм
Найвища швидкість	80 км/год
Місткість бака	200 л
Споріднені	МАЗ-5337
Подібні	КрАЗ-5401С2

Кузов - суцільнометалевий з заднім бортом, що автоматично відкривається і закривається, розвантаження - назад. На МАЗ-5551 передбачений обігрів днища кузова відпрацьованими газами двигуна.

Кабіна - двомісна, відкидається вперед (на МАЗ-5551 гідроциліндром з ручним приводом гідронасоса). Модифікація - МАЗ-555101 виконання ХЛ для роботи в холодному кліматі при температурі до мінус 60°C. Допускається експлуатація МАЗ-5551 з причепом-самоскидом повною масою 10000 кг.

МАЗ-5551 з'явився також і в версії шасі для монтажу різноманітного обладнання. В 2003 році модель отримала нову кабіну.

Автомобілі комплектуються двигуном ЯМЗ-236М2 об'ємом 11,15 л потужністю 180 к.с. або ЯМЗ-236НЕ2/ЯМЗ-6563.10Е3 потужністю 230 к.с.

## 1.2 Характеристика двигуна ЯМЗ-236Н

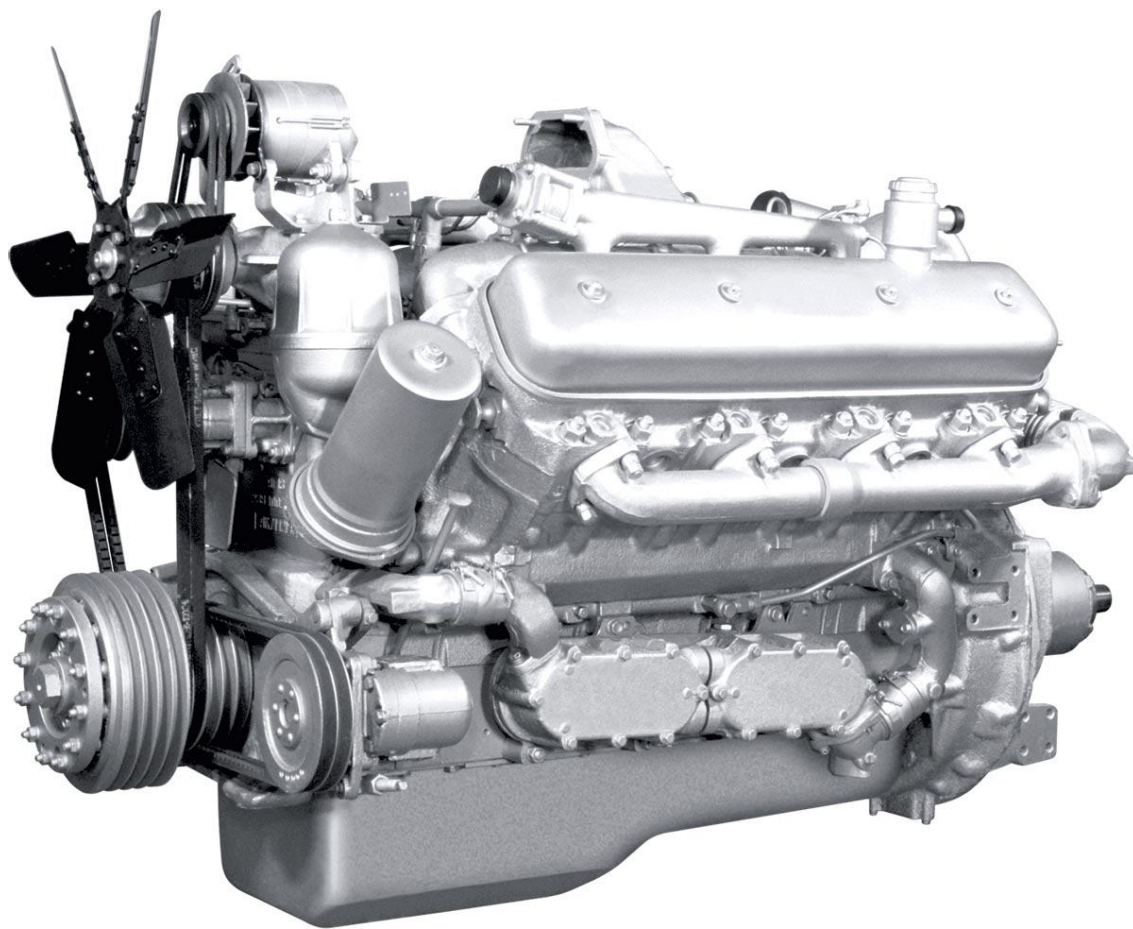


Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд двигуна ЯМЗ-236М

Дизельні двигуни, з турбонаддувом і без нього, V-подібні, шестициліндрові (ЯМЗ-236) і восьмициліндрові (ЯМЗ-238) чотиритактні, призначення - оснащення великовантажні автомобілі («МАЗ», «Урал», «КрАЗ» і т. д.), трактори (К-700), бронетранспортери, будівельна техніка і т. д.

Характеристики:

Система живлення - механічний ПНВТ, по одній насосній секції на циліндр, з безпосереднім уприскуванням. Розташований в розвалі блоку циліндрів. Впускні трубопроводи розташовані в розвалі блоку циліндрів. Клапанний механізм OHV, клапани розташовані (по 2 на циліндр) в головці і приводяться в рух через коромисла та штанги від нижнього розподільного валу, що знаходиться над колінчастим валом і приводиться в рух через дві шестерні, розташовані на передньому кінці двигуна і закриті кришкою. Штанги мають роликові штовхачі. У колінчастого вала шатунні шийки розташовані під кутом  $90^\circ$  (ЯМЗ-238),  $120^\circ$  (ЯМЗ-236), що забезпечує рівномірний спалах кожні  $90^\circ$  у ЯМЗ-238, але

нерівномірні (через 90° і 150°) у ЯМЗ-236. Шатуни зміщені. Охолодження двигуна рідинне.

Модифікації:

ЯМЗ-236

Число циліндрів: 6;

Число клапанів: 12;

Діаметр циліндра: 130 мм;

Робочий об'єм: 11.150 см<sup>3</sup>.

ЯМЗ-236Г - 150 к.с. (110 кВт) при 1700 об / хв

ЯМЗ-236НБ - 165 к.с. (121 кВт) при 1800 об / хв, 736 Н \* м (75 кгс \* м) при 1300 об / хв

ЯМЗ-236ДК - 175 к.с. (129 кВт) при 2100 об / хв, 667 Н \* м (68 кгс \* м) при 1400 об / хв

ЯМЗ-236 (базовий) - 180 к.с. (132 кВт) при 2100 об / хв, 667 Н \* м (68 кгс \* м) при 1500 об / хв

ЯМЗ-236НК - 185 к.с. (136 кВт) при 1900 об / хв, 833 Н \* м (90 кгс \* м) при 1300 об / хв

ЯМЗ-236НД - 210 к.с. (154 кВт) при 1900 об / хв, 882 Н \* м (90 кгс \* м) при 1300 об / хв

ЯМЗ-236НЕ - 230 к.с. (169 кВт) при 2100 об / хв, 882 Н \* м (90 кгс \* м) при 1300 об / хв

ЯМЗ-6563 - 230 к.с. (169 кВт) при 1900 об / хв, 882 Н \* м (90 кгс \* м) при 1200 об / хв

ЯМЗ-236Н - 230 к.с. (169 кВт) при 2100 об / хв, 882 Н \* м (90 кгс \* м) при 1300 об / хв

ЯМЗ-236НЕ2 - 230 к.с. (169 кВт) при 2100 об / хв, 882 Н \* м (90 кгс \* м) при 1200 об / хв

ЯМЗ-236БК - 250 к.с. (184 кВт) при 2000 об / хв, 1030 Н \* м (105 кгс \* м) при 1200 об / хв

ЯМЗ-6562 - 250 к.с. (184 кВт) при 1900 об / хв, 1128 Н \* м (115 кгс \* м) при 1200 об / хв

ЯМЗ-236Б - 250 к.с. (184 кВт) при 2000 об / хв, 1030 Н \* м (105 кгс \* м) при 1300 об / хв

ЯМЗ-236БЕ2 - 250 к.с. (184 кВт) при 2000 об / хв, 1078 Н \* м (110 кгс \* м) при 1200 об / хв

ЯМЗ-7601 - 300 к.с. (220 кВт) при 1900 об / хв, 1275 Н \* м (130 кгс \* м) при 1200 об / хв

Машини, на які встановлювались ЯМЗ-236

МАЗ-500 (1965—1990). ЯМЗ-236 (180 к.с.).

МАЗ-503 (1965—1977). ЯМЗ-236 (180 к.с.).

МАЗ-504 (1965—1982). ЯМЗ-236 (180 к.с.).

МАЗ-509 (1966—1990). ЯМЗ-236 (180 к.с.).

МАЗ-516 (1973—1980). ЯМЗ-236 (180 к.с.).

МАЗ-5335 (1977—1990). ЯМЗ-236 (180, 300 к.с.).

МАЗ-5449 (1977—1990). ЯМЗ-236 (180 к.с.).

МАЗ-5551 (з 1985). ЯМЗ-236 (180 к.с.).

МАЗ-5516 (з 1995). ЯМЗ-238 (400 к.с.).

МАЗ-6422 (з 1978). ЯМЗ-238 (320, 330, 360, 425 к.с.).

Урал-4320 (з 1977). ЯМЗ-236 (230 к.с.), ЯМЗ-238 (300 к.с.).

КрАЗ-255 (1967—1994). ЯМЗ-238 (240 к.с.).

КрАЗ-6443 (з 1992). ЯМЗ-238 (330 к.с.).

КрАЗ-6322 (з 1994). ЯМЗ-238 (330 к.с.).

Урал-5323 (з 1989). ЯМЗ-238 (300 к.с.).

КамАЗ-5320 (1976—2000).

ЛіАЗ-5256.30 (2001-2004). ЯМЗ-236НЕ2 (230 к.с.).

МАЗ-104.X25 (2004-2005). ЯМЗ-236НЕ2 (230 к.с.).

### **1.3 Принцип дії та умови роботи приладів системи живлення дизельних автомобільних двигунів**

Принцип дії системи живлення дизеля:

Система живлення повинна забезпечувати розпилення палива в стиснуте повітря в циліндрі. Для цього система повинна мати спеціальну форсунку для

розпилювання і насос, який забезпечує подачу палива під високим тиском до форсунки.

Для того, щоб забезпечити самозаймання палива, повітря має бути нагріте у кінці такту стискування до температури порядку 900°C. Щоб отримати таку температуру необхідно стискувати повітря до 30 атмосфер. Дизельний двигун повинен мати високий степінь стискування.

При степені стискування від 14 до 22 досягається потрібна температура повітря, при якій надійно запалюється вприснуте паливо. Паливо до форсунки підводиться під тиском від насоса високого тиску. Згорання починається фактично відразу з появою факела палива з форсунки, тобто відразу починається зростання тиску і, значить, наступні порції палива повинні вприскуватись під вищим тиском. Максимальний тиск процесу згорання досягає 100 атмосфер, але при цьому ще триває вприскування, значить, форсунка повинна забезпечувати подачу палива під тиском більше 100 атмосфер. Чим вищий тиск, тим краща якість розпилення.

Найважливішим регулювальним параметром форсунки є тиск початку підйому голки.

Голка форсунки підібгана пружиною, яка відрегульована на певний тиск (двигуни ЯМЗ - 200 атмосфер, КамАЗ - 180 атмосфер.)

Форсунка повинна забезпечувати точний початок вприскування і точне закінчення вприскування, факел палива повинен відразу з'являтися і відразу відсікатися.

#### **1.4 Характеристика системи живлення двигуна ЯМЗ-236Н**

На автомобільних дизельних двигунах широко застосовується схема системи живлення з роздільним виконанням насоса високого тиску і форсунок, що служать для вприскування палива в кожний циліндр двигуна.

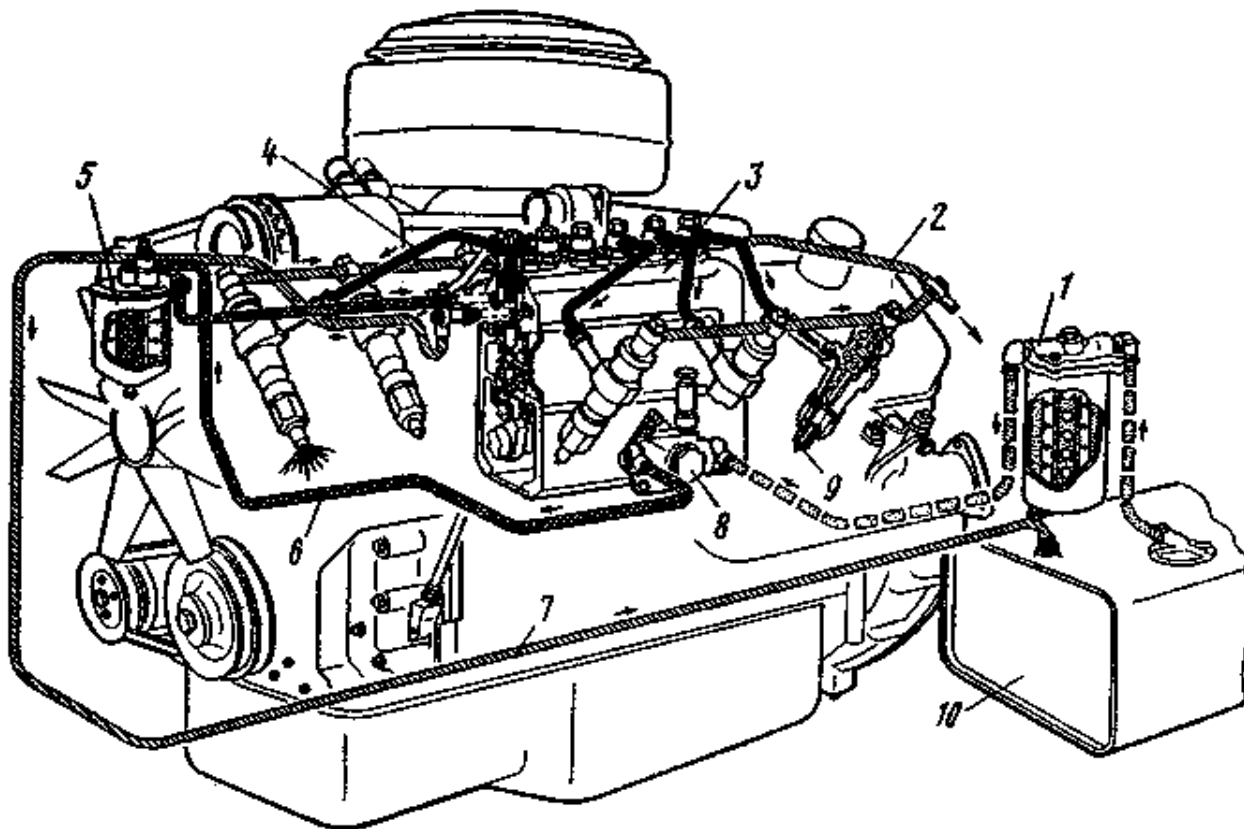


Рисунок 1.3 - Схема системи живлення двигуна ЯМЗ-236Н

1 – фільтр грубого очищення палива; 2 – зливний трубопровід від форсунок; 3 – насос високого тиску; 4 – паливопровід високого тиску; 5 – фільтр тонкого очищення палива; 6 – паливопровід низького тиску; 7 – зливний трубопровід від насоса високого тиску; 8 – паливний насос низького тиску; 9 – форсунка; 10 – паливний бак

В загальному вигляді система живлення дизельного двигуна може бути представлена з двох магістралей — низького і високого тиску. Прилади магістралі низького тиску подають паливо з бака до насоса високого тиску. Прилади магістралі високого тиску здійснюють безпосереднє вприскування палива в циліндри двигуна.

Схема системи живлення двигуна ЯМЗ-236Н представлена на рисунку 1.2. Дизельне паливо міститься в баку 10, який зв'язаний всмоктуючим паливопроводом через фільтр 1 грубого очищення з паливним насосом 8 низького тиску. При роботі двигуна створюється розрідження у всмоктуючій магістралі,

унаслідок чого паливо проходить через фільтр 1 грубого очищення, очищається від крупних зважених частинок і поступає в насос.

З насоса паливо під надмірним тиском близько 0,4 МПа по паливопроводу 6 подається до фільтру 5 тонкого очищення. На вході у фільтр є жиклер, через який частина палива відводиться в зливний трубопровід 7. Це зроблено для запобігання фільтру від прискореного забруднення, оскільки через нього проходить не все паливо, перекачуване насосом.

Після тонкого очищення у фільтрі 5 паливо підводиться до насоса 3 високого тиску. В цьому насосі паливо стискається до тиску близько 15 МПа і по паливопроводах 4 поступає відповідно до порядку роботи двигуна до форсунок 9. Невикористане паливо від насоса високого тиску відводиться по зливному трубопроводу 7 назад в бак. Невелика кількість палива, що залишається у форсунках після закінчення впрыскування, відводиться по зливному трубопроводу 2 в паливний бак.

Насос високого тиску приводиться в дію від колінчастого валу двигуна через муфту випередження впрыскування, внаслідок чого здійснюється автоматична зміна моменту впрыскування при зміні частоти обертання. Крім того, насос високого тиску конструктивно пов'язаний із всережимним регулятором частоти обертання колінчастого валу, що змінює кількість впрыскуваного палива залежно від навантаження двигуна. Паливний насос низького тиску має ручний підкачуючий насос, вбудований в його корпус, і служить для заповнення магістралі низького тиску паливом при непрацюючому двигуні.

Паливний насос високого тиску подає в кожний циліндр двигуна строго дозовані порції палива відповідно до порядку роботи і заданого режиму.

### **1.5 Опис конструкційних особливостей та принцип роботи вузла, що підлягає ремонту**

Паливний насос дизельного двигуна ЯМЗ-236Н встановлений між рядами циліндрів і приводиться в дію від шестерні розподільного валу через автоматичну муфту випередження впрыскування.



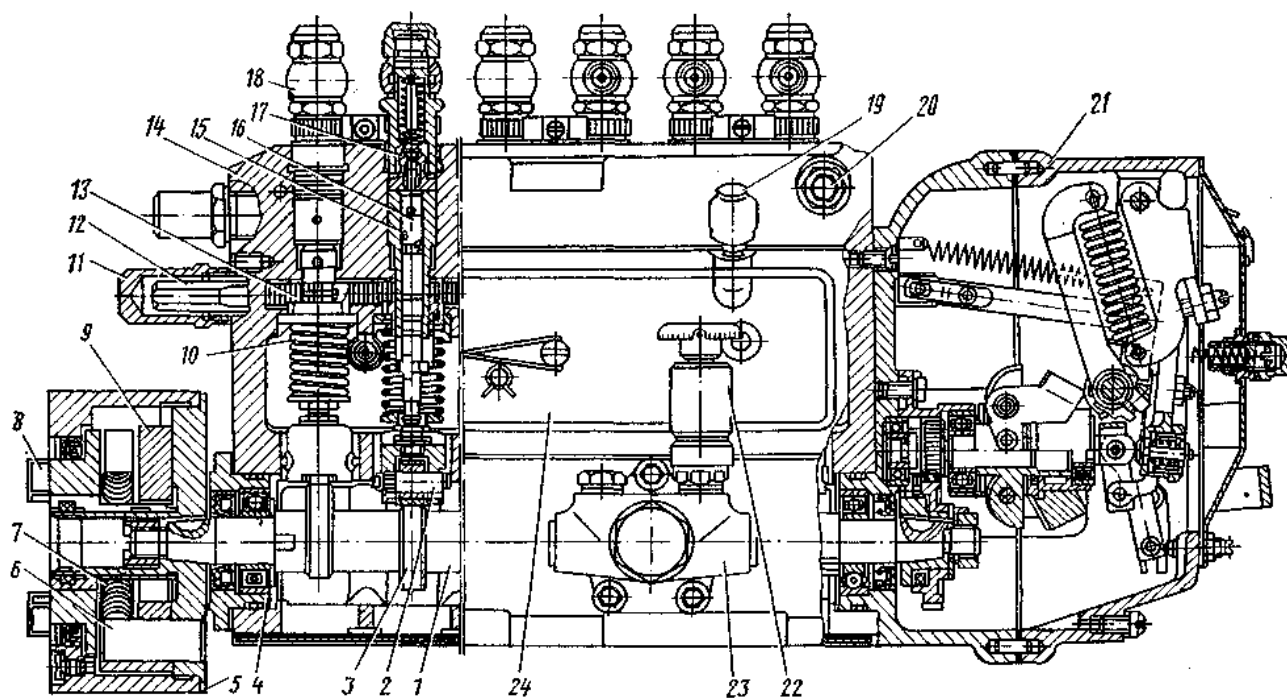


Рисунок 1.4 - Паливний насос високого тиску:

1 – кулачковий вал насоса; 2 – роликовий штовхач; 3 – кулачок; 4 – кульковий підшипник; 5 – ведений фланець муфти випередження вприскування палива; 6 – палець веденого фланця; 7 – пружина, 8 – ведучий фланець, 9 – вантажик; 10 – пружина плунжера; 11 – обмежувач ходу рейки; 12 – зубчата рейка; 13–зубчатий сектор; 14–корпус насоса; 15–гільза; 16–плунжер; 17–нагнітальний клапан; 18 – штуцер; 19 – пробка заливної горловини; 20 – пробка випуску повітря; 21 – регулятор частоти обертання колінчастого валу; 22 – ручний підкачуючий насос; 23 – насос низького тиску; 24 – кришка

Керування роботою насоса здійснюється вручну з місця водія і автоматично коректується всережимним регулятором частоти обертання колінчастого валу залежно від навантаження двигуна. Регулятор вбудований в конструкцію насоса і пов'язаний з приводом керування ним.

Основними частинами насоса високого тиску (див. рисунок 1.4) є корпус 14, кулачковий вал 1 і нагнітальні секції, число яких рівно числу циліндрів двигуна. Основними деталями кожної нагнітальної секції є плунжер 16 і гільза 15.

Нагнітальні секції розміщені в кублах верхньої частини корпусу 14, насоса, і їх гільзи кріпляться стопорними болтами. Паливо до гільз підводиться і відводиться через подовжні канали, просвердлені по всій довжині корпусу.

Збоку від нагнітальних секцій в подовжньому свердленні корпусу розміщена зубчата рейка 12, зачеплена із зубчатыми секторами 13 кожного плунжера. Хід рейки обмежується обмежувачем 11. Вільний кінець рейки, що виходить з корпусу насоса, сполучений сержкою з регулятором частоти обертання колінчастого валу, який управляє кількістю подачі палива.

В нижній перегородці корпусу є гнізда для установки роликів штовхачів 2. Від провертання штовхачі утримуються подовженими осями роликів, які входять у вертикальні пази, виконані в гніздах.

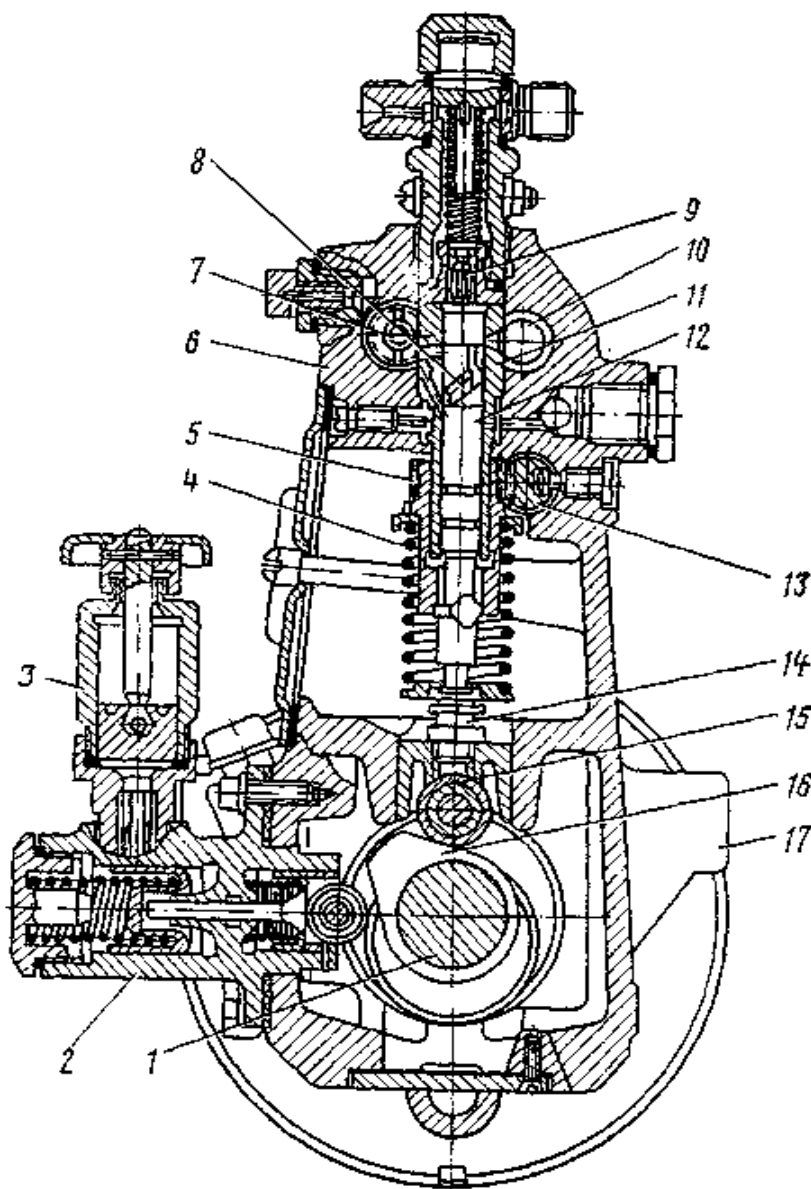


Рисунок 1.5 - Поперечний розріз насоса високого тиску:

1 – кулачковий вал насоса; 2 – паливний насос низького тиску; 3 – ручний підкачуючий насос; 4 – пружина; 5 – зубчатий сектор; 6 – корпус насоса; 7 – канал зливу палива; 8 – гвинтова кромка плунжера; 9 – нагнітальний клапан; 10 – канал підведення палива; 11 – гільза; 12 – плунжер; 13 – зубчата рейка; 14 – регулювальний гвинт; 15 – роликовий штовхач; 16 – кулачок; 17 – вилив кріплення насоса до двигуна

Кулачковий вал насоса встановлений на двох кулькових підшипниках 4, які ущільнені самопідтискними гумовими сальниками. На кулачковому валу є куркульки 3 по числу нагнітальних секцій і ексцентрик для приводу підкачуючого насоса низького тиску. Вільні кінці валу закінчуються хвостовиками. Передній хвостовик служить для кріплення муфти випередження уприскування, через яку здійснюється привід насоса. На задньому хвостовику кулачкового валу закріплена шестерня приводу регулятора 21 частоти обертання колінчастого валу.

З боку кріплення підкачуючого насоса 22 низькі тиск на корпусі є знімна кришка 24. Кришка закриває порожнину насоса, через яку відкривається доступ для регулювання довжини штовхачів і рівномірності подачі по секціях насоса.

Будова нагнітальної секції. Основою кожної нагнітальної секції (рисунок 1.4) є плунжерна пара, що складається з плунжера 12 і гільзи 11. Ці деталі підбирають селективно один до одного із зазором 0,001-0,002 мм і в процесі експлуатації їх розкомплектовувати не можна. Нижнім кінцем плунжер впирається в регулювальний гвинт 14, вкручений в корпус роликового штовхача 15. Від мимовільного відкручування гвинт 14 контрить контргайкою.

Плунжер насоса переміщається вгору при набіганні кулачка 16 на роликовий штовхач. Зворотне переміщення плунжера відбувається при збіганні кулачка з ролика під впливом пружини 4, яка впирається через тарілку на плунжер.

На гільзу 11 вільно надіта поворотна втулка, що має у верхній частині зубчатий сектор 5, сполучений з рейкою, а в нижній частині два пази, в які входять шліцьові виступи плунжера. Таким чином, плунжер виявляється

сполученим із зубчатою рейкою 13. Над плунжерною парою розташований нагнітальний клапан 9, який складається з сідла і власне клапана, закріпленого в посадочному отворі корпусу за допомогою штуцера і пружини. Всередині пружини встановлений обмежувач підйому клапана.

Робота нагнітальної секції насоса (рис. 1.6) складається з наступних процесів: наповнення, зворотного перепуску, подачі палива, відсічення і перепуску в зливний канал.

Наповнення паливом надплунжерної порожнини 4 в гільзі (рис. 1.6, а) відбувається при русі плунжера 9 вниз, коли він відкриває отвір впускання 8. З цієї миті паливо починає поступати в порожнину над плунжером, оскільки вона знаходиться під тиском, створеним паливним насосом низького тиску.

При переміщенні плунжера вгору під дією набігаючого кулачка спочатку відбувається зворотний перепуск палива в той, що підводить канал через отвір впускання 8. Як тільки кромка торця плунжера перекриває отвір впускання, зворотний перепуск палива припиняється і підвищується тиск палива. Під дією різко збільшеного тиску палива нагнітальний клапан 5 відкривається (рис. 1.6, б), що відповідає початку подачі палива, яке по паливопроводу високого тиску поступає до форсунки.

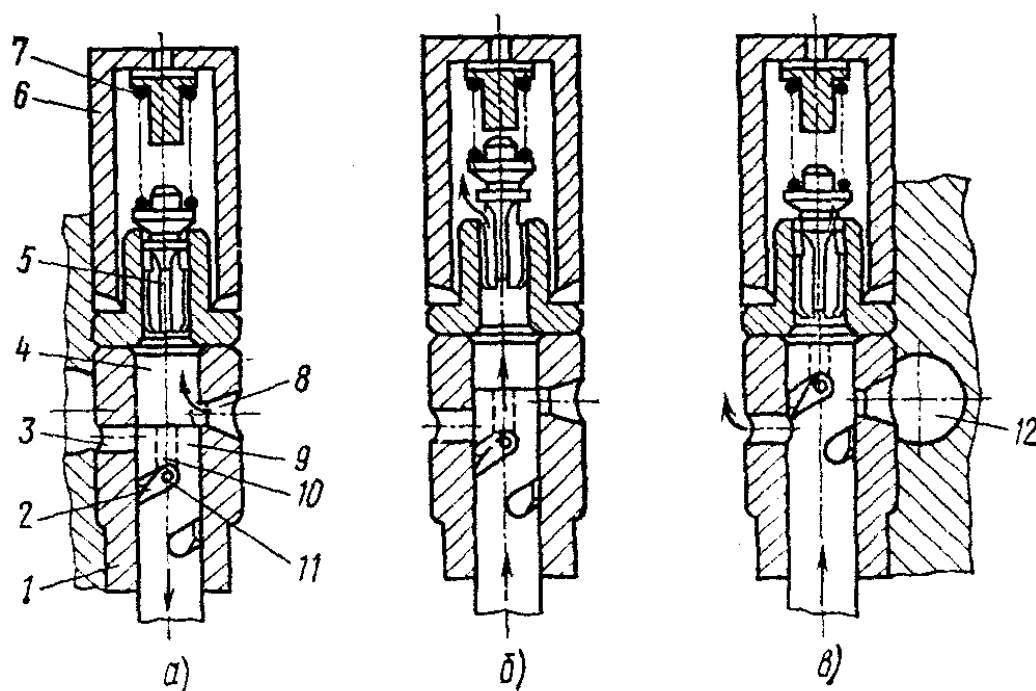


Рисунок 1.6 - Схема роботи нагнітальної секції:

а – наповнення; б – початок подачі; в – кінець подачі; 1 – гільза; 2 – відсічна кромка; 3 – зливний отвір; 4 – надплунжерна порожнина; 5 – нагнітальний клапан; 6 – штуцер; 7 – пружина; 8 – отвір впускання; 9 – плунжер; 10 – вертикальний канал плунжера; 11 – горизонтальний канал плунжера; 12 – підвідний канал в корпусі насоса

Подача палива нагнітальною секцією триває до моменту, поки відсічна кромка 2 плунжера не відкриє перепуск палива в зливний канал насоса високого тиску через отвір 3 в гільзі. Оскільки тиск в ньому значно нижче, ніж в порожнині над плунжером, відбувається перепуск палива в зливний канал. При цьому тиск над плунжером різко падає і нагнітальний клапан швидко закривається, відсікаючи паливо і припиняючи подачу (рис. 1.6, а).

Кількість палива, що подається нагнітальною секцією насоса за один хід плунжера з моменту закриття отвору впускання в гільзі до моменту відкриття випускного отвору, званого активним ходом, визначає теоретичну подачу секції.

Дійсно, кількість палива, що подається, — циклова подача — відрізняється від теоретичної, оскільки існує витік через зазори плунжерної пари, виникають інші явища, що впливають на дійсну подачу. Різниця між цикловою і теоретичною подачами враховується коефіцієнтом подачі, який складає 0,75-0,9.

Під час роботи нагнітальної секції при переміщенні плунжера вгору тиск палива підвищується до 1,2-1,8 МПа, що викликає відкриття нагнітального клапана і початок подачі. Подальше переміщення плунжера викликає збільшення тиску до 15 МПа, внаслідок чого відкривається голка форсунки і здійснюється уприскування палива в циліндр двигуна. Уприскування триває до моменту досягнення відсічною кромкою плунжера випускного отвору в гільзі.

Розглянуті робочі процеси нагнітальної секції насоса високого тиску характеризують його роботу при постійній подачі палива і незмінній частоті обертання колінчастого валу і навантаженні двигуна.

Із зміною навантаження двигуна повинна змінюватися кількість палива, вприскувана в циліндри. Величини порцій палива, уприскувані нагнітальною секцією насоса, регулюються зміною активного ходу плунжера при незмінному

загальному ходу. Досягається це поворотом плунжера навкруги його осі (рисунок 1.7). При конструкції плунжера і гільзи, приведеної на рисунку 6, момент початку подачі не залежить від кута, повороту плунжера, але кількість вприскуваного палива залежить від об'єму палива, яке витісняється плунжером за час підходу його відсічної кромки до випускного отвору гільзи. Чим пізніше відкривається випускний отвір, тим більша кількість палива може бути поданий в циліндр.

Таким чином, час подачі, а отже, і кількість вприскуваного палива знаходяться в прямій залежності від відстані  $l$  (рисунок 1.7, а). В показаному положенні плунжера відстань найбільша, що відповідає максимальній подачі палива і найбільшому активному ходу плунжера.

При менших навантаженнях двигуна потрібна менша кількість палива. Для цього висувають рейку керування плунжерами, повертаючи їх у бік наближення відсічної кромки 2 до зливного отвору 5 гільзи. Тоді при русі кожного плунжера вгору відстань  $l$  активного ходу плунжера зменшується і в циліндр вприсується менше палива.

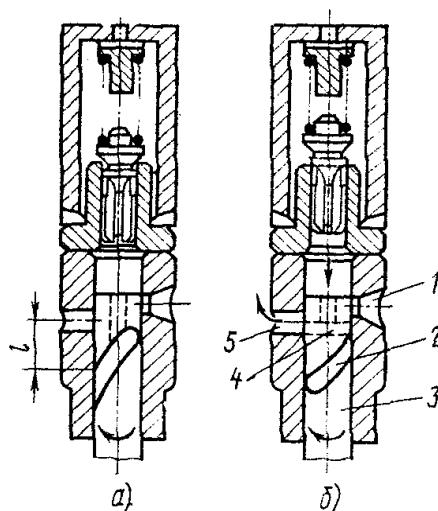


Рисунок 1.7 - Схема регулювання подачі палива поворотом плунжера:

а – максимальна подача; б – подача відсутня; 1 – вхідний отвір; 2 – відсічна кромка, 3 – плунжер, 4 – горизонтальний канал, 5 – зливний отвір

Якщо висунути рейку керування плунжерами до кінця, вони обернуться в положення збігу каналу 4 плунжера із зливним отвором 5 (рисунок 1.7, б).

В цьому випадку отвір для зливу сполучатиметься з надплунжерною порожниною і при переміщеннях плунжера 3 над ними не створюватиметься тиск палива. В результаті подача палива припиниться. Це положення плунжерів щодо гільз, що досягається максимальним висуненням рейки, використовується для зупинки двигуна.

Надійність автомобільної техніки в значній мірі залежить від надійності дизелів і їх паливної апаратури. Більша частина несправностей приходить на паливну апаратуру, у якої найбільш швидко спрацьовуються прецизійні пари.

При недостатньому очищенні палива фільтрами тверді частинки проходять разом з паливом під великим тиском і великою швидкістю через малі зазори, зношують прецизійні пари, внаслідок чого порушується нормальна робота паливної апаратури і погіршуються техніко-економічні показники двигуна.

Паливний насос високого тиску:

ПНВТ призначений для подачі до форсунок палива під високим тиском. Крім того, ПНВТ регулює кількість палива, яке подається за цикл, для того, щоб регулювати потужність двигуна. У бензиновому двигуні регулювання потужності називається кількісним, тому, що дросельна заслінка пропускає більшу або меншу кількість суміші. У дизельному двигуні регулювання потужності називається якісним. Дросельної заслінки немає взагалі, тому кількість повітря і суміші практично постійна, а зміна потужності здійснюється зміною складу суміші - збідненням або збагаченням, для цього впорскується більша або менша кількість палива. Такий процес називається зміною якості суміші. Основним елементом ПНВТ є плунжерная пара. Багатоплунжерні ПНВТ складаються з набору плунжерних пар.

Хід плунжера - постійна величина, яка визначається висотою кулачка. Максимальну подачу палива можна отримати, якщо використовувати увесь активний хід плунжера. Для регулювання подачі палива потрібно подавати паливо не на повний хід плунжера, а тільки на частину його ходу, тобто, плунжер підтримує тиск частиною ходу, потім наступає відсічення, тиск скидається і іншу частину ходу плунжер працює вхолосту.

По обох сторонах гільзи є канали, які проходять через весь корпус і мають

виходи в гільзу кожної плунжерної пари. Один отвір гільзи з'єднується з нагнітальним каналом, другий з відсічним. Плунжер рухається вгору і верхньою кромкою перетинає нагнітальний простір, нарастає тиск і відбувається вприскування. Вприскування закінчується, коли спіральна канавка на плунжері торкнеться відсічного отвору. Для регулювання циклової подачі плунжер обертають. Чим пізніше спіральна канавка торкнеться відсічного отвору, тим більшою вийде циклова подача.

Плунжер верхньою частиною вставлений в гільзу. Нижня частина плунжера вставлена в спеціальну поворотну втулку. На поворотній втулці є шестерня, яка входить в зачеплення із зубчастою рейкою. Водій, натискаючи на педаль, переміщає зубчасту рейку назад і вперед, при цьому всі плунжери обертаються, змінюючи циклову подачу.

Нагнітальний клапан:

Нагнітальний клапан відіграє дуже важливу роль формування початку і закінчення факела палива. Для повного згорання суміші факел палива повинен стрибком з'явитися і стрибком зникнути. Це досягається правильною спільною роботи нагнітального клапана і форсунки. Затиснутий пружиною нагнітальний клапан забезпечує зростання тиску над плунжером. Тиск у форсунці з'явиться тільки тоді, коли нагнітальний клапан стрибком відкривається. Форсунка відкривається так само стрибком, і відразу з'являється факел палива. У момент відсічення падає тиск під нагнітальним клапаном, він сідає в сідло, звільняючи об'єм, над клапаном, - від цього в трубці тиск падає стрибком, що дозволяє голці форсунки закриватися стрибком.

Паливопідкачуючий насос:

На корпусі ПНВТ змонтований підкачуючий насос. Це дозволяє забезпечити привід підкачуючого насоса від ексцентрика на розподільному валу ПНВТ.

Підкачуючий насос складається з ручної і механічної частини. Підкачуючий ручний насос потрібний для того, щоб заповнити систему паливом, якщо вона по якійсь причині порожня. Крім того, ручним насосом можна прокачати систему, щоб видалити повітря. Пухирі повітря в паливній системі дизеля недопустимі.

Всережимний регулятор:



Дизельний двигун з механічною системою впорску схильний до рознесення, це означає, що якщо він працює на мінімальних обертах без навантаження (холостий хід), то оберти почнуть підвищуватися, і ростимуть необмежено, що приведе до рознесення, - тому дизель потребує обмежувача числа обертів. Обмежувач числа обертів автоматично зменшує подачу палива, якщо оберти досягають граничного значення. Дизельним двигуном складно керувати. Грубий рух педаллю не дозволяє тонко регулювати подачею палива, тому водій, неминуче, після натиснення на педаль, вимушений буде привідпустити її, щоб потрапити в бажаний режим, це сильно утруднює керування автомобілем. Для того, щоб керування було точнішим, обмежувач числа обертів доповнюється функціями регулювання мінімального числа обертів, а також функціями для підтримування постійного числа обертів. Таким чином, обмежувач числа оборотів стає всережимним регулятором. Всережимний регулятор призначений для обмеження максимального числа обертів, підтримки мінімального числа обертів, і для підтримки заданого числа обертів на будь-якому режимі.

Принцип дії всережимного регулятора заснований на тому, що відцентровий автомат керує рейкою паливного насоса, тобто він всуває і висуває рейку залежно від числа обертів. Циклова подача палива залежить від положення рейки в паливному насосі. Рейка повинна підкорятися натисненню на педаль газу. Для цього педаль пов'язана з рейкою через складну систему важелів всережимного регулятора. Незалежно від педалі, рейка підкоряється відцентровому регулятору, який в певному діапазоні забезпечує точний режим роботи двигуна для кожного заданого положення педалі.

Муфта випередження впорскування:

Паливний насос і двигун працюють синхронно, але зв'язок між двигуном і паливним насосом не жорсткий, а здійснений через муфту. Муфта дозволяє автоматично змінювати кут випередження впорскування при зміні числа обертів. У верхній мертвій точці такту стискання досягається максимальний тиск і температура повітря. До цього моменту в циліндрі вже має бути деяка кількість розпоршеного палива, тому паливо потрібно починати впорскувати ще до приходу поршня у верхню мертву точку, з випередженням від  $0^\circ$  до  $7^\circ$ . Кут

випередження вприскування повинен змінюватися залежно від числа оборотів. Чим більше число обертів, тим менше часу залишається на подачу палива тим раніше треба починати вприскування. За цим і стежить муфта випередження вприскування.

Муфта випередження вприскування обертає розподільний вал ПНВТ. Вона дозволяє зрушити її вперед або назад по обертанню на заданий кут. Положення розподільного вала визначається дією відцентрового автомата в муфті.

Сама муфта складається з 2-х половин, які пов'язані з вантажиками відцентрового автомата. Передня половина жорстко зв'язана з шестернею приводу від двигуна.

Задня половина жорстко сидить на розподільному валу ПНВТ. Між обома половинами існує пружинний зв'язок, який дозволяє зрушуватися задній частині муфти вперед або назад по обертанню, змінюючи кут випередження вприскування.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Організація робіт на дільниці і схема технологічного процесу



Рисунок 2.1 - Схема технологічного процесу ПР ПНВТ

При попаданні ПНВТ на дільницю, проводять такі роботи: зовнішнє миття ПНВТ, розбирання, мийка та чистка деталей, дефектування.

Після чого деталі, які потребують ремонту, ремонтують, а не придатні до подальшої експлуатації вибраковуюють.

Далі проводиться збирання ПНВТ, під час якого вибракуванні деталі замінюються новими або відремонтованими.

Далі ПНВТ балансують та діагностують, після чого встановлюють на двигун автомобіля.

## **2.2 Технічні умови на дефектування деталей вузла, найменування та способи виявлення дефекту**

В результаті абразивного спрацювання прецизійних деталей на робочих поверхнях з'являються подряпини, що викликають погіршення процесу подачі палива в циліндри і сумішоутворення.

Відповідно при вивченні зносів цих деталей необхідно дослідити мікро- і макрогеометрію спрацьованих поверхонь.

Плунжер.

У плунжера найбільше схильна до зносу головка, особливо її ділянка в верхній частині, розташована напроти впускного вікна гільзи. Зношена поверхня має вид жолобоподібної канавки, яка розміщена уздовж плунжера від верхнього торця і проходить нижче середини головки.

Максимальна глибина її 23-25 мкм, ширина 4,5-5 мм (у верхнього торця головки плунжера); довжина 9,5-10 мм, загальна площа 42-50 мм<sup>2</sup>.

Чим далі від верхнього торця, тим канавка робиться вужче і менше, і за серединою головки вона вирівнюється з поверхнею.



Рисунок 2.2 - Зношена ділянка гвинтової кромки плунжера, які знаходяться навпроти перепускного вікна

Блискуча поверхня плунжера в результаті зносу на цій ділянці стає порізаною подовжніми рисками у вигляді борозенок глибиною 0,004...0,005 мм. Зовнішніми ознаками зношеної ділянки є матовий відтінок поверхні і гребінчаста нерівність, добре видима в лупу 10-20-кратного збільшення, а при великому зносі вона помітна неозброєним оком.

Характер зношеної поверхні і мікронерівності на ній дозволяють стверджувати, що ділянка, яка розглядається, підлягає абразивному зносу.

Рухаючись по найкоротшому шляху, паливо омиває перш за все ділянку відсіченням кромки проти перепускного отвору плунжера.

У перший момент відсічення перепускне вікно гільзи відкрито частково і при русі паливо зустрічає значний опір.

Тому на вказаній ділянці відсічна кромка розмивається паливом з абразивом, що знаходиться в ньому.

Процес зносу відбувається таким чином. Дрібні абразивні частинки, що мають малу масу, але значну кінетичну енергією завдяки високій швидкості, гострими кромками знімають мікростружку і порушують поверхневу міцність металу.

У подальшому швидко рухома рідина розмиває ці мікроподряпини, розширюючи і заглиблюючи їх. Розмивання металу прискорюється наявністю в паливі абразивних частинок, що здійснюють різання.

Менше зношується гвинтова кромка плунжера. Зношена поверхня розташована в 5,5 мм від верхнього торця і захоплює ділянку, яка лежить в безпосередній близькості до гвинтової кромки.

Ширина ураженої ділянки по циліндровій поверхні незначна, а найбільша (2,5-2,7 мм) знаходиться напроти перепускного отвору; по висоті головки знос розповсюджується на 4 мм.

Величина зкручування гвинтової кромки на торці різна: її максимальний знос знаходиться на ділянці проти перепускного бічного отвору плунжера, розташованого в 6,5 мм від верхнього торця, і складає 18-20 мкм: мінімальний знос рівний 3...5 мкм і знаходиться на відстані 9,5 мм від торця.

Іноді мають місце випадки заклинювання плунжера у гільзі, причому це проявляється в початковий період роботи деталей, наприклад при процесі обкатки двигуна.

Збільшення кількості цих дефектів пояснюється випуском плунжерних пар з малими величинами зазору, що досягається селективною збіркою. Незначні порушення зазору викликані деформацією гільзі при монтажі, значні відхилення від циліндрової форми деталей при виготовленні, фазові і структурні перетворення в металі, що приводять до збільшення розмірів плунжера, а також релаксація внутрішніх напружень, що виникають в процесі термічної і механічної обробки деталей, все це приводить до контакту деталей на окремих ділянках з подальшим схоплюванням.

Гільза. У гільзи зношується внутрішня поверхня, що примикає до впускного і перепускного вікон. Більший знос знаходиться біля впускного вікна, менший - у перепускного.

Знос в зоні впускного вікна охоплює ділянку у вигляді жолобоподібної смуги (рисунок 2.3) шириною 4.5-5 мм, розташованої уздовж гільзи.

Зношена ділянка зверху над вікном займає поверхню 31-35 мм<sup>2</sup>, а знизу 24-27 мм<sup>2</sup>. Поверхня над верхньою кромкою вікна покрита паралельними борозенками, розташованими уздовж гільзи.

Оскільки відсутні точні вимірювальні прилади для вимірювання по радіусу отворів малих діаметрів, гільзи розрізали і місцеві зноси вимірювали на вертикальному оптичному мікрометрі.

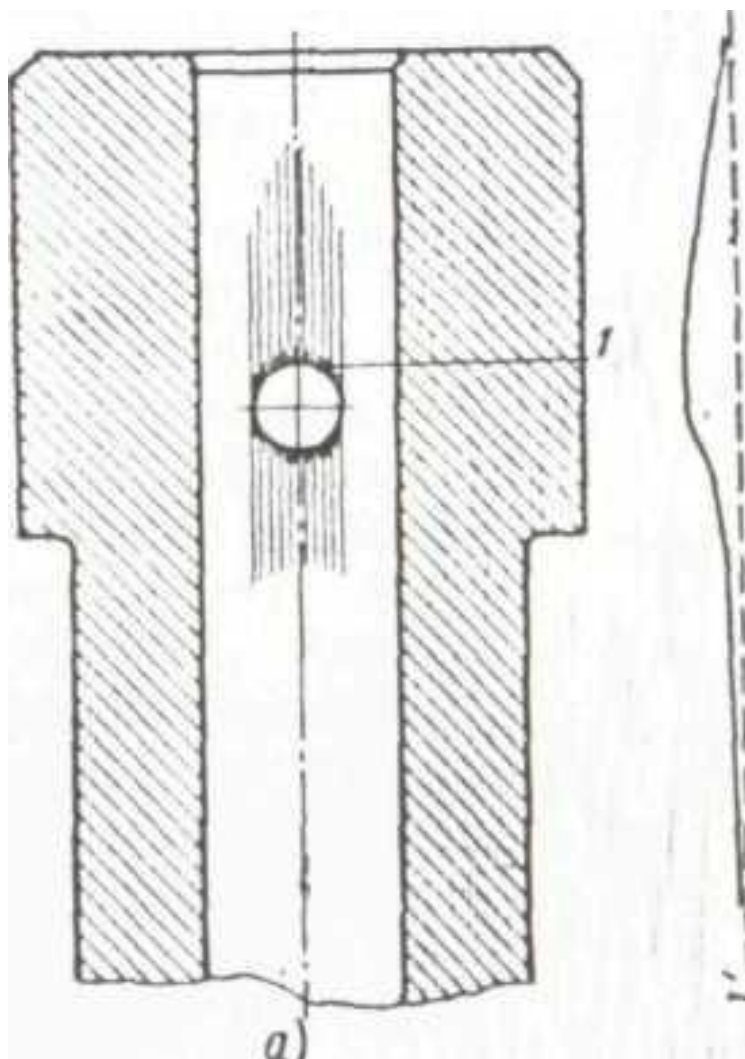


Рисунок 2.3 - Місця зносу втулки біля впускного вікна

Місцевий знос поверхні в зоні перепускного вікна гільзи по характеру і розміщені відрізняється від зносу впускного вікна.

Зношена ділянка знаходиться з лівої сторони кромки вікна, має форму прямокутної полоски шириною 2-2,5 мм., до верхнього торця він розповсюджується на 2-3 мм, до нижнього 4,5-5 мм (рисунок 2.4).

Величина зносу на краю кромки рівна 15...17 мкм. З приближенням до торців гільзи він різко зменшується. З правого боку від вікна зносу майже нема.

Таке розташування зносу пояснюється тим, що за наявності лівої гвинтової кромки плунжера спочатку відкривається ліва сторона вікна гільзи.

Тому перетікаюче паливо у момент відсіку абразивно зношує цю сторону вікна, тоді як права закрита.

Кромка з лівої нижньої сторони сильно зношується, кругла форма її порушується, виникає процес рідинного розмивання з абразивом.

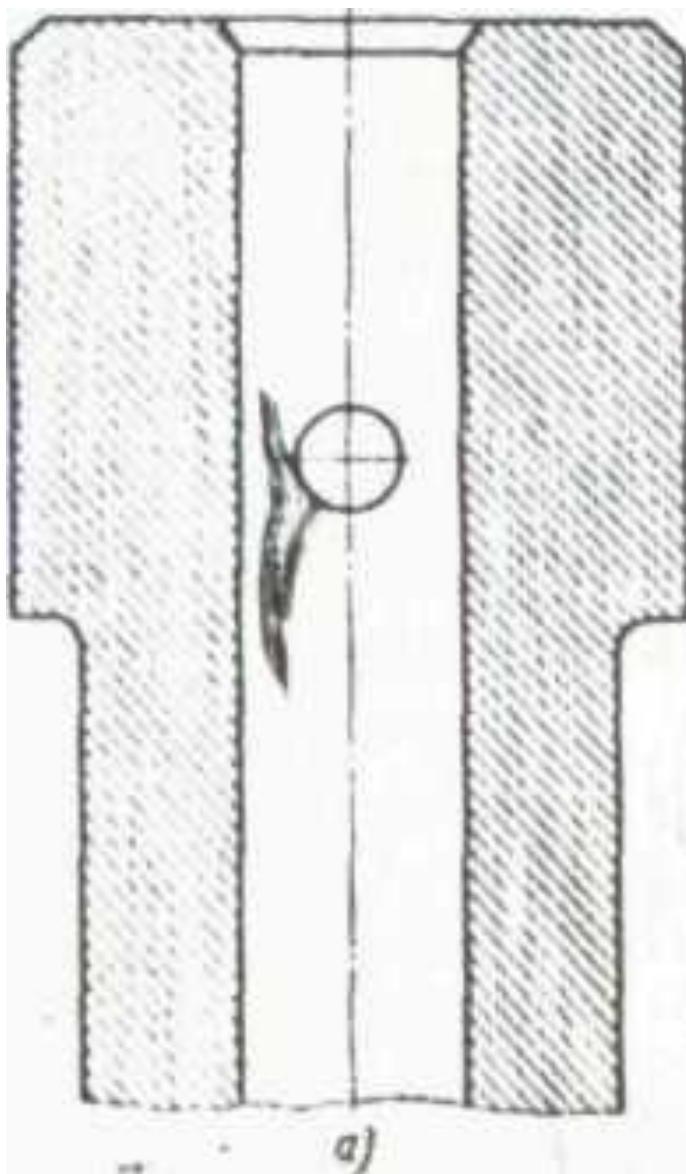


Рисунок 2.4 - Місця зносу гільзи біля перепускного вікна



Знос плунжерних пар значно знижує їх працездатність за рахунок протікання палива, особливо на пускових оборотах.

При повільному русі плунжера час на перетікання палива зростає, що приводить до росту протікання палива при зменшенні обертів.

Плунжерні пари в паливному насосі зношуються не однаково, тому перетікання палива на зношених ділянках буде різним, від чого збільшується нерівномірність подачі палива.

При великих зносах деталей плунжерних пар нерівномірність може збільшитись в 3 рази на номінальних обертах і в 5 разів на пускових обертах.

Знос плунжерних пар супроводжується значним зниженням тиску палива, яке подається.

На пускових обертах нові пари повинні нагнітати тиск подачі палива не нижче 50...60 МПа, а при зносі він знижується в 4...5 разів. Якщо плунжерна пара не нагнітає тиск в 30 МПа і менше, її потрібно замінити.

В результаті даного дослідження можна зробити висновки, що при роботі паливного насосу такі прецизійні деталі як плунжер і гільза отримують значні динамічні навантаження, високі тиски і швидкості палива, яке є хімікоактивним і включає в себе тверді абразивні частки.

В результаті абразивного спрацювання, прецизійних деталей на робочих поверхнях з'являються риски і подряпини, які спричиняють зниження гідравлічної щільності і великої нерівномірності подачі палива.

В даній статті зроблена спроба дослідити спрацювання плунжера і гільзи, виявити причини руйнування поверхневих шарів і закономірності процесів, що проходять при терті з метою збільшення зносостійкості прецизійних деталей при їх виготовленні і ремонті.

Залежність гідрощільності плунжерних пар від терміну їх роботи, причому взяті пари виготовлені методом взаємного притирання.

Для порівняння приведена щільність нових пар і пар з різним наробітком.

Аналіз графіка показує, що в перший період роботи (800-1000 мотогод.) щільність збільшується на 15-20%, це відбувається за рахунок приробки робочих поверхонь плунжера і гільзи.

Мабуть, чим менша величина зазору в спряженні плунжер-гільза, тим процес приробки має більший період.

### **2.3 Вибір раціональних способів усунення дефектів, технології усунення дефектів**

Технологічний процес ремонту дизельної паливної апаратури прийнято розділяти на 5 етапів:

1 - підготовчий – огляд апаратури та приладів, зовнішнє миття агрегатів і окремих деталей;

2 – розбирально - дефектувальний - роботи пов'язані з розбиранням і дефектуванням паливної апаратури;

3 – ремонтно - складальний - включає в себе роботи з ремонту, взаємному підбору, підгонці деталей і складанню паливної апаратури;

4 – контрольнo - регулювальний - складені вузли і деталі піддаються випробуванню;

5 - заключний – передача на склад або повернення в ремонт.

### **2.4 ТП та способи виявлення несправностей системи живлення дизельного двигуна**

Під час пошуку несправностей системи живлення необхідно пам'ятати, що ознаки характерні для інших систем і механізмів.

При затрудненому запуску двигуна необхідно перш за все перевірити, чи є паливо в баку, чи відкритий кран всмоктувального паливо проводу, чи відповідає мастило даному сезону.

Після від'єднання штуцерів форсунок паливних насосів, фільтрів, і отвори паливо проводів повинні бути захищені від попадання бруду ковпачками, заглушками або замотані чистою ізоляційною стрічкою. Перед складанням всі деталі необхідно старанно очистити і промити в дизельному паливі.

Тиск в системі низького тиску вимірюється пристроєм КИ (рис. 2.5)

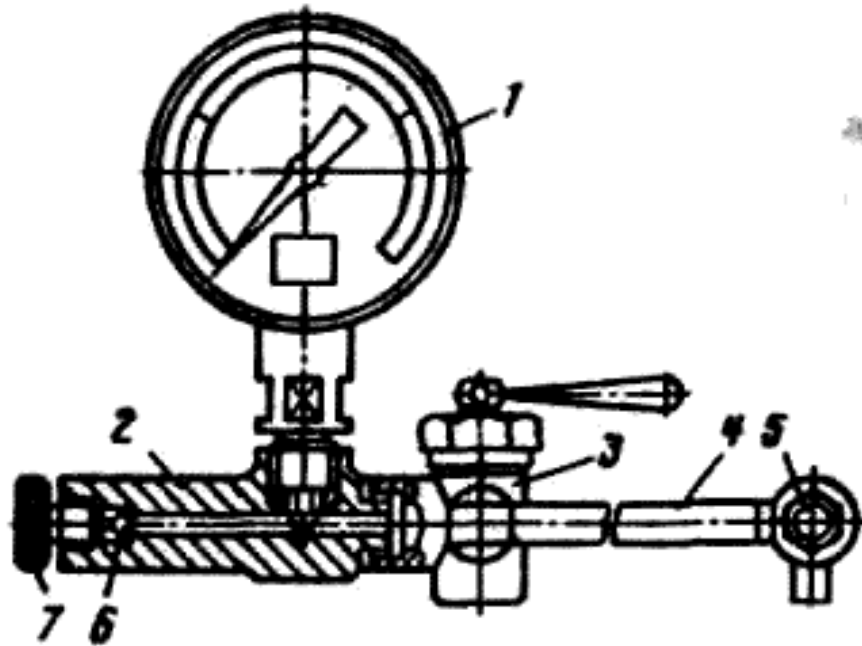


Рисунок 2.5 - Пристрій КИ :

1 – манометр; 2 – корпус; 3 – трьохпозиційний кран; 4 – шланг;  
5 – пустотілий болт; (штуцер); 6 – клапан; 7 – гвинт.

Нагнітання палива секціями ПНВТ визначається за допомогою моментоскопу  
КИ – 494 (рис. 2.6)

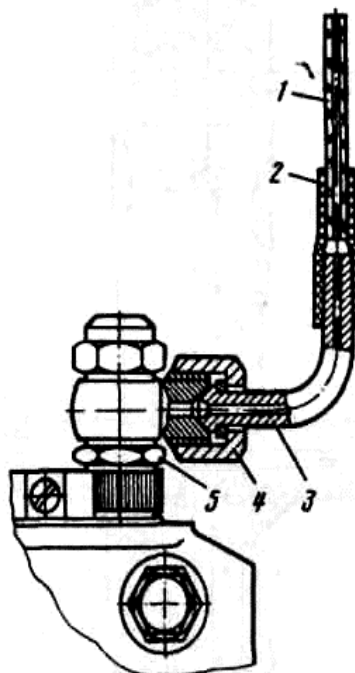


Рисунок 2.6 - Моментоскоп на паливному насосі

1 – трубка; 2 – з'єднальна трубка; 3 – відрізок трубки ВТ; 4 – накодна гайка; 5 – штуцерок.

Розпилювач перевіряють за допомогою максиметра (рис. 2.7)

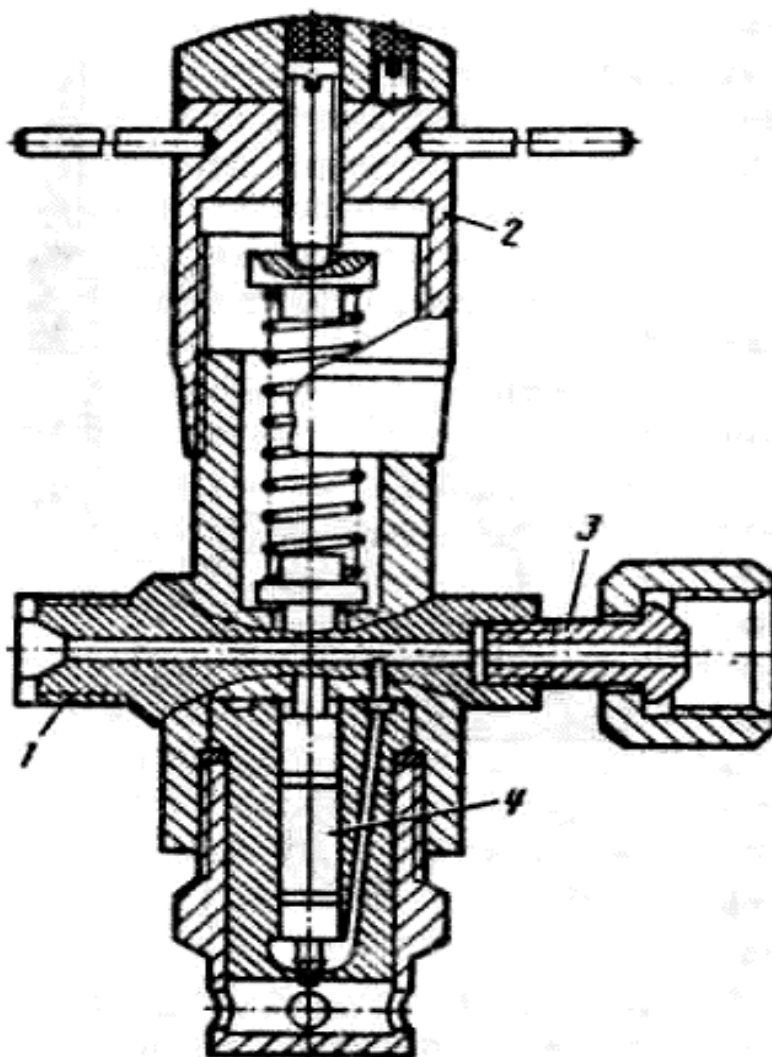


Рисунок 2.7 – Максиметр

1 – штуцер; 2 – мікрометрична головка; 3 – штуцер; 4 – голка розпилювача

Прецизійні пари ПНВТ перевіряються пристосуванням ЦИ – 16301А (рис. 2.8)

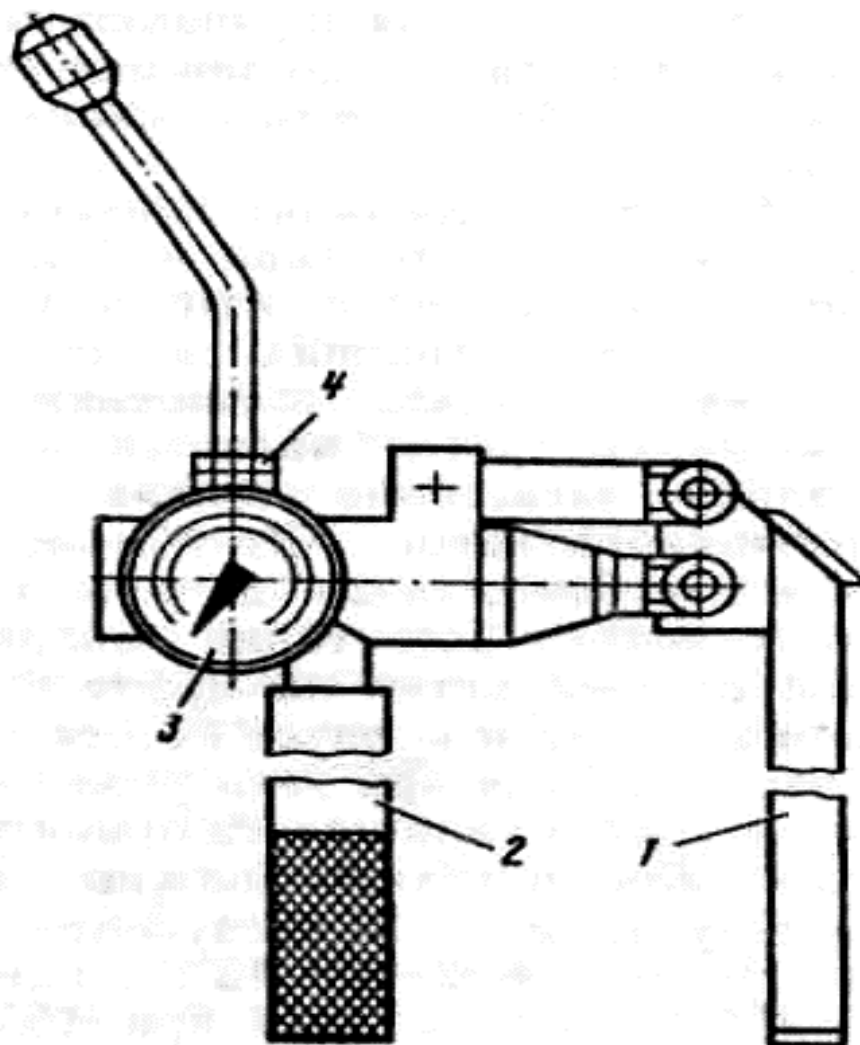


Рисунок 2.9 - Пристосування ЦИ – 16301А перевірки прецезійних пар ПНВТ.

1 – прикладна рукоятка; 2 – спецручка – резервуар; 3 – манометр активний;  
4 – перехідник спеціалізований.

## 2.5 Методи усунення неполадок дизельного ДВЗ

При складанні розпилювача підтискають розпилювач до упора його в приставку, а потім затягують гайочку розпилювача з моментом 75...85 Н·м.

Діагностику і регулюровку зібраної форсунки розпилення здійснюють на приладі КИ – 652А (рис. 2.10)

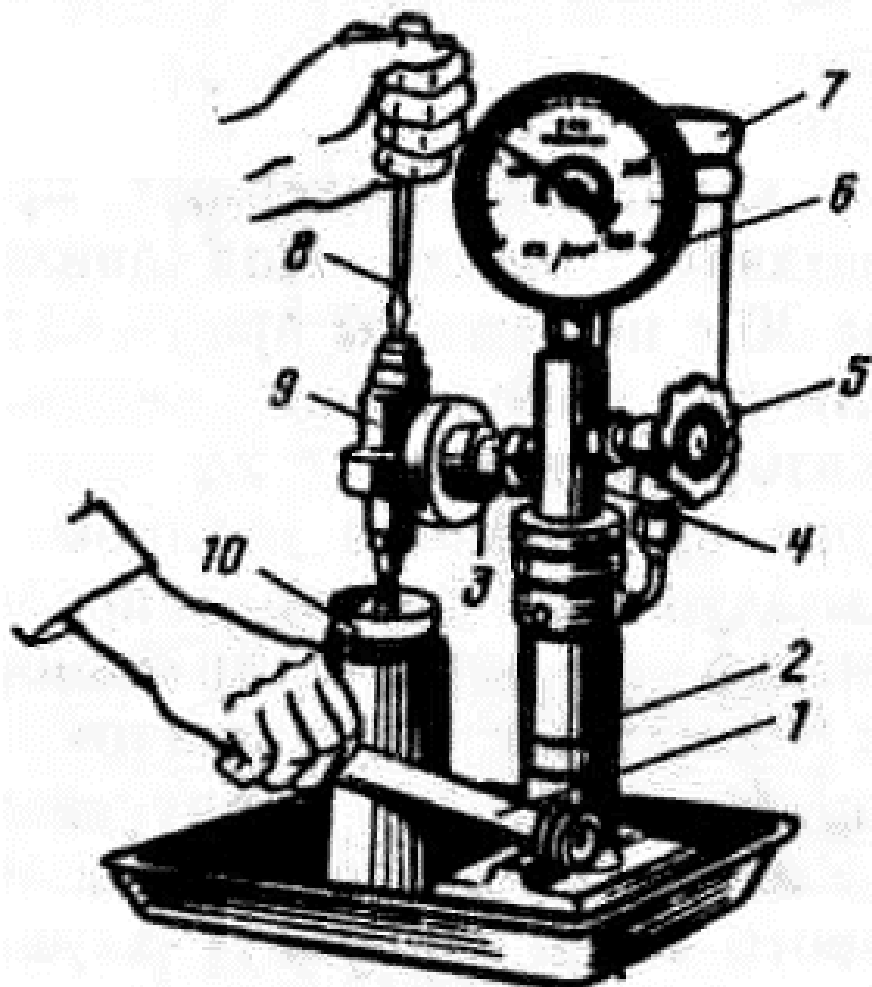


Рисунок 2.10 - Прилад КИ – 652А

1 – важіль спеціальний; 2 – корпус приладу; 3 – маховик; 4 – розподілювачі;  
 5 – запорний вентилячок; 6 – манометр універсальний; 7 – паливний бак;  
 8 – викрутка фігурна; 9 – випробовувана форсунка розпилювач; 10 – захисний прозорий ковпачок.

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Аналіз існуючих конструкцій стендів для діагностики ПНВТ

Дизельний двигун в порівнянні з карб'юраторним економічніший, у меншій мірі забруднює довкілля шкідливими продуктами, що входять до складу відпрацьованих газів, краще долає короткочасні перевантаження, а це дуже важливо для більшості мобільних машин.

В той же час дизель конструктивно складніший, що в основному визначається труднощами у виготовленні і експлуатації паливоподаючої апаратури, що забезпечує систему живлення двигуна.

Це у свою чергу вимагає не лише застосування спеціального обладнання, але і відповідних знань, навичок, необхідних для перевірки рівня робочих характеристик, які в процесі експлуатації не залишаються постійними і вимагають періодичного коригування.

Зміни, що виникають в апаратурі під час експлуатації паливоподачі, призводять не лише до погіршення економічності, потужностних характеристик дизеля, але і зниженню рівня безвідмовності, довговічності, працездатності, як вузлів паливоподачі, так і інших деталей дизеля.

Таблиця 3.1 – Основні технічні характеристики стендів

№	Характеристики стендів (показники рівня конструкції)	Базовий	Основний	Грунтовний
1	Кількість одночасно випробовуваних секцій, шт.	11	10	15
2	Частота обертання привідного вала -п	175- 3005	174-3006	178-4050
3	Точність вимірювання, %	±2	±2	±2
4	Привідна потужність, кВт.	14	9.5	16
5	Вартість, грн.	16581	11857	19283
6	Маса, кг.	479	476	641

Виконавши порівняльну оцінку стендів для діагностування ПНВТ, вказаних в таблиці, видно, щото технічний рівень стенду ДД 10-04К вище рівня базового, по деяких показниках або знаходиться на одному рівні з ним, що говорить про високий рівень технічного рівня.

### 3.2 Технічний опис конструкції стенду ДД 10-04

Призначення стенду ДД 10-04 для діагностування систем живлення дизельних двигунів (ПНВТ), а саме з допомогою даного стенда можна визначити работоздатність паливної апаратури, спостерігаючи за кількістю поданого палива кожною секцією насосу.

Загальний вигляд стенду ДД10-04 показаний на рисунку 3.1



Рисунок 3.1 – Загальний вигд стенду ДД 10-04.



Технічні характеристики:

1. Встановлена потужність, кВт 14 в т. год електродвигуна гідропривода, кВт .....11
2. Кількість обслуговуючого персоналу, люд. .... 1
3. Габаритні розміри, мм, .....не більше 1761 x 802 x 1935
4. Маса суха стану, не більше 476, кг .....не більше 605
5. Установлена безвідказна наробка, год. ....400
6. Термін служби, років, .....не менше 7 років

Стенд складається з двох основних частин: гідравлічної і електромеханічної, змонтованих на робочому столі. Стенд має шпindel для приводу кулачкового валу випробовуваного ПНВТ. До столу кріпиться досліджуваний ПНВТ. На стенді встановлені вимірювальні прилади: тахометер; манометри і вказуючі тиск палива на вході і виході ПНВТ; мірні колби; електричний пульт; комплект еталонних форсунок; Шпindel стенда приводиться в обертання при допомозі електродвигуна змінного струму з фазним ротором. Частота обертання шпинделя може регулюватися в широких межах безпосередньо електричними системами керування з використанням тиристорів і інших напівпровідникових приладів. Органом керування частотою обертання шпинделя є пульт керування.

Принцип роботи конструкції: використовуваний ПНВТ встановлюється на робочий стіл, привід насосу з допомогою муфти кріпиться до шпинделя, на кожен секцію насосу встановлюється трубопровід високого тиску, на які кріпляться форсунки, встановлені в спеціальних отворах поворотної консолі стану.

### **3.3 Призначення і сфера застосування пропонованого стану**

Предметом конструкторської розробки є стан для діагностики форсунок дизельних двигунів. Пропонується впровадження стану для виявлення несправного вузла паливної апаратури, а саме форсунки, в двигунах автомобілів МАЗ, КамАЗ та інших дизелів. Дизельний двигун в порівнянні з карбюраторним

економічніший, у меншій мірі забруднює довкілля шкідливими продуктами, що входять до складу відпрацьованих газів, краще долає короточасні перевантаження, а це дуже важливо для більшості мобільних машин. В той же час дизель конструктивно складніший, що в основному визначається труднощами у виготовленні і експлуатації паливоподаючої апаратури, що забезпечує систему живлення двигуна. Слід зазначити, що ці переваги дизеля проявляються повною мірою тільки при правильному, технічно грамотному обслуговуванні вузлів паливоподачі. Це у свою чергу вимагає не лише застосування спеціального обладнання, але і відповідних знань, навичок, необхідних для перевірки рівня робочих характеристик, які в процесі експлуатації не залишаються постійними і вимагають періодичного коригування. Зміни, що виникають в апаратурі під час експлуатації паливоподачі, призводять не лише до погіршення економічності, потужностних характеристик дизеля, але і зниженню рівня безвідмовності, довговічності, працездатності, як вузлів паливоподачі, так і інших деталей дизеля. Конструкція стенду дозволяє продіагностувати форсунку без зняття її з двигуна. Конструкція являє собою плунжерний насос, який подає під великим тиском паливо до форсунки. Також присутній манометр, за допомогою якого здійснюватимуться виміри тиску палива, що проходить через форсунку і штихбробер для виміру кількості цього палива. В результаті того, що прилад має електродвигун і для роботи із стендом не вимагається зняття форсунки з двигуна, процес діагностування істотно полегшується, плюс до всього буде відбуватися заощадження часу.

### **3.4 Аналіз аналогів проектованого стенду**

До аналогів пропонованого стенду можна віднести стенд для діагностики форсунок КИ-562.



Рисунок 3.2 - Стенд для діагностики форсунок КИ-562:

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики стенду для випробування форсунок КИ-562:

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

### 3.5 Будова і робота стану для діагностики форсунок

На рисункунку 3.3 представлений станд для діагностики форсунок, який складається з манометра - 1, бачка для палива - 2; корпусу приладу - 3, трубопроводу низького тиску - 4, мотор-редуктора - 5; спускового клапана - 6, кулачкового вала - 7; штовхача - 8, насоса високого тиску - 9, трубопровода високого тиску - 10 і штихпробера - 11.

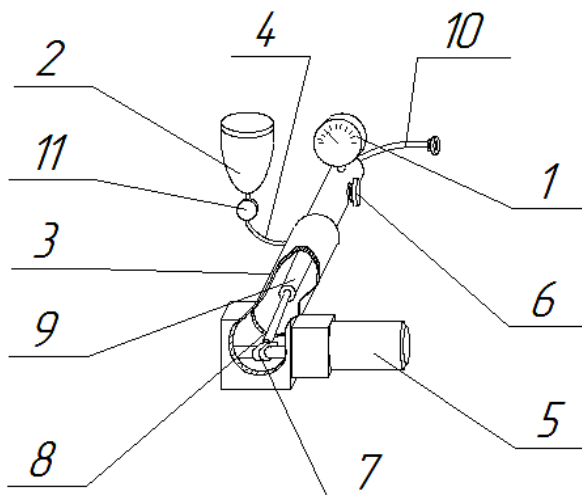


Рисунок 3.3 - Станд для діагностики форсунок:

1 - манометр; 2 - бачок для палива; 3 - корпус приладу; 4 - трубопровід низького тиску; 5 - мотор-редуктор; 6 - спусковий клапан; 7 - кулачковий вал; 8 - штовхач; 9 - насос високого тиску; 10 - трубопровід високого тиску; 11 – штихпробер

Опис роботи стану:

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

Після перевірки прилад приєднується до випробовуваної форсунки через наявний у нього трубопровід високого тиску 10.

Після включення стенду асинхронний мотор-редуктор 5 починає обертати кулачковий вал 7, що знаходиться в корпусі двигуна, із швидкістю 60 об./хв.

Зусилля через штовхач 8 від валу передається насосу високого тиску 9 в корпусі приладу 3. поступають Паливо, яке поступає з баку 2 проходить через штихпробер 11, де відбувається його кількісний вимір, потім по трубопроводу низького тиску 4 підходить до насоса високого тиску 9 після чого поступає до форсунки. За допомогою наявного манометра відбувається вимірювання максимального тиску, створюване паливом.

Тиск початку підйому голки розпилювача форсунки, визначають при підвищенні тиску палива в приладі до 12,5 МПа і далі з швидкістю до 0,5 МПа в секунду.

Величина тиску фіксується у момент початку вприскування палива. У разі невідповідності тиску початку вприскування технічним умовам необхідно провести з форсункою ремонтно-регулювальні роботи.

Коротка технічна характеристика стенду подана в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Технічна характеристика стенду

Тип стенду	Переносний з електродвигуном
Габаритні розміри стенду:	
- довжина	0,319 м
- ширина	0,179 м
- висота	0,389 м
Габаритні розміри стенду:	
- довжина	0,3181 м
- ширина	0,1781 м
- висота	0,3801 м
Маса стенду, не більш	5 кг
Діапазон відтворного тиску, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,60 (6,00)

Межа похибки вимірювання тиску, %	$\pm 1,5$
Подача палива, мм <sup>3</sup> /цикл, не менше	1800
Місткість для палива, л, не менше	0,5
Кількість обслуговуючого персоналу	1
Час падіння тиски після досягнення 35 МПа (350 кгс/см <sup>2</sup> ), хв.	3
Швидкість виміру, вим./цикл	2

### 3.6 Розрахункова частина конструкторського розділу

#### 3.6.1 Вибір електродвигуна

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

Параметри двигуна:

Потужність.....40 Вт

Число оборотів ротора.....1250 об./хв.

Параметри редуктора:

Передавальне число.....25

Число оборотів вихідного валу.....60 об./хв.

Крутний момент вихідного валу.....8,23 Н·м

Число східців.....3

### 3.6.2 Розрахунок діаметру кулачкового валу

Цей розрахунок потрібний, для того, щоб визначити діаметр проєктованого валу при наявному напруженні. Вал зображений на рисунку 3.4.

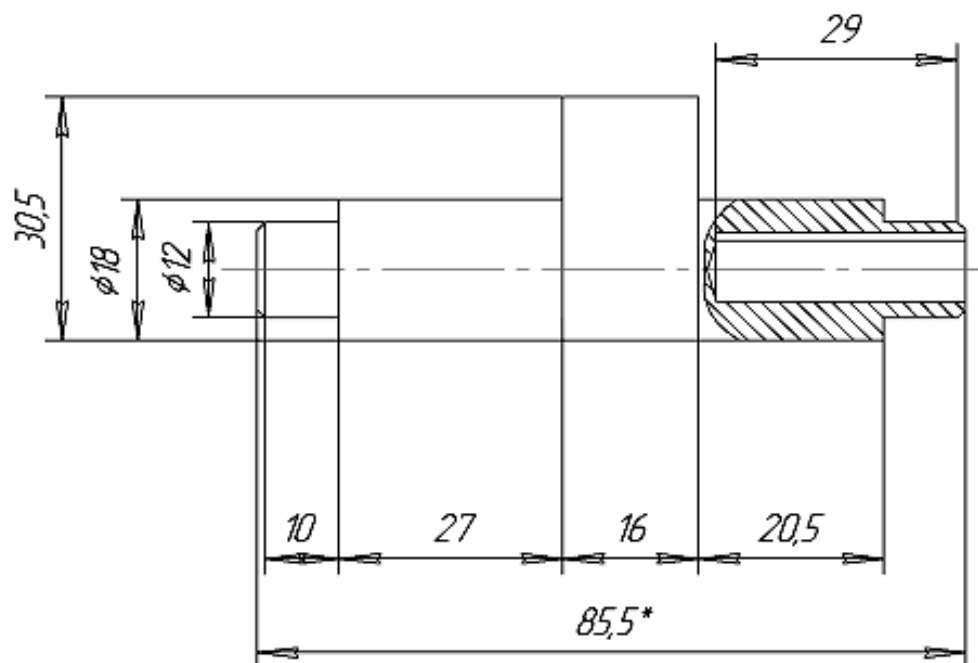


Рисунок 3.4 - Кулачковий вал

При знаходженні діаметру валу спершу необхідно знайти величину сили, що діє на нього.

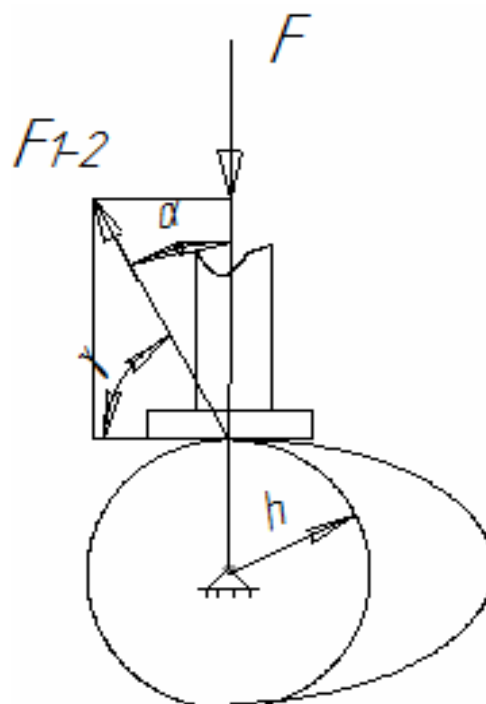


Рисунок 3.5 - Схема розкладання сил

Із схеми розкладання сил 2.5 видно, що на кулачок діє штовхач з силою  $F$ .

$$F = P \cdot S, \quad (3.1)$$

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

$S$  - площа плунжера;

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

Тоді:

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

де  $[\tau]$  – допустиме напруження;

$T$  - момент;

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

Оскільки вал пов'язаний безпосередньо з двигуном, то потужність беремо з даних на двигун. Тоді:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 60}{30} = 6,28 \text{ (рад./с)} \quad (3.2)$$

де  $T$  - момент;

$d$  - діаметр розраховуваного вала,  $d = 18 \text{ мм}$ ;

Так як у валу є порожнина з шпоночним пазом тому збільшуємо розмір на 5%. Звідси слід прийняти розмір вала 18 мм.

### 3.6.3 Вибір підшипників кочення

Оскільки реакції в опорах, а відповідно, і сили, що діють на підшипники дуже малі, то можна підібрати підшипники виходячи з технологічних міркувань.

В нашому випадку критерієм підбору буде являться посадочний діаметр



підшипника, тому приймаємо, що в даному стенді будуть використовуватись підшипники 201 ГОСТ 8338-75.

### 3.7 Опис конструкцій та принципи роботи пристосування

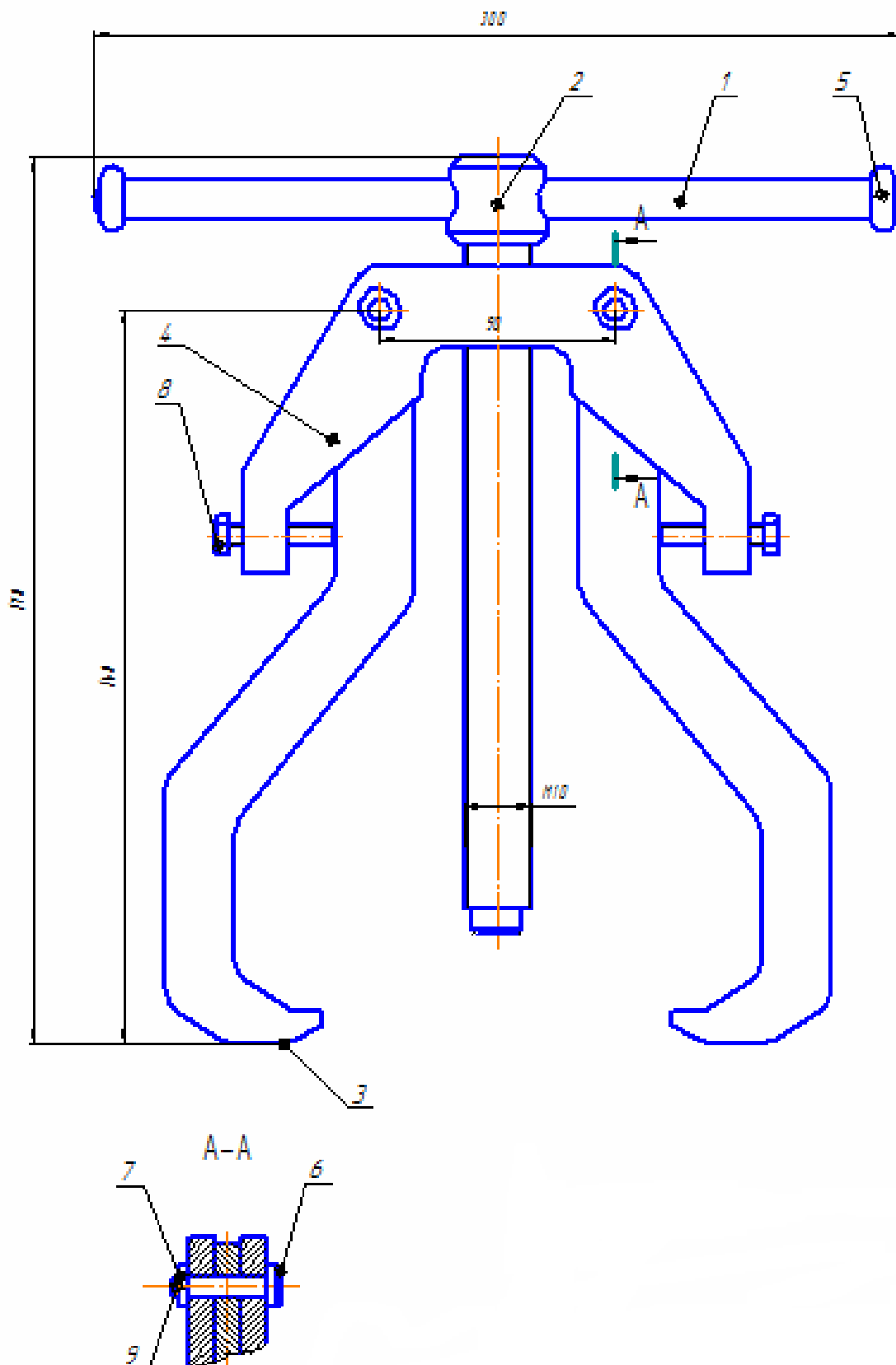


Рисунок 3.6 – Знімач для зняття підшипників ПНВТ двигунів ЯМЗ-236

Складальне креслення знімача та деталювання знімача представлені у графічній частині дипломного проекту на аркуші.

В конструкторському розділі роботи пропонуються для розгляду та застосування при виконанні технологічного процесу ремонту приладів системи живлення дизельних автомобільних двигунів знімач для зняття підшипників ПНВТ.

Знімач підшипників ПНВТ двигуна ЯМЗ-236. – будова, призначення, область застосування та принцип дії.

Пристосування – знімач підшипників ПНВТ двигуна ЯМЗ-236 призначений для зняття підшипників ПНВТ двигуна ЯМЗ-236 при здійсненні розбиральних операцій. Знімач (див. рисунок 3.3) складається з руків'я 1, силового гвинта 2, двох лапок 3, траверси 4, двох наконечників руків'я 5 та стандартних з'єднувальних елементів.

## 4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

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

Прикладне програмне забезпечення – це програми, що призначені для реалізації конкретних задач опрацювання даних, які користувач розв’язує в ході своєї діяльності. Їх поділяють на прикладні програми загального і спеціального призначення.

Прикладне ПЗ загального призначення - це комплекс програм, який одержав широке використання серед різних категорій користувачів. Найбільш відомими серед них є: текстові редактори, графічні системи, електронні таблиці, системи управління базами даних та ін.

Класифікація прикладного ПЗ загального призначення:

1. Текстові редактори – основними функціями є введення та редагування текстових даних.

2. Текстові процесори. Дозволяють формувати, тобто оформлювати текст. Основними засобами текстових процесорів є засоби забезпечення взаємодії тексту, графіки, таблиць та інших об'єктів, що складають готовий документ, а також засоби автоматизації процесів редагування та форматування.

3. Електронні таблиці – забезпечують організацію даних у вигляді таблиць і їх обробку. Широке застосування знаходять у бухгалтерському обліку, аналізі фінансових та торговельних ринків, засобах обробки результатів експериментів, тобто у автоматизації регулярно повторюваних обчислень великих об'ємів числових даних.

4. Графічні редактори – дозволяють створювати, редагувати і виводити на друк різноманітні графічні зображення - малюнки, графіки, діаграми і т.п. Серед них можна виділити системи ділової графіки (Microsoft PowerPoint, Lotus Freelance Graphics), художньої графіки, які ще називають просто графічними редакторами (Paintbrush), інженерної графіки та автоматизованого проектування

(Autodesk AutoCad), системи обробки фотографічних зображень (Adobe Photoshop), а також універсальні графічні системи (CorelDRAW!).

5. Системи управління базами даних – призначені для об'єднання наборів даних з метою створення єдиної інформаційної моделі об'єкта. Ці програми дозволяють накопичувати, обновляти, коригувати, вилучати, сортувати інформацію, організовану спеціальним засобом у вигляді банку даних. Найпоширеніші СУБД: dBase III Plus, FoxBase+, Clipper, Oracle, Acces, FoxPro, Paradox.

Крім перерахованих систем до складу прикладного ПЗ загального призначення слід віднести й інтегровані системи. Ці системи об'єднують у собі можливості текстових редакторів, графічних систем, електронних таблиць та систем управління базами даних. Головна перевага інтегрованих систем перед окремими системами прикладного ПЗ загального призначення полягає у тому, що вони створюють єдині правила роботи для користувача, тобто вони мають єдиний інтерфейс як при роботі з текстом, так і при роботі з електронними таблицями та ін. Найвідоміші серед них: Microsoft Works, Microsoft Office, Lotus SmartSuite, Perfect Office.

Прикладні програми спеціального призначення використовують у специфічній діяльності користувачів.

Класифікація прикладного ПЗ спеціального призначення:

1. Системи автоматизованого проектування (САД-системи). Призначені для автоматизації проектно-конструкторських робіт. Застосовуються у машинобудуванні, приладобудуванні, архітектурі. Окрім графічних робіт дозволяють проводити прості розрахунки та вибір готових конструктивних елементів з існуючої бази даних.

2. Настільні видавничі системи. Автоматизують процес верстання поліграфічних видань.

3. Бухгалтерські системи. Містять у собі функції текстових, табличних редакторів та СУБД. Призначені для автоматизації підготовки початкових бухгалтерських документів підприємства та їх обліку, регулярних звітів по

підсумках виробничої, господарської та фінансової діяльності у формі прийнятної для податкових органів, позабюджетних фондів та органів статистичного обліку.

4. Фінансові аналітичні системи. Використовують у банківських та біржових структурах. Дозволяють контролювати та прогнозувати ситуацію на фінансових, торговельних та ринків сировини, виконувати аналіз поточних подій, готувати звіти.

5. Редактори HTML (Web-редактори). Призначені для створення і редагування Web-сторінок Інтернету.

6. Системи автоматизованого перекладу. Розрізняють електронні словники та програми перекладу мови. Електронні словники - це засоби для перекладу окремих слів у документі. Програми автоматичного перекладу отримують текст на одній мові і видають текст на іншій, тобто автоматизують переклад. При автоматизованому перекладі неможливо отримати якісний вихідний текст, оскільки все зводиться до перекладу окремих лексичних одиниць.

7. Інтегровані системи діловодства. Засоби для автоматизації робочого місця керівника. Зокрема, це функції створення, редагування і форматування документів, централізація функцій електронної пошти, факсимільного та телефонного зв'язку, диспетчеризація та моніторинг документообігу підприємства, координація дій підрозділів, оптимізація адміністративно-господарської діяльності й поставка оперативної та довідкової інформації.

8. Експертні системи. Призначені для аналізу даних, що містяться у базах знань і видачі результатів, при запиті користувача. Такі системи використовуються, коли для прийняття рішення потрібні широкі спеціальні знання.

9. Системи відеомонтажу. Призначені для цифрової обробки відеоматеріалів, монтажу, створення відео ефектів, виправлення дефектів, додавання звуку, титрів та субтитрів.

Типи ліцензій програмного забезпечення:

В даний час в Інтернеті існує велика кількість програм. При цьому багато хто знає, що програми, які викачуються з Інтернету, бувають безкоштовні (freeware),

умовно безкоштовні (shareware) і платні (commercialcc). Однак не багато хто знає про такі екзотичні варіанти, як Postcardware, Careware, Homepageware. Про ці та інші типи програм і піде мова далі.

## **4.2 Методики аналізу даних, побудови графіків та діаграм засобами комп'ютерних технологій**

Табличний процесор Excel дає змогу подавати табличні дані в більш наочній та зручній для сприйняття формі. Таку форму використовують для функціональної залежності однієї величини від іншої або для порівняння двох і більше величин, а також з метою виявлення тенденцій змін якого-небудь параметра в часі.

Інформація, записана за допомогою діаграм і графіків, має більшу наочність і зручна для сприйняття. Діаграмами і графіками зручно ілюструвати функціональну залежність однієї величини від іншої, виявити тенденції зміни певного параметра в часі, порівнювати характеристики різних величин і вплив певних чинників на протікання певних процесів.

Можливості табличного процесора були б неповними, якби вони обмежувалися здатністю швидко виконувати певні обсяги обчислень. У багатьох випадках подання даних у вигляді діаграм або графіків дає змогу ефективніше аналізувати підготовлені таблиці та проведені розрахунки.

За допомогою Excel можна будувати 14 стандартних типів діаграм, кожна з яких має ще кілька різновидів. Будь-який тип діаграми відображає залежність однієї чи кількох величин від іншої.

Для підготовки діаграм необхідно мати хоча б одну послідовність даних певного типу. Більшість діаграм мають дві осі – горизонтальну X та вертикальну Y.

Створення будь-яких типів діаграм розпочинається з виділення діапазону даних, що підлягають відображенню та програми „Майстер діаграм”, яка практично повністю автоматизує цей процес, залишаючи за користувачем тільки введення даних і прийняття елементарних рішень. Початковий діапазон даних

можна виділяти пізніше. Його попереднє виділення пояснюється тільки прагненням здобути зразок діаграми вже після вибору її типу та вигляду.

При правильному призначенні початкового діапазону Майстер діаграм здатний сформувати її практично за перший крок його роботи. При цьому багато параметрів призначаються ним за замовчуванням.

Висвітлення тем:

Складний процес побудови діаграм в Excel автоматизується за допомогою спеціальної програми – Майстра діаграм.

Для побудови діаграми на активному листі слід натиснути кнопку Майстра діаграм на панелі інструментів Стандартная. Курсор при цьому перетворюється в мініатюрну діаграму. Натиснувши ліву кнопку миші, слід тягнути курсор доти, доки рамка під діаграму не набере потрібного вигляду. При відпусканні кнопки миші з'явиться діалогове вікно Майстра діаграм.

Майстер діаграм створює діаграму за 4 етапи, причому на кожному етапі вищезазначене діалогове вікно має різний вигляд.

Для створення діаграми на новому листі слід виконати команду Вставка /Діаграмма/ На новом листе. В книзі створюється новий лист діаграм з іменем Діаграмма..., у верхньому рядку якого виводиться панель інструментів Діаграмма, в якій є кнопка Мастерд диаграмм. При натискуванні цієї кнопки на екран виводиться вікно діалогу Мастер диаграмм. Для кожного кроку виводиться своє діалогове вікно, в якому задаються параметри побудови діаграми.

Діалогове вікно, що виводиться на екран на цьому етапі, має дві вкладки: Стандартні та Нестандартні типи діаграм.

До стандартних діаграм належать: гістограма та графік, а також гістограми від лінійчатої до пірамідальної. Нестандартні діаграми є різновидом стандартних і відрізняються від них передусім колірною гамою.

На вкладці Стандартна у списку Тип користувачеві запропоновано вибрати один з таких типів. Вибравши тип та вигляд діаграми, користувач може переглянути її зразок та оцінити його. Для цього потрібно ініціювати параметр „Просмотр результата”. Зразок нестандартної діаграми відображається у вікні відразу ж після вибору її типу.

Наприклад виберемо тип Гістограма на вкладці Стандартные і вигляд, що відображає розвиток процесу в часі або за категоріями:

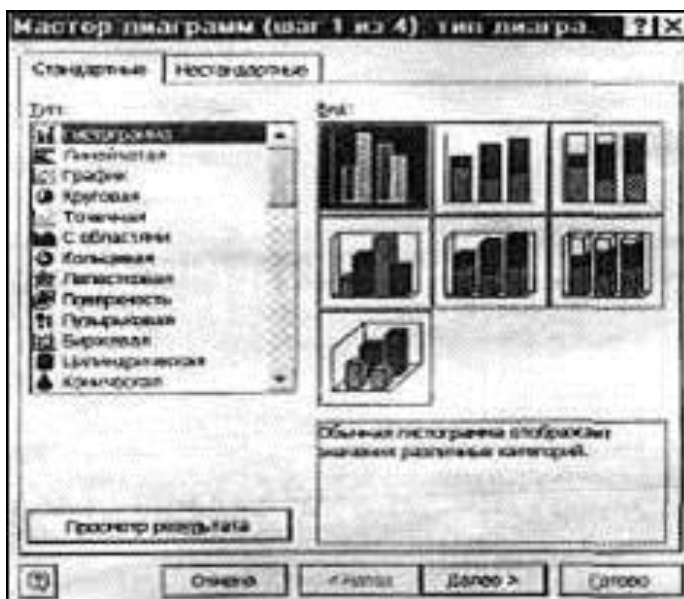


Рисунок 4.1 - Гістограма

Для переходу до наступного кроку натискають кнопку Далее.

На вкладці Вид праворуч приведений зовнішній вигляд різновидів діаграм даного типу, який можна вибрати, клацнувши на ньому мишею. Натиснення кнопки Далее здійснює перехід до наступного етапу побудови – вибору рядка і діапазону даних електронної таблиці, що будуть відображені на діаграмі. При цьому відкривається діалогове вікно „Мастер диаграмм: Источник данных диаграмм” із двома вкладками „Диапазон данных” і „Ряд”.

За замовчуванням на вкладці Диапазон данных відображається виділений блок і придатне за змістом, з точки зору Excel, розташування даних.

Вкладка „Диапазон данных” забезпечує:

- введення або зміну діапазону даних, необхідних для побудови діаграми;
- вибір способу формування рядів діаграм за рядками або стовпцями виділеного діапазону;
- відображення сформованого зразка, перехід до чергового кроку або повернення до першого.

Діапазон даних, який може включати заголовки стовпців і рядків вводиться у поле „Диапазон” вручну або вибором його початкової та кінцевої комірок у самій таблиці:



Якщо діалогове вікно закриває таблицю, то його потрібно стиснути до розмірів поля „Діапазон”, клацнувши лівою кнопкою миші на кнопці мінімізації з червоною стрілкою. Адреси комірок діапазону – абсолютні (з ознакою \$), що включає зміну при будь-якому переміщенні діаграми в межах робочого листа.

Розглянемо типову структуру діаграми на прикладі найпростішої діаграми, де відображено щомісячні платежі за трьома кредитами у першому кварталі поточного року. Гістограма має вигляд стовпцевої діаграми, що містить загальний заголовок, осі X та Y, а також легенду з мітками. За бажанням користувача легенда може розміщуватись праворуч, ліворуч, зверху, у правому кутку, або знизу діаграми.

У гістограмі число стовпців у групах визначається кількістю змінних. Стовпці груп, що відповідають одній змінній, штрихуються однаково; їхня висота пропорційна значенню змінних. Кількість груп стовпців дорівнює числу значень змінних.

Категоріями гістограм є різні часові періоди. Тому Майстер діаграм за замовчуванням використовує заголовки стовпців як мітки осі X, а заголовки рядків – для ідентифікації змінних.

Режим формування рядів діаграм за рядками, коли ряди відображають щомісячні платежі за конкретним кредитом, реалізує залежність вигляду Кредит = & (Місяць). При цьому змінними є різні кредити, а категоріями – місяці кварталу (рисунок далі).

Вкладка „Ряд” фактично реалізує розглянутий вище режим формування рядів діаграми:

У полях цієї вкладки задаються:

- ім'я кожного ряду (змінної) та адреси його розміщення;
- діапазон значень кожної змінної (ряду);
- діапазон розміщення категорій по осі X.

За замовчуванням кожному ряду спочатку присвоюється системне ім'я Ряд 1, Ряд 2, Ряд 3, і т.д. Якщо ряди значень розташовані по рядках, то перша комірка рядка сприймається як ім'я ряду, а інші – як значення. Для підписів по осі X

(категорій) за замовчуванням вибирається перший рядок виділеного блока. Адреси всіх комірок і діапазонів – абсолютні. Розміри вікна (див. рис.) можна звести до розмірів будь-якого з діапазонів за допомогою кнопок мінімалізації. Імена всіх змінних діаграми відображається в її легенді. У цьому випадку, як і потрібно, для підписів по осі X обрано моменти часу: 8.00, 9.00, ... 13.00.

У цьому самому вікні виводиться зразок створюваної діаграми, щоб можна було бачити, як зміна параметрів у вікні майстра відобразиться на готовій діаграмі. У нашому випадку всі параметри, що замовчуються, підходять. Задля цікавості поверніться на вкладку Діапазон даних і виберіть варіант розташування Ряди в:  столбцах. Подивіться, як змінився зразок. Перейдіть на вкладку Ряд і подивіться, як змінилися імена рядів, їх значення і підписи по осі X. Поверніться на вкладку Діапазон і знову встановіть перемикач у стан Ряди в:  строках: Після завершення всіх процедур кроку 2 треба клацнути лівою кнопкою миші на кнопці „Далее” та перейти до кроку 3 роботи Майстра діаграм.

Третє діалогове вікно містить 6 вкладок: Заголовки, Оси, Линии сетки, Легенда, Подписи данных, Таблица данных:

Вкладка „Заголовки” забезпечує ручне введення заголовків діаграми, заголовків осі X (категорій) та осі Y (значень). На вкладці Заголовки введіть Название диаграммы: зростання кількості мікробів протягом 1 зміни при різній температурі повітря в класі. Назва осі X – час, осі Y – кількість мікробів:

Вкладка „Оси” призначена для візуалізації або приховання (шляхом увімкнення/вимкнення) значень та надписів головних осей діаграми і заміни осі категорій віссю часу, тобто заміну міток виду січень, лютий, березень мітками виду 01.01.00, 02.01.00, 03.01.00 відповідно. На вкладці Оси треба перевірити правильність обрання осі координат.

За допомогою вкладки „Линии сетки” вмикаються/вимикаються основні та проміжні лінії X, для кожної осі у рамках можна вказати на необхідність візуалізації на діаграмі основних та проміжних ліній сітки.

На вкладці „Линии сетки” потрібно вибрати зручний спосіб розкреслення діаграми для полегшення знаходження значень на графіку за значеннями поділок по осях:

Вкладка „Легенда” дає змогу вмикати (вимикати) відображення легенди. Для вищезазначеного потрібно позначити (зняти) опцію Додати легенду. В рамці Размещение можна змінити місцезнаходження легенди на робочому полі діаграми. На вкладці Легенда треба вказати чи додати легенду, і якщо так, то де її розмістити:

Вкладка „Підписи даних” підвищує наочність діаграми, її параметри дозволяють (забороняють) відображення ключів легенди і значень змінних або категорій діаграми над її стовпцями.

На вкладці „Підписи даних” потрібно вказати, чи виводити на графіку значення з таблиці за якими він побудований, і, якщо так, то які саме:

Вкладка „Таблиця даних” містить 2 перемикачі: „Таблиця даних” та „Ключ легенди”. Перший дозволяє (забороняє) відображення таблиці виділеного діапазону даних знизу діаграми, а другий – відображення ключів легенди, тобто маркерів змінних у цій таблиці.

На вкладці Таблиця даних” треба вказати, виводити чи не виводити на діаграмі таблицю даних:

По закінченні оформлення діаграми переходимо до останнього кроку – четвертого. Тут необхідно вказати місце розміщення створеної діаграми. Діаграму можна розміщувати на одному з листів робочої книги. Вибір варіанта розміщення діаграми здійснюється в діалоговому вікні Майстра діаграм за допомогою двох перемикачів.

Щоб розмістити діаграму на окремому робочому листі, досить увімкнути відповідний перемикач, а потім, (за бажанням) змінити системне ім'я „Діаграма 1” ім'ям користувача, наприклад „Залежність Кредит = & (місяць)”. Для розміщення діаграм як вбудованого графічного об'єкта в одному з листів робочої книги потрібно увімкнути однойменний перемикач, а потім вибрати ім'я цього листа із списку, що розкривається.

Наприклад, треба помістити діаграму на листі, в якому оператор зараз знаходиться. Вмикаємо перемикач:

Останнє діалогове вікно „Мастер діаграм” закривається натисненням на клавішу < Enter > або клацанням лівою клавішею миші на кнопці „Готово”. Діаграма з’явиться на цьому листі.

Лінійчату діаграму, що відображає щомісячні платежі за трьома кредитами, зображено на рисунку далі.

На іншому рисунку (нижче) показано кругову діаграму, яка ілюструє щомісячні платежі одного кредиту.

Зміну розмірів будь-якої діаграми проводять „буксируванням” її кадрових маркерів у відповідних напрямках. Розташування діаграм на екрані можна змінювати за допомогою кнопок-піктограм вирівнювання тексту, а також „буксируванням” її кадру.

Використовуючи інструментальні засоби табличного процесора Excel можна поліпшити зовнішній вигляд діаграми, зробити її більш наочною і ефективною.

Розрізняють 2 великих об’єкти діаграми: область діаграми і область її побудови. Будь-яка область активізується подвійним клацанням лівою клавішею миші на будь-якій точці.

Під час активізації області діаграм на екрані з’являється вікно „Формат області діаграм” з трьома вкладками „Вид”, „Шрифт” і „Свойства”.

Великі можливості редагування діаграм надають користувачеві контекстне меню та інструментальна панель „Діаграма”. Це меню активізується клацанням правою кнопкою миші.

До меню області діаграми входить команда Формат області діаграми і 4 команди, які реалізують функції Мастера діаграм. Наприклад, за командою Тип діаграм на екран викликається однойменне вікно, аналогічне вікну „Майстра діаграм”. Змінюючи тип діаграми, можна досягти найефективнішого зображення на екрані.

Контекстне меню побудови діаграми має невелику кількість команд, однак його можливості редагування приблизно такі самі, як і меню області діаграми:

Ця панель активізується командою Вид – Панель Інструментов – Діаграми.

Отже, панель „Діаграми” дає змогу форматувати всі об’єкти діаграми включаючи стіни об’ємних діаграм, лінії сітки, осі, тощо.

Будь-який об’єкт діаграми, що підлягає форматуванню, потрібно заздалегідь виділити.

Розрізняють об’єкти, що мають вигляд окремих елементів даних, та об’єкти, яким відповідають послідовності.

Ім’я виділеного об’єкта з’являється в полі імені. Виділені елементи можна редагувати. Список операцій редагування індивідуальний для кожного елемента діаграми. Для редагування виділеного елемента зручно користуватись контекстним меню, яке викликається правою кнопкою миші. Це меню містить операції, доступні для виділеного елемента.

#### Приклади застосування

Розглянемо приклад побудови діаграми по таблиці. Для таблиці, поданої на рисунку, кількість рядів даних і категорій залежать від способу розміщення даних.

Так, якщо вони розміщені по рядках, то рядів даних – 3 (Телевізори, Радіоприймачі, Магнітофони), а категорій – 2 (Січень, Лютий). Якщо ряди даних розміщені по колонках, то рядів даних – 2 (Січень, Лютий), а категорій – 3 (Телевізори, Радіоприймачі, Магнітофони). Діаграма має ряд елементів, які наведені в таблиці.

Так, для таблиці на рисунку вище при зазначенні діапазону A6:A7 майстер визначить, що ряди даних розміщені по рядках, а при зазначенні діапазону B5:C7 або A4:C7 майстер визначить, що ряди даних розміщуються по колонках. Користувач може змінити рішення майстра вибором перемикача в полі Ряди даних знаходяться. Поле считатиме метками легенди визначає рядок або колонку, які є мітками легенди.

На кожному кроці роботи майстра можна повернутися на крок назад або припинити побудову діаграми.

На мал. 1 приведена діаграма, побудована для вищенаведеної таблиці.

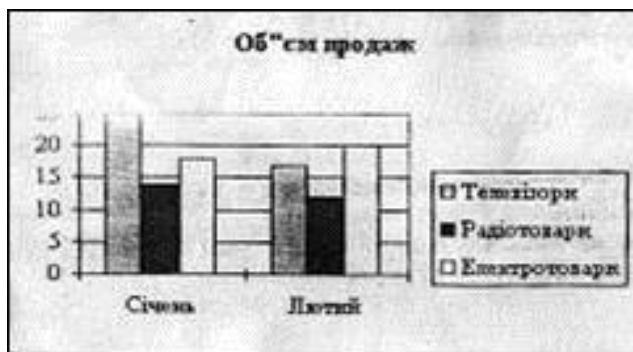


Рисунок 4.2 – Побудована діаграма

Параметри діаграми приведені у вікнах діалогу, Мастер діаграмм – на рис. 3.

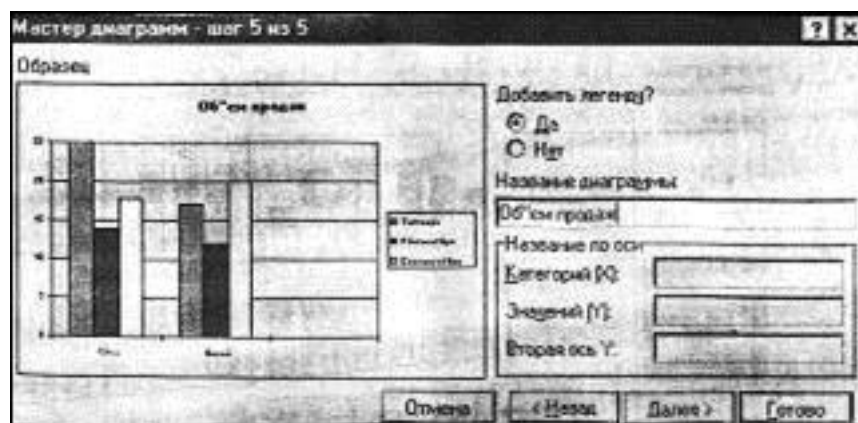


Рисунок 4.3 – Майстер діаграм

Для відображення даних про чисельність підгруп у кожному класі зручно вибрати стовпчикову діаграму (гістограму). Категоріями тут будуть класи – 11А, 11Б, 11В. Ряди розташовано по стовпцях. Імена рядів – Англ., Нім. і Фр.

Для побудови діаграми треба виділити блок А5:D8 і запустити майстра діаграм. Далі зображена побудована діаграма.

### 4.3 Методики оформлення графічної частини роботи засобами комп'ютерних технологій

Практично немає галузей виробничої або творчої діяльності, де б не застосовувалась комп'ютерна техніка. Широкою популярністю користуються різноманітні програми комп'ютерної графіки, і це легко пояснити — візуальне сприйняття є для людини головним серед органів чуттів. Розглянемо складові частини комп'ютерної графіки.

Комп'ютерна графіка — це розділ інформаційно-комп'ютерної технології, який використовується для створення сприятливого візуального середовища. Складові частини можна класифікувати за призначенням:

Слід зазначити, що деякі сучасні прикладні програми комп'ютерної графіки мають багатоцільове призначення.

За принципом внутрішнього збереження зображення комп'ютерну графіку можна класифікувати на растрову і векторну.

Термін растрове зображення (або бітова карта - bitmap) застосовується до зображення, яке представлено фіксованою кількістю пікселів, тобто це зображення створене за допомогою маленьких точок.

Термін векторне (або об'єктне) зображення стосується об'єктів, які описані математичними формулами, що дає змогу користувачу виділити й редагувати будь який об'єкт ("примітив").

В комп'ютерній графіці обидва формати мають особливе призначення. Для інженерного креслення застосовують векторне зображення.

Порівняння растрової і векторної графіки

Як малюнки (растрові зображення), так і креслення (векторні зображення) мають свої переваги і недоліки.

Перевага растрових програм - у природному способі створення зображень.

Недолік — в обмеженій щільності пікселів (російською - „разрешение”, англійською - „resolution”, адекватного українського терміну не існує, дослівний переклад: аналіз, розподіл на складові частини).

Оскільки бітова карта складається з фіксованого числа пікселів, дозвіл зображення (число пікселів на дюйм - dpi) залежить від розміру, в якому зображення роздруковується. У роздруківці невеликого розміру пікселі маленькі і дозвіл високий; роздруківка великого розміру збільшує пікселі й знижує дозвіл. Зображення на повний екран 800x600 пікселів дає безупинну зміну кольору лише в роздруківці розміром близько 2x1,5 см. При збільшенні чітко проявляються окремі пікселі, що утворюють зазублини на місці гладких ліній. Поліпшити ситуацію можна, збільшивши число пікселів у зображенні, але це різко збільшить

об'єм файла. Наприклад: цифрове фото 1200x800 у tiff-форматі займає близько 3 МБ на диску.

В основу програм малювання закладені методи, характерні для традиційного образотворчого мистецтва. Засоби ж креслярських програм не мають аналогів у реальному світі. Процес векторного креслення можна назвати конструюванням. Кожний об'єкт можна редагувати незалежно від інших, це одна з переваг об'єктного підходу, проте зображення доводиться будувати поетапно.

У креслярській програмі лінії, фігури і текст задаються математичними вираженнями, що дає можливість автоматично налаштувати їх на максимальний дозвіл пристрою виведення. У результаті роздруковане зображення буде гладким і контрастним, незалежно від розміру. Ще одна перевага креслень полягає в тому, що для них не потрібно багато місця на диску. Об'єм файла з кресленням залежить тільки від кількості і складності об'єктів, що складають це креслення, тому розмір креслення, на відміну від малюнка, практично не впливає на цей об'єм.

На мою думку, користувачу варто мати на комп'ютері програми обох видів. Конкретний вибір програмного забезпечення залежить від виконуваних задач та особистих уподобань, але для професійної інженерної діяльності, для створення різноманітних креслень можна рекомендувати застосовувати пакети Компас або AutoCAD.

Інженерна комп'ютерна графіка:

На сучасному етапі розвитку промисловості, в умовах жорсткої конкуренції, виникла нагальна необхідність прискорення випуску якісної продукції і скорочення термінів розроблення нових зразків, при одночасному зменшенні витрат на їх виготовлення. Крім того, постають питання підвищення гнучкості виробництва. Виконання цих вимог можливе завдяки широкому застосуванню обчислювальної техніки на всіх етапах виробництва:

Конструкторське проектування

Промисловий дизайн

Технологічне проектування

Проектування організації і управління виробництвом



Виготовлення виробу або будівництво споруди

Оцінка якості виробництва на основі моніторингу

Комплексне вирішення проблем впровадження комп'ютерів у виробничий процес дає можливість перейти до автоматизованого виробництва. Виготовлення конструкторської і технологічної документації в органічному зв'язку з дизайнерськими розробками є передумовою виробництва. Креслення деталей, складальні креслення, специфікації, перелік матеріалів, технологічні операційні плани, інструкції, схеми наладки, схеми контролю, технологічні карти, розрахункова документація і т. п. — усе це документи, необхідні для виробництва. Між ними існують інформаційні зв'язки, обумовлені самим виробом. Отже, створення автоматизованого виробництва являє собою інтеграцію всіх його етапів на основі єдиної інформаційної бази і єдиного механізму керування. Одним з основних компонентів автоматизованого виробництва є автоматизована система проектування.

Структура і головні принципи побудови автоматизованої системи проектування:

Термін походить від англійського Computer Aided Design -скорочено CAD і означає проектування за допомогою комп'ютерів. У літературі широко вживається термін CAD-система, яка містить у собі комп'ютер (тобто апаратну частину - hardware), системне і прикладне програмне забезпечення (software) і, звичайно, - користувач, інженер-проектувальник. До речі, комп'ютер у CAD-системі повинен мати доволі високі технічні характеристики, вищі за стандартні, бізнес-класу. Продуктивність комп'ютера, його архітектура, зв'язок з іншими ЕОМ, кількість й номенклатура зовнішніх пристроїв визначають технічну продуктивність системи проектування.

Системне програмне забезпечення керує організацією обчислювального процесу і повинно задовольняти вимоги режиму діалогового опрацювання інформації.

Ефективність CAD-системи значною мірою визначається можливостями прикладного програмного забезпечення, під котрим звичайно розуміють набір програм, які реалізують вирішення на комп'ютері конкретних задач проектування.

Аналіз застосування CAD-систем показує, що вони використовуються для виготовлення робочої конструкторської документації, дизайнерських розробок, інженерних розрахунків технологічної підготовки виробництва і моніторингу якості продукції. З кожним роком складність прикладного програмного забезпечення зростає, а це, в свою чергу, ще більше підвищує вимоги до технічної досконалості апаратної частини комп'ютера. Крім того, значно підвищились вимоги до професійної підготовки інженера-користувача.

Ефективність застосування CAD-систем при розробці конструкторської документації забезпечується такими її можливостями:

- наявністю засобів модифікації: копіювання, повороту, переносу, вирівнювання, масштабування, побудови дзеркального зображення та ін.
- використанням готових фрагментів креслень, конструктивних і геометричних елементів, уніфікованих конструкцій, стандартних виробів;
- веденням діалогу з комп'ютером у звичних для конструктора термінах і зі звичними для нього об'єктами (графічними зображеннями);
- наявністю мовних засобів опису типових моделей-представників креслень об'єктів, коли процес створення конкретного креслення виробу зводиться до завдання розмірів — система параметризації;
- одержанням креслень високої якості, оформлених за стандартами ЕСКД шляхом виведення на плотери, принтери та інші пристрої.
- можливостями використання локальних та глобальних комп'ютерних мереж.

Головними принципами побудови CAD-систем є:

- адаптованість системи до різноманітних задач, тобто розширення можливостей її використання;
- інформаційна єдність усіх частин, що припускає єдність бази даних для різноманітних призначень;
- інваріантність - максимальна незалежність складових частин та системи.

Наприклад, система електронних пристроїв може бути використана як графічна підсистема в системі керування роботизованим комплексом та як графічна

підсистема в системі керування контрольно-вимірвальним пристроєм при моніторингу.

- можливість розширення САД-систем шляхом доповнення нових складових частин і розвиток існуючих.

Побудова таких систем значно спрощується, якщо вони створюються на базі універсального, відкритого середовища проектування для реалізації графічних можливостей САПР. Прикладами такого середовища є системи КОМПАС-3D і AutoCAD — універсальні графічні система, в основу структури якої покладено принцип відкритої архітектури, що дає змогу адаптувати й розвивати функції програм стосовно конкретних задач і вимог.

Основне завдання, що вирішується системою КОМПАС-3D від компанії Аскон — моделювання виробів з метою скорочення термінів проектування і швидкого запуску у виробництво. Це можливо за рахунок:

- швидкого отримання конструкторської і технологічної документації, необхідної для випуску виробів (складальних креслень, специфікацій, деталювань і т.д.);

- передачі геометрії виробів в розрахункові пакети;

- передачі геометрії виробів в пакети, що управляють устаткуванням з ЧПУ;

- створення додаткових зображень виробів (наприклад, для складання каталогів, створення ілюстрацій до технічної документації і т.д.).

Основні компоненти КОМПАС-3D — власне система тривимірного твердотілого моделювання, креслярсько-графічний редактор і модуль проектування специфікацій.

Креслярсько-графічний редактор (КОМПАС-ГРАФІК) призначений для автоматизації проектно-конструкторських робіт в різних галузях промисловості: у машинобудуванні, архітектурі, будівництві, складанні планів і схем, тобто скрізь, де необхідно розробляти і випускати креслярську і текстову документацію.

Система тривимірного твердотілого моделювання 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 вже спроектованого прототипу.

В 2015 році компанією Аскон було представлено версію КОМПАС-3D V16, а також випущено оновлення програми та декілька прикладних бібліотек, наприклад бібліотека проектування зовнішніх мереж санітарно-будівельного призначення.

В 2016 році представлено версію КОМПАС-3D V17, з суттєвою зміною інтерфейсу.

Лінія програмних продуктів:

Система управління інженерними даними й життєвим циклом виробу  
ЛОЦМАН:PLM

Система тривимірного моделювання КОМПАС-3D

Система тривимірного моделювання архітектурно-будівельного спрямування  
Renga

Система автоматизації технологічної підготовки виробництва КОМПАС-Автопроект

Прикладні бібліотеки, спеціалізовані системи проектування, електронні довідники.

Типи документів КОМПАС-3D:

Тип документа, що створюється в системі КОМПАС-3D, залежить від роду інформації, що зберігається в цьому документі. Кожному типу документа відповідає розширення імені файлу і власна піктограма.

Деталь — модель виробу, що виготовляється з однорідного матеріалу, без застосування складальних операцій. Файл деталі має розширення m3d.

Зборка — модель виробу, що складається з декількох деталей із заданим взаємним положенням. До складу зборки можуть також входити інші складки (підзборки) і стандартні вироби. Файл зборки має розширення a3d.

Креслення — основний тип графічного документа в КОМПАС-3D. Креслення містить графічне зображення виробу, основний напис, рамку, іноді - додаткові об'єкти оформлення (знак невказаної шорсткості, технічні вимоги і т.д.). Креслення КОМПАС-3D завжди містить один аркуш заданого користувачем

формату. У файлі креслення можуть міститися різні графічні документи. Файл креслення має розширення `cdw`.

Фрагмент — допоміжний тип графічного документа в КОМПАС-3D. Фрагмент відрізняється від креслення відсутністю рамки, основного напису й інших об'єктів оформлення. Використовується для зберігання зображень, які не потрібно оформляти як окремий аркуш (ескізні промальовування, розробки і т.д.). Крім того, у фрагментах також зберігаються створені типові рішення для подальшого використання в інших документах. Файл фрагмента має розширення `frw`.

Специфікація — документ, що містить інформацію про склад зборки, представлена у вигляді таблиці. Специфікація оформляється рамкою і основним написом. Документ часто буває багатосторінковим. Файл специфікації має розширення `srw`.

Текстовий документ — документ, що містить текстову інформацію, оформляється рамкою і основним написом. Документ часто буває багатосторінковим. У текстовому документі можуть бути створені записки, пояснення, сповіщення, технічні умови і т.п. Файл текстового документа має розширення `kdw`.

Одиниці вимірювань:

Відстані між точками на площині в графічних документах і між точками в просторі обчислюються і відображаються в міліметрах. При цьому користувач завжди працює з реальними розмірами (у масштабі 1:1). При розрахунку масо-моментних характеристик деталей користувач може управляти представленням результатів, призначаючи потрібні одиниці вимірювань. Числові параметри текстів (висота шрифту, крок рядків, значення табуляції і т.п.) задаються і відображаються в міліметрах.

Системи координат:

При роботі в КОМПАС-3D використовуються декартові праві системи координат. У кожному файлі моделі (зокрема в новому, тільки що створеному) існує система координат і визначувані нею проекційні площини. Зображення системи координат з'являється посередині вікна моделі. Початок абсолютної

системи координат креслення завжди знаходиться в лівій нижній точці габаритної рамки формату. Початок системи координат фрагмента не має чіткої прив'язки, як у креслення. Тому, коли відкривається новий фрагмент, точка початку його системи координат автоматично відображається в центрі вікна. Для зручності роботи користувач може створювати в графічних документах довільну кількість локальних систем координат (ЛСК) й оперативно переключатися між ними.

Інтерфейс системи:

КОМПАС-3D - багатовіконна і багатодокументна система. У ній можуть бути одночасно відкриті вікна всіх типів документів КОМПАС - моделей, креслень, фрагментів, текстово-графічних документів і специфікацій. Кожен документ може відображатися в декількох вікнах. Команди викликаються із сторінок Главного меню, контекстного меню або за допомогою кнопок на Инструментальных панелях.

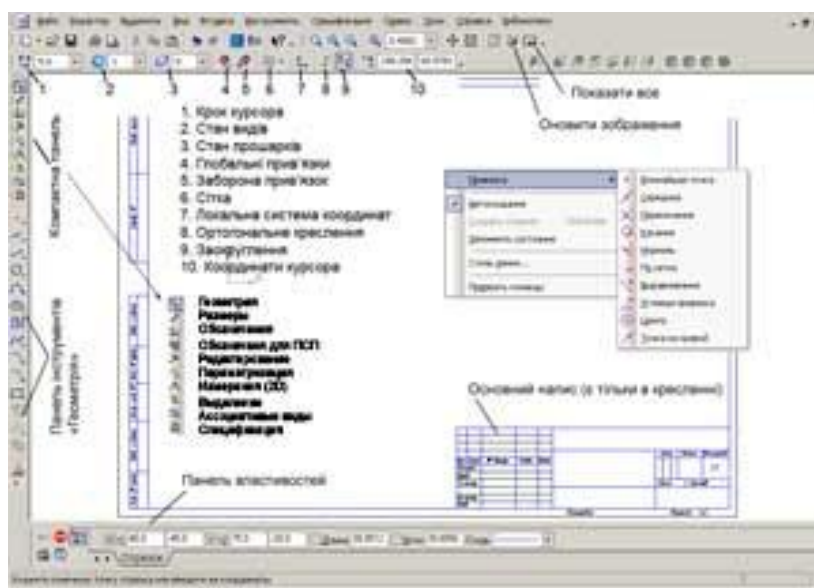


Рисунок 4.4 - Складові частини вікна КОМПАС-3D

При роботі з документом будь-якого типа на екрані відображаються Главное меню і декілька панелей інструментів:

Стандартная, Вид, Текущее состояние, Компактная

Главное меню служить для виклику команд. За умовчанням Главное меню розташовується у верхній частині вікна. При виборі пункту меню розкривається перелік команд цього пункту.

## 5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1 Аналіз існуючих паливних насосів і регуляторів та порівняння відповідних характеристик

Система живлення повинна забезпечувати розпилення палива в стиснуте повітря в циліндрі.

Для цього система повинна мати спеціальну форсунку для розпилювання і насос, який забезпечує подачу палива під високим тиском до форсунки.

Для того, щоб забезпечити самозаймання палива, повітря має бути нагріте у кінці такту стискування до температури порядку 900°C.

Щоб отримати таку температуру необхідно стискувати повітря до 30 атмосфер. Дизельний двигун повинен мати високий степінь стискування.

При степені стискування від 14 до 22 досягається потрібна температура повітря, при якій надійно запалюється вприснуте паливо.

Паливо до форсунки підводиться під тиском від насоса високого тиску. Згорання починається фактично відразу з появою факела палива з форсунки, тобто відразу починається зростання тиску і, значить, наступні порції палива повинні вприскуватись під вищим тиском.

Максимальний тиск процесу згорання досягає 100 атмосфер, але при цьому ще триває вприскування, значить, форсунка повинна забезпечувати подачу палива під тиском більше 100 атмосфер.

Чим вищий тиск, тим краща якість розпилення.

Найважливішим регулювальним параметром форсунки є тиск початку підйому голки.

Голка форсунки підібгана пружиною, яка відрегульована на певний тиск (двигуни ЯМЗ - 200 атмосфер, КамАЗ - 180 атмосфер.)

Форсунка повинна забезпечувати точний початок вприскування і точне закінчення вприскування, факел палива повинен відразу з'являтися і відразу відсікатися.

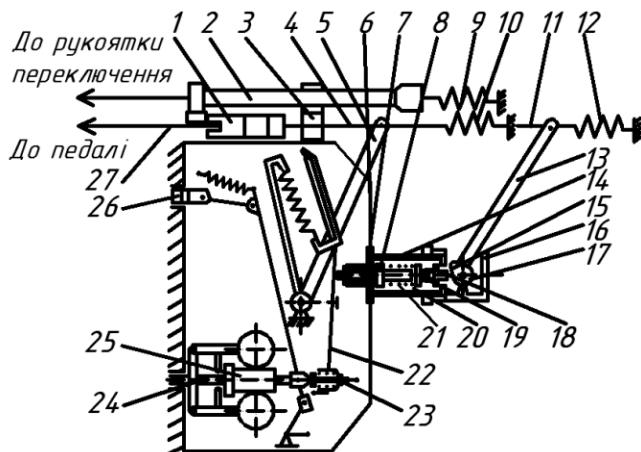


Рисунок 5.1 - Принципова схема універсального регулятора для рядного паливного насоса дизеля ЯМЗ-236

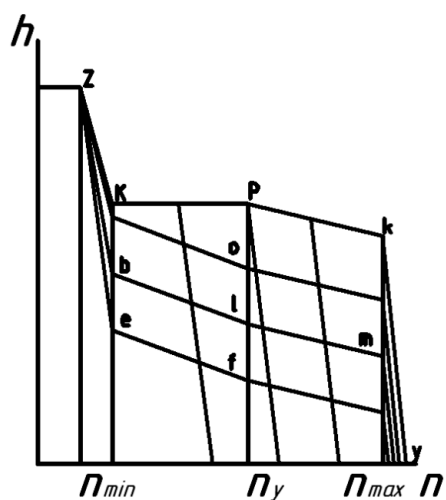


Рисунок 5.2 - Характеристика паливоподачі універсального регулятора для рядного паливного насоса ЯМЗ-236

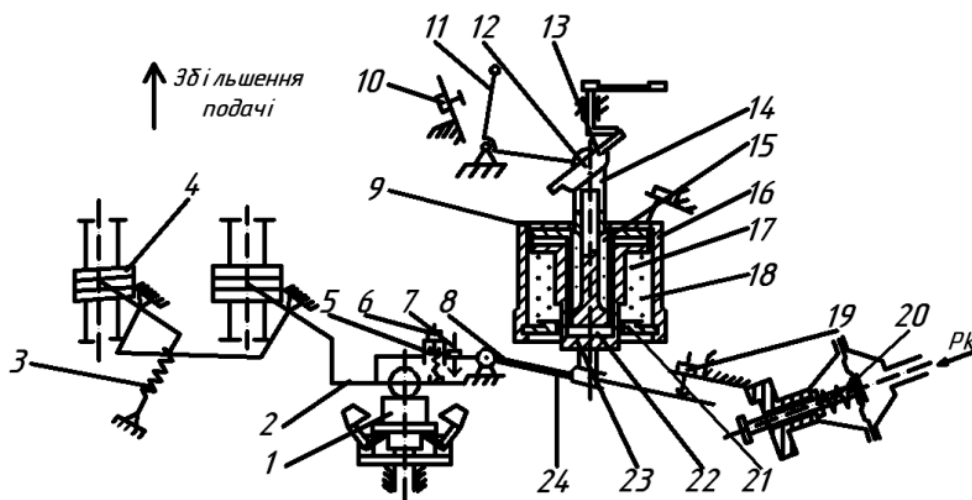


Рисунок 5.3 - Принципова схема універсального регулятора для рядного паливного насоса дизеля ЯМЗ-236



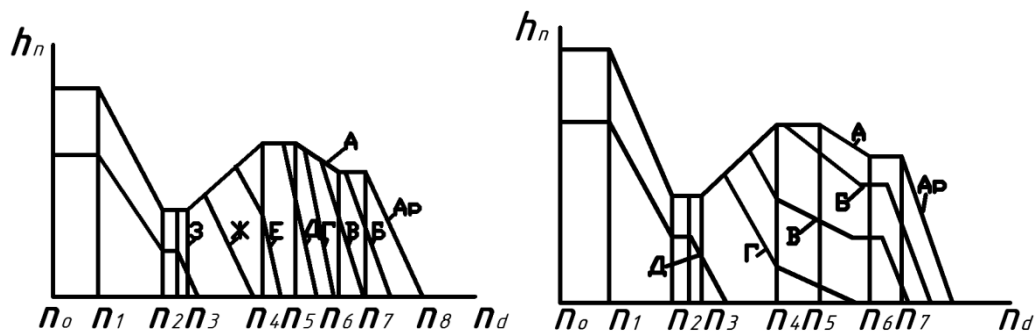


Рис. 5.3.1 - Всережимне регулювання      Рис. 5.3.2 - Дворежимне регулювання

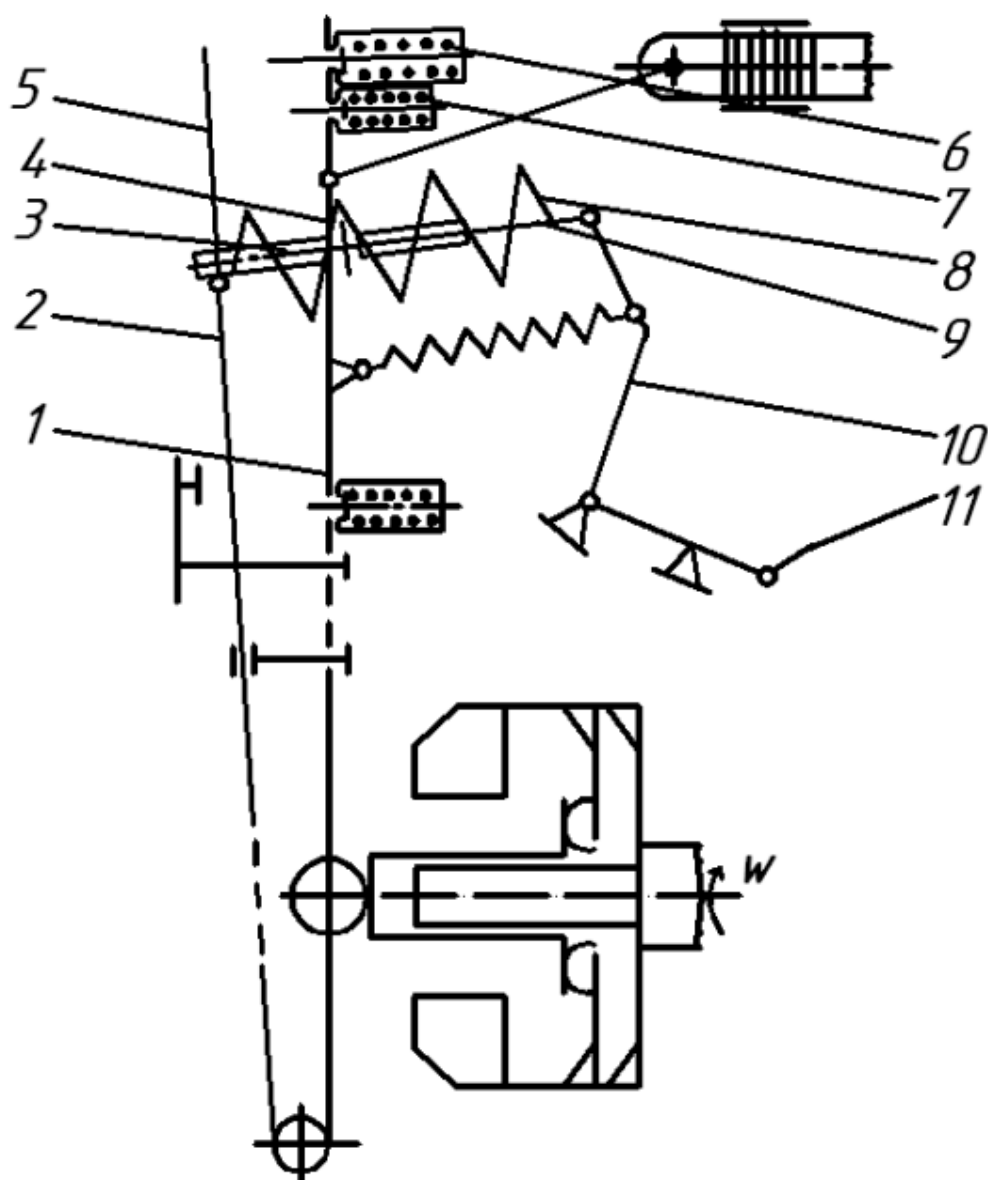


Рисунок 5.4 - Принципова схема регулятора частоти обертання ДВЗ  
(Авторське свідоцтво СРСР SU #1825882)

## 5.2 Стендові моторні дослідження дизеля ЯМЗ-236 з ПНВТ, обладнаного однорежимним регулятором

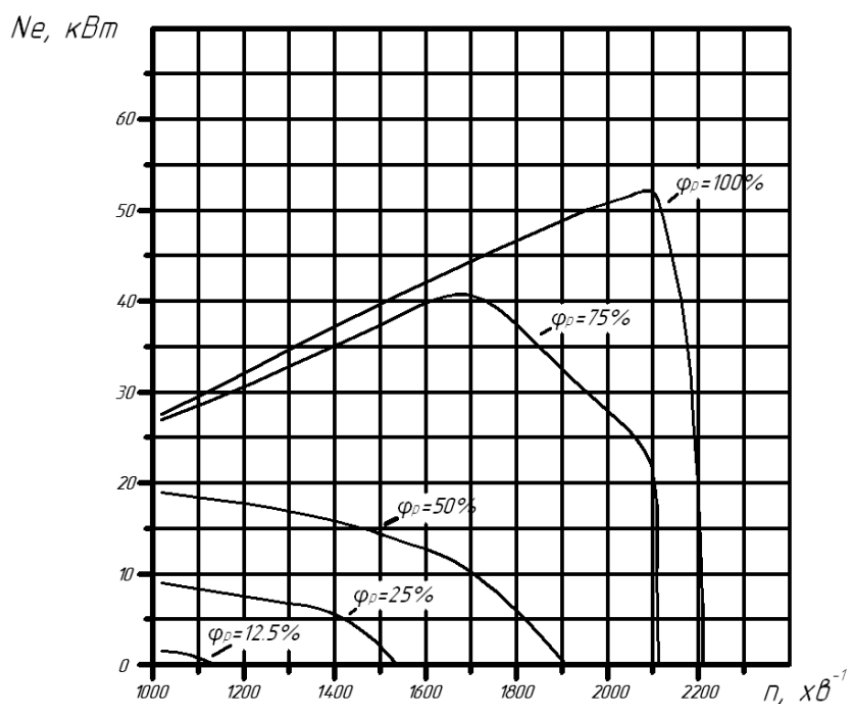


Рисунок 5.5 – Стендові моторні дослідження дизеля ПНВТ обладнаного однорежимним регулятором ( залежність  $N_e, \text{кВт}$  від  $n, \text{хв}^{-1}$ )

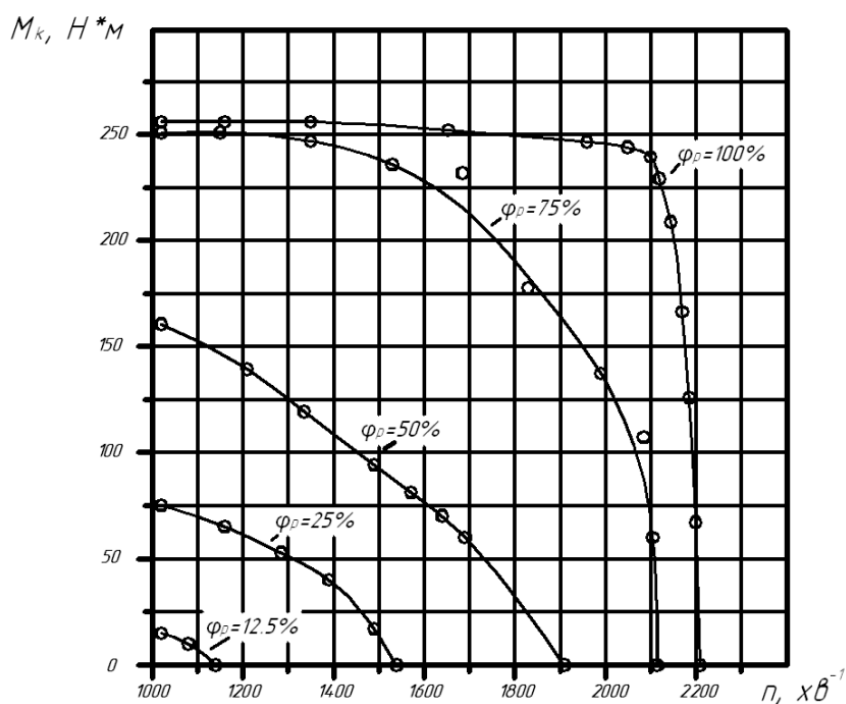


Рисунок 5.6 - Стендові моторні дослідження дизеля ПНВТ обладнаного однорежимним регулятором ( залежність  $M_k, \text{Н м}$  від  $n, \text{хв}^{-1}$ )

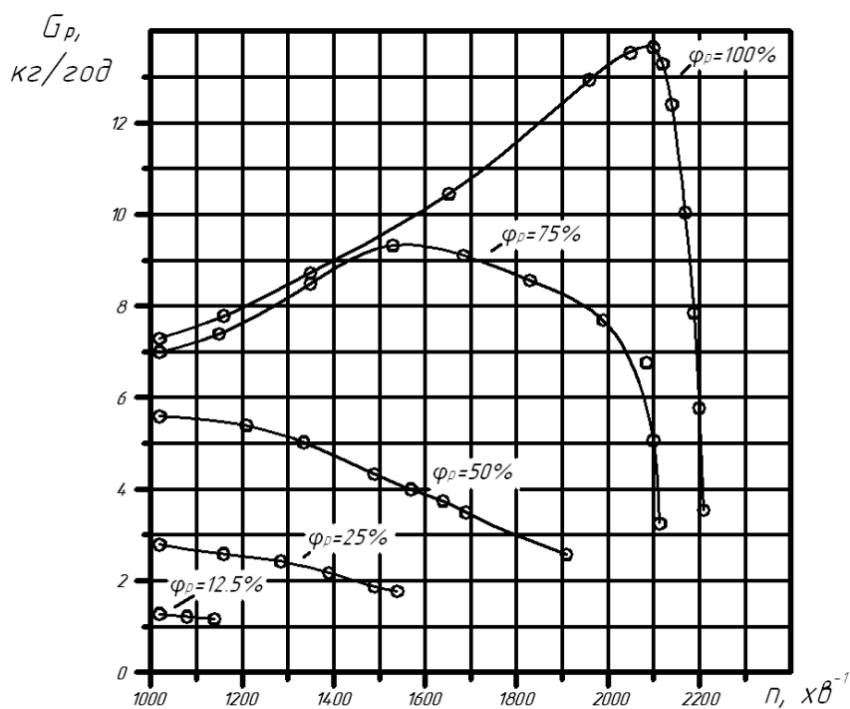


Рисунок 5.7 - Стендові моторні дослідження дизеля ПНВТ обладнаного однорежимним регулятором ( залежність  $G_p, \text{кг/год}$  від  $n, \text{хв}^{-1}$ )

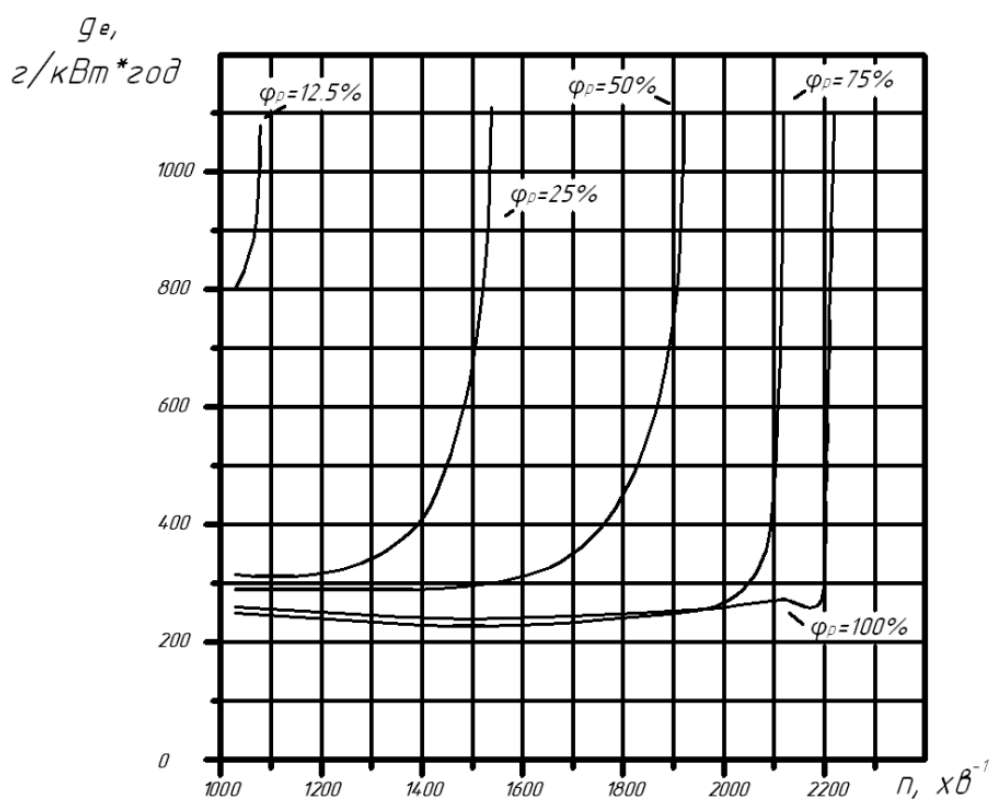


Рисунок 5.8 - Стендові моторні дослідження дизеля ПНВТ обладнаного однорежимним регулятором ( залежність  $g, \text{г/кВт год}$  від  $n, \text{хв}^{-1}$ )

### 5.3 Математична модель розгону дизеля

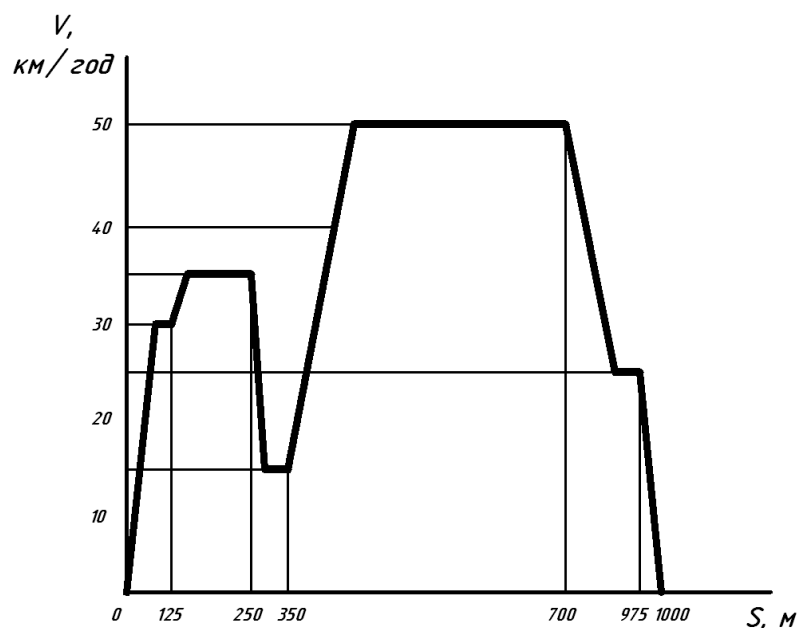


Рисунок 5.9 - Фрагмент міського циклу за режимами якого складена математична модель

Рівняння математичної моделі розгону дизеля в режимі активного холостого ходу від мінімальної частоти  $n_{хх.мін}$  до частоти обертання, при якій водій відпускає педаль зчеплення пдо:

$$\frac{dn_{д}}{dt} = [M_i(q_u, n_{д}) - M_m(n_{д})] \frac{30}{I_{д} \cdot \pi}, \quad (5.1)$$

Диференціальне рівняння переміщення муфти в залежності від переміщення водієм важеля управління паливоподачі:

$$\frac{dz}{dt} = \frac{1}{v} \{P_{ц}(z, n_{н}) - E_{в}[\varphi_{в}(t), z]\} \quad (5.2)$$

Рівняння відцентрової (підтримуючої) сили механічного регулятора:

$$P_{ц}(z, n_{н}) = A(z) \cdot n_{н}^2 \quad (5.3)$$

## 5.4 Розрахунок однорежимного регулятора дизеля

Рівність рівноважного положення регулятора на усталеному режимі

$$E_B = \frac{P_u \cdot l_1}{l_2} \quad (5.4)$$

Аналitична залежність між деформацією коректорних пружин і переміщенням рейки паливного насосу:

$$h_k = h_p \cdot \frac{l_2}{l_3} \quad (5.5)$$

Розрахункові залежності коректорних пружин регулятора, що забезпечують два режими регулювання паливного насоса 4 УТНМ

- приріст відновлювальної сили на ділянках швидкісної характеристики, приведеної до вісі коректора:

$$\Delta E_{2_{\text{осн}}} = E_n - E_m - C_d \Delta h_{k_{2д}} \quad (5.6)$$

- жорсткості пружин коректора:

$$C_{\text{осн}} = \frac{\Delta E_{2_{\text{осн}}}}{\Delta h_{k_{\text{осн}}}} \quad (5.7)$$

- числа робочих витків:

$$i_{\text{ор}} = \frac{G d_{\text{осн}}^3 \cdot \Delta h_{k_{\text{осн}}}}{8 E_{2_{\text{осн}}} \cdot D_{\text{осн.сер}}^3} \quad (5.8)$$

- напруження у витках пружини коректора:

$$\tau = \frac{8 k E_{2_{\text{осн}}} \cdot D_{\text{осн.сер}}}{\pi \cdot d_{\text{осн}}^3} \quad (5.9)$$

- число повних витків пружини:

$$i_{\text{осн}} = i_{\text{ор}} + 2 \quad (5.10)$$

- довжина пружини, стисненої до торкання витків:

$$l_{\text{осн}} = i_{\text{осн}} \cdot d_{\text{осн}} \quad (5.11)$$

-довжина пружини у вільному стані:

$$l_{д.в} = i_{д} + h_{\max} + l_{\text{заз}} \quad (5.12)$$

### 5.5 Математична модель руху вантажного автомобіля з дизелем за їздовим циклом при однорежимному регулюванні

Система рівнянь коли при досягненні частоти обертання пдо водій відпускає педаль зчеплення продовжуючи переміщати важіль паливоподачі і починається перший період рушання автомобіля з місця - з буксуючим зчепленням:

$$\text{Двигун:} \quad \frac{dn_{д}}{dt} = \frac{[M_i(q_u, n_{д}) - M_m(n_{д}) - M_{зч}] \cdot 30}{I_{д} \cdot \pi}, \quad (5.13)$$

Рівняння руху веденої частини зчеплення з урахуванням поєднаних з нею рухомих мас автомобіля, приведених до зчеплення:

$$\frac{dn_{зч}}{dt} = (M_{зч} - M_{он}) \frac{30}{I_{аш} \cdot \pi} \quad (5.14)$$

Момент інерції мас автомобіля, що обертаються, приведених до зчеплення, з урахуванням передаточних чисел  $U_i$  коробки перемінних передач і головної передачі  $U_p$ , визначається по залежності:

$$I_{аш} = \frac{(M_o + M_b) \cdot r_{\kappa}^2}{U_i^2 \cdot U_p^2} + \sum_{i=1}^n \frac{I_{ki}}{U_i^2 \cdot U_p^2} \quad (5.15)$$

Момент опору руху автомобіля у випадку коли на початковому етапі процесу рушання автомобіля з місця, швидкість його руху відносно не велика, і можна нехтувати зміненням коефіцієнта опору кочення і опору повітря:

$$M_{он} = \frac{(M_o + M_b) \cdot (f_o \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha) \cdot r_{д} \cdot g}{U_i \cdot U_p \cdot \eta_{\Gamma}} \quad (5.16)$$

Рівняння руху автомобіля при зблокованому зчепленні (отримане з тягового балансу):

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{\delta \cdot (M_o + M_b)} \left\{ \frac{[M_i(q_u, n_{д}) - M_m(n_{д})] \cdot U_i \cdot U_p \cdot \eta_{\Gamma}}{r_{д}} - P_f \pm P_i - P_{\omega} \right\} \quad (5.17)$$

## 6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1 Розрахунок виробничої програми по ТО і ремонту

Виробнича програма ПСГ по ТО і ремонту характеризується числом технічних обслуговувань, які плануються на рік чи зміну.

Сезонне обслуговування автомобілів проводиться два рази в рік і як правило, із ТО-2.

Для ПР, який виконується по потребі число впливів не визначається, а визначається річний пробіг автомобілів.

Оскільки виробнича програма в ПСГ розраховується на рік, то в даному дипломному проекті річну виробничу програму доцільно розраховувати цикловим методом, при цьому під циклом розуміють пробіг автомобіля від початку експлуатації до капітального ремонту.

Цикловий метод розрахунку виробничої програми передбачає види і коригування нормативів періодичності ТО-1, ТО-2, пробігу до КР, розрахунок кількості ТО і КР за циклом, визначення коефіцієнта переходу від циклу до року і на його основі перерахунок кількості ТО і КР для всього ПСГ на рік.

Виробнича програма є основою для визначення річних обсягів робіт по ТО і ремонту необхідної кількості виробничого персоналу, вибору методу ТО і ремонту автомобілів і технологічного устаткування зон і ремонтних ділянок ПСГ.

Вихідні дані для розрахунку виробничої програми приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Вихідні дані виробничої програми

Марка ДТЗ	Аі авт.	Лсд. км	Умови експлуатації і режим роботи ДТЗ		
			КУЕ	Др. Дні	Тн. Год
МАЗ-5551	28	184	2	305	8

При розрахунках приймаємо наступні позначення:

$A_i$  — спискова кількість автомобілів;

$L_{сд}$  - середньодобовий пробіг одиниці рухомого складу;

$L$ - пробіг до ремонту або ТО одиниці рухомого складу;

$N$  - число КР або ТО на одиницю рухомого складу за цикл або за рік;

$D$  - число днів простою одиниці рухомого складу в ТО або ремонті.

При величинах  $L$ ,  $N$  і  $D$  використовуються індекси, які характеризують вид ремонту і ТО:

КР - капітальний ремонт;

ЩО - щоденне технічне обслуговування;

ТО-1 - перше технічне обслуговування;

ТО-2 - друге технічне обслуговування;

СО - сезонне обслуговування.

### 6.1.1 Вибір і корегування нормативів

Згідно «Положення про ТО і ремонт транспорту» періодичність ТО1 і ТО2 для автомобіля МАЗ-5551 становить:

$$L_{\text{ТО-1}}^{\text{н}} = 5000 \text{ км}$$

$L_{\text{ТО-1}}^{\text{н}}$  – нормативна періодичність до ТО1.

$$L_{\text{ТО-2}}^{\text{н}} = 20000 \text{ км}$$

$L_{\text{ТО-2}}^{\text{н}}$  - нормативна періодичність до ТО2.

Трудомісткість технічних впливів ТО1 і трудомісткості ПР для автомобіля становить:

$$T_{\text{ЩО}}^{\text{н}} = 0,30 \text{ люд/год.}$$

$T_{\text{ЩО}}^{\text{н}}$  – нормативна трудомісткість проведення одного ЩО

$$T_{\text{ТО-1}}^{\text{н}} = 2,3 \text{ люд/год.}$$

$T_{\text{ТО-1}}^{\text{н}}$  - нормативна трудомісткість проведення одного ТО1



$$T_{\text{ТО-2}}^{\text{н}} = 9,2 \text{ люд/год}$$

$T_{\text{ТО-2}}^{\text{н}}$  - нормативна трудомісткість проведення одного ТО2

$$T_{\text{ПР}}^{\text{н}} = 2,8 \text{ люд/год}$$

$T_{\text{ПР}}^{\text{н}}$  - нормативна трудомісткість проведення одного ПР

Одного ЩО

$$T_{\text{ЩО}} = T_{\text{ЩО}}^{\text{н}} \cdot k_{\text{м}} \quad (6.1)$$

$k_{\text{м}}$  – коефіцієнт механізації робіт ЩО

$$k_{\text{м}} = 1 - \frac{M}{100} \quad (6.2)$$

$M$  – механізовані роботи в ЩО

$$M = 37\% \quad [1]$$

$$k_{\text{м}} = 1 - \frac{37}{100}$$

$$k_{\text{м}} = 0,63$$

$$T_{\text{ЩО}} = 0,30 \cdot 0,63 = 0,189 \text{ люд/год}$$

Сезоне обслуговування становить 20% від трудомісткості ТО-2, тобто:

$$T_{\text{СО}} = 0,2 \cdot T_{\text{ТО-2}}^{\text{н}} \quad (6.3)$$

$$T_{\text{СО}} = 0,2 \cdot 9,2 = 1,84 \text{ люд/год}$$

Пробіг автомобіля до КР.

$$L_{\text{КР}}^{\text{н}} = 130000 \text{ км}$$

$L_{\text{КР}}^{\text{н}}$  – нормативний пробіг автомобіля МАЗ-5551 до КР

Згідно Положення про технічне обслуговування і ремонту рухомого складу автобуса під час ТО становить:

$$D_{\text{ТО ПР}} = 0,15 \text{ днів/1000км}$$

$D_{\text{ТО ПР}}$  – час простою автомобіля в ТО і ПР

$$D_{\text{КР}} = D_{\text{КР}}^{\text{н}} + D_{\text{д}} \text{ днів} \quad (6.4)$$

$D_{\text{КР}}^{\text{н}}$  – нормативний час простою автомобіля МАЗ-5551 в кап ремонті.

$D_d$  – час на доставку автомобіля в АРЗ і зворотнього напрямку, днів.

$$D_{кр}^H = 12 \text{ днів}$$

$$D_d = 0,1 \dots 0,2 \cdot D_{кр}^H$$

$$D_d = 1,2 \text{ днів}$$

$$D_{кр} = 12 + 1,2 = 13 \text{ днів}$$

Періодичність ТО може бути зменшена в наслідок дорожньо транспортних засобів. до 20% в залежності від умов експлуатації ДТЗ. Згідно із завданням КП автомобіля МАЗ-5551 даного ПСГ експлуатується в (II) категорії умов експлуатації (КУЕ)то - відкореговані нормативи періодичності і пробігу до КР становить:

$$L'_{то-1} = L_{то-1}^H \cdot k \quad (6.5)$$

$k$  – коефіцієнт корегування нормативу в залежності від (КУЕ) ДТЗ

$$k = 0,9$$

$L_{то-1}^H$  – нормативний пробіг до ТО1, км

$L'_{то-1}$  – відкорегований пробіг до ТО1, км

$$L'_{то-1} = 5000 \cdot 0,9 = 4500 \text{ км}$$

$$L'_{то-2} = L_{то-2}^H \cdot k \text{ км} \quad (6.6)$$

$L_{то-2}^H$  – нормативний пробіг ТО2, км

$L'_{то2}$  – відкорегований пробіг до ТО2, км

$$L'_{то-2} = 20000 \cdot 0,9 = 18000 \text{ км}$$

$$L'_{кр} = L_{кр}^H \cdot k \text{ км} \quad (6.7)$$

$L_{кр}^H$  – нормативний пробіг КР, км

$L'_{кр}$  – відкорегований пробіг до КР, км

$$L'_{кр} = 130000 \cdot 0,9 = 117000 \text{ км}$$

Відкореговані величини періодичності ТО і пробігу до КР перевіряють в кратності середньодобового пробігу ( $L_{сд}$ ) з наступними заокругленням їх до цілих сотих кілометрів тобто необхідно визначити цілі числа а, б, с:

$$a = \frac{L'_{\text{ТО-1}}}{L_{\text{сд}}} \quad (6.8)$$

$$a = \frac{4500}{184} = 24$$

Звіти від корегована періодичність пробігу до ТО1 з врахуванням середньодобового пробігу становить:

$$L_{\text{ТО-1}} = L_{\text{сд}} \cdot a \text{ км} \quad (6.9)$$

$$L_{\text{ТО-1}} = 184 \cdot 24 = 4416 \text{ км}$$

Аналогічно визначаємо від корегована періодичність до ТО2 і пробігу до КР.

$$b = \frac{L'_{\text{ТО-2}}}{L_{\text{ТО-1}}} \quad (6.10)$$

$$b = \frac{18000}{4416} = 4$$

$$L_{\text{ТО-2}} = L_{\text{ТО-1}} \cdot b \text{ км} \quad (6.11)$$

$$L_{\text{ТО-2}} = 4416 \cdot 4 = 17664 \text{ км}$$

$$c = \frac{L'_{\text{кр}}}{L_{\text{ТО-2}}} \quad (6.12)$$

$$c = \frac{117000}{17664} = 6,6$$

$$L_{\text{кр}} = L_{\text{ТО-2}} \cdot c \text{ км} \quad (6.13)$$

$$L_{\text{кр}} = 17664 \cdot 6,6 = 90896 \text{ км}$$

### 6.1.2 Визначення кількості ТО і КР автомобіля за цикл

Визначаємо кількість КР за цикл.

$$N_{\text{кр}^{\text{ц}}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{кр}}} \quad (6.14)$$

$L_{\text{ц}}$  – від корегована величина за цикл

$$L_{\text{кр}} = L_{\text{ц}} = 90896 \text{ км}$$

$$N_{\text{кр}^u} = \frac{90896}{90896} = 1$$

$$N_{\text{ТО-2}^u} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{ТО-2}}} - N_{\text{кр}^u} \quad (6.15)$$

$$N_{\text{ТО-2}^u} = \frac{90896}{13984} - 1 = 5,5$$

$$N_{\text{ТО-1}^u} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{ТО-1}}} - (N_{\text{кр}^u} + N_{\text{ТО-2}^u}) \quad (6.16)$$

$$N_{\text{ТО-1}^u} = \frac{90896}{4416} - (1 + 5,5) = 19,5$$

Кількість ЩО визначається з розрахунку того що прибирання - мийні роботи рекомендуються проводити кожного дня в міжмінний час

$$N_{\text{ЩО}^u} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{сд}}} \quad (6.17)$$

$$N_{\text{ЩО}^u} = \frac{90896}{184} = 494$$

### 6.1.3 Розрахунок коефіцієнтів технічної готовності і використання автомобілів

Коефіцієнт технічної готовності визначаємо за допомогою формули:

$$\alpha_T = \frac{\text{Дец}}{\text{Дец} + \text{Дрц}} \quad (6.18)$$

де, Дец – кількість днів експлуатації автобуса за цикл.

Дрц – кількість днів простою автомобіля в ТО і ремонті за цикл

В розрахунку КП прийняти що кількість днів автобуса за цикл дорівнює кількості щоденному обслуговування за цикл тобто:

$$\text{Дец} = N_{\text{ЩО}^u} = 494 \text{ днів}$$

$$\text{Дрц} = \text{Дкр} + \frac{\text{Дто пр} \cdot L_{\text{ц}}}{1000} \cdot k_{\text{зп}} \quad (6.19)$$

$k_{\text{зп}}$  – коефіцієнт зниження простою автомобіля в ТО-2 і ПР за рахунок часткового виконання в міжмінний час.

$$k_{\text{зп}} = 1,5$$

$$D_{pц} = 13 + \frac{0,15 \cdot 90896}{1000} \cdot 1,5 = 33 \text{ днів}$$

Отже,

$$\alpha_{\tau} = \frac{494}{494 + 33} = 0,94$$

Коефіцієнт використання парку визначаємо наступним чином

$$\alpha_{\pi} = \frac{\alpha_{\tau} \cdot D_{р}}{D_{к}} \cdot k_{зв} \quad (6.20)$$

де,  $D_{р}$  – кількість робочих днів за рік

$D_{к}$  – кількість календарних днів

$$D_{к} = 365 \text{ днів}$$

$$D_{р} = 305 \text{ днів}$$

$k_{зв}$  – коефіцієнт зниження використання автомобіля з експлуатаційних причин

$$k_{зв} = 0,93 \dots 0,95$$

$$k_{зв} = 0,95$$

$$\alpha_{\pi} = \frac{0,94 \cdot 305}{365} \cdot 0,95 = 0,75$$

#### 6.1.4 Визначення річного пробігу автомобілів

Річний пробіг автомобілів визначаємо для розрахунку річного обсягу робіт з ПР.

$$L_{рп} = D_{к} \cdot \alpha_{\pi} \cdot L_{сд} \cdot A_i \quad (6.21)$$

$L_{рп}$  – річний пробіг автомобіля

$A_i$  – наявність автомобіля в ПСГ

$$L_{рп} = 365 \cdot 0,75 \cdot 184 \cdot 28 = 1410360 \text{ км}$$

### 6.1.5 Розрахунок коефіцієнтів переходу від циклу до року

Виробничу програму в ПСГ розраховують на рік для ТО вона визначається як добуток кількості впливів даного виду ТО на трудомісткість даного виду впливів а для поточного ремонту як добуток річного пробігу автомобілів і питома трудомісткості ПР

Коефіцієнт переходу від циклу до року визначаємо за формулою:

$$\eta_p = \frac{365 \cdot \alpha_n}{\text{Дец}} \quad (6.22)$$

$\eta_p$  – коефіцієнт від циклу до року

$$\eta_p = \frac{365 \cdot 0,75}{494} = 0,5$$

### 6.1.6 Визначення кількості ТО і КР автомобілів за рік

Визначаємо кількість КР за рік.

$$N_{кр}^p = N_{кр}^n \cdot \eta_p \cdot A_i \quad (6.23)$$

$$N_{кр}^p = 1 \cdot 0,5 \cdot 28 = 14 \text{ обслуговувань}$$

Визначаємо кількість ТО за рік.

$$N_{щО}^p = N_{щО}^n \cdot \eta_p \cdot A_i \quad (6.24)$$

$$N_{щО}^p = 494 \cdot 0,5 \cdot 28 = 6916 \text{ обслуговувань}$$

$$N_{ТО-1}^p = N_{ТО-1}^n \cdot \eta_p \cdot A_i \quad (6.25)$$

$$N_{ТО-1}^p = 19,5 \cdot 0,5 \cdot 28 = 273 \text{ обслуговувань}$$

$$N_{ТО-2}^p = N_{ТО-2}^n \cdot \eta_p \cdot A_i \quad (6.26)$$

$$N_{ТО-2}^p = 5,5 \cdot 0,5 \cdot 28 = 77 \text{ обслуговувань}$$

$$N_{сО}^p = 2 \cdot A_i \quad (6.27)$$

$$N_{сО}^p = 2 \cdot 28 = 56 \text{ обслуговувань}$$

### 6.1.7 Визначення змінної програми ТО автомобілів

Змінну програму по технічному обслуговувані визначають з метою визначення методу ведення технічного обслуговування.

Згідно «Положення» потоковий метод ТО-1 приймається для змінної програми не менше 12-15, а для ТО-2 7-8 обслуговувань, і для ЩО – не менше 50 обслуговувань.

В зонах ТО-1, ТО-2 можна використовувати на потоці конвеєри.

Визначаємо кількість щоденних обслуговувань за зміну:

$$N_{\text{ЩО}}^{\text{зм}} = \frac{N_{\text{ЩО}}^{\text{р}}}{D_{\text{р}}^{\text{ЩО}} \cdot C} \quad (6.28)$$

де,  $D_{\text{р}}^{\text{ЩО}}$  - кількість днів роботи зони щоденного обслуговування в році.

$C$  – кількість робочих змін.

$$N_{\text{ЩО}}^{\text{зм}} = \frac{6916}{305 \cdot 1} = 22 \text{ обслуговувань}$$

Визначаємо кількість ТО-1 за зміну.

$$N_{\text{ТО-1}}^{\text{зм}} = \frac{N_{\text{ТО-1}}^{\text{р}}}{D_{\text{р}}^{\text{ТО-1}} \cdot C} \quad (6.29)$$

де,  $D_{\text{р}}^{\text{ТО-1}}$  - кількість днів роботи зони ТО-1 в році.

$$N_{\text{ТО-1}}^{\text{зм}} = \frac{2730}{305 \cdot 1} = 8,9 \text{ обслуговувань}$$

Визначаємо кількість ТО-2 за зміну.

$$N_{\text{ТО-2}}^{\text{зм}} = \frac{N_{\text{ТО-2}}^{\text{р}}}{D_{\text{р}}^{\text{ТО-2}} \cdot C} \quad (6.30)$$

$$N_{\text{ТО-2}}^{\text{зм}} = \frac{770}{305 \cdot 1} = 2,5 \text{ обслуговування}$$

### 6.1.8 Визначення річного обсягу робіт з ТО і ремонту автомобілів

Річний обсяг робіт з ТО і ремонту дорожньо - транспортних засобів визначаємо за формулою:

$$T_{\text{ЩО}}^p = N_{\text{ЩО}}^p \cdot T_{\text{ЩО}} \quad (6.31)$$

$$T_{\text{ЩО}}^p = 69160 \cdot 0,189 = 13071 \text{ люд/год}$$

$$T_{\text{ТО-1}}^p = N_{\text{ТО-1}}^p \cdot T_{\text{ТО-1}} \quad (6.32)$$

$$T_{\text{ТО-1}}^p = 2730 \cdot 2,3 = 6279 \text{ люд/год}$$

$$T_{\text{ТО-2}}^p = N_{\text{ТО-2}}^p \cdot T_{\text{ТО-2}} \quad (6.33)$$

$$T_{\text{ТО-2}}^p = 770 \cdot 9,2 = 7084 \text{ люд/год}$$

$$T_{\text{СО}}^p = N_{\text{СО}}^p \cdot T_{\text{СО}} \quad (6.34)$$

$$T_{\text{СО}}^p = 560 \cdot 1,84 = 1030 \text{ люд/год}$$

$$T_{\text{ПР}}^p = \frac{L_{\text{пр}} \cdot T_{\text{пр}}}{1000} \quad (6.35)$$

$$T_{\text{ПР}}^p = \frac{14103600 \cdot 2,8}{1000} = 39490 \text{ люд/год}$$

Результати розрахунків зведені в таблиці 6.2

Таблиця 6.2 - Річний обсяг робіт

Вид робіт	Позначення	Кількість за рік, або річний пробіг автомобіля	Трудомісткість робіт	Річний обсяг робіт в люд/год
ЩО	$T_{\text{ЩО}}^p$	69160	0,189	13071
ТО-1	$T_{\text{ТО-1}}^p$	2730	2,3	6279
ТО-2	$T_{\text{ТО-2}}^p$	770	9,2	7084
СО	$T_{\text{СО}}^p$	560	1,84	1030
ПР	$T_{\text{ПР}}^p$	14103600	2,8	39490
Всього	$T_{\text{ТО ПР}}^p$	-	-	66954



### 6.1.9 Визначення обсягу робіт по самообслуговування ПСГ

Крім робіт по самообслуговуванню і ремонту ДТЗ виконують також допоміжні роботи обсяг яких становить 20%...30% від загального обсягу робіт по ТО і ремонту ДТЗ, тобто:

$$T_{\text{доп}}^{\text{АТП}} = 0,2...0,3 \cdot T_{\text{то пр}}^{\text{р}} \quad (6.36)$$

$$T_{\text{ТОПР}}^{\text{р}} = T_{\text{ТО}}^{\text{р}} + T_{\text{ПР}}^{\text{р}} (\text{люд.год}),$$

$$T_{\text{доп}}^{\text{АТП}} = 0,25 \cdot 66954 = 16738,5 \text{ люд/год}$$

Розподіл допоміжних робіт на ПСГ поданий в таблиці 2.3

Таблиця 6.3 - Розподіл допоміжних робіт на ПСГ

Назва робіт	Трудомісткість	
	%	люд/год
Самообслуговування ПСГ	42	7030,1
Транспортні	10	1673,8
Перегін автомобілів	23	3849,8
Прийом і зберігання та видача матеріальних цінностей	8	1339
Прибирання території і приміщення	17	2845,5
Всього	100	16738,5

Всі роботи по обслуговуванню ПСГ проводяться відділом головного механіка. При визначенні річного обсягу робіт конкретного відділення треба врахувати трудомісткість даних робіт по самообслуговуванню.

Так як трудомісткість робіт на самообслуговуванню даного ПСГ становить 7030 люд./год., розподіл робіт по самообслуговуванню приведений в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 - Розподіл робіт по самообслуговуванню

Назва робіт	Трудомісткість	
	%	люД/год
Електротехнічні	25	1757,5
Механічні	10	703
Бляхарські	4	281,2
Деревообробні	16	1124,8
Мідницькі	1	70,3
Слюсарні	16	1124,8
Трубопровідні	22	1546,6
Ковальські	2	140,6
Зварювальні	4	281,2
Всього	100	7030

## 6.2 Розрахунок об'єкта проектування

### 6.2.1 Розподіл обсягу робіт для визначення розрахункових даних

Розподіл обсягу робіт поточного ремонту поданий в таблиці 6.5

Таблиця 6.5 - Розподіл обсягу робіт поточного ремонту

№	Найменування робіт	%	Трудомісткість
	Постові роботи	-	-
	Всього	48	32137,92
1	Агрегатні	17	11382,18
2	Слюсарно-механічні	10	6695,4
3	Електричні	6	4017,24
4	Акумуляторні	2	1339,08
5	Ремонт системи живлення	3	2008,62
6	Шиноремонтні	1	669,54
7	Вулканізаційні	1	669,54

8	Ковальсько-ресорні	2	1339,08
9	Мідницькі	2	1339,08
10	Зварювальні	2	1339,08
11	Бляхарські	1	669,54
12	Ариатурні	2	1339,08
13	Оббивні	2	1339,08
14	Радіаторне	1	669,54
Всього		52	34816,08
Всього		100	66954

Визначаємо річну трудомісткість робіт по паливній ділянці.

$$T_{\text{пр агр}} = T_{\text{пр}} \cdot C_{\text{пр агр}} \quad (6.37)$$

де,  $C_{\text{пр агр}}$  – доля трудомісткості робіт, яка припадає на ділянку паливної апаратури.

$$C_{\text{пр агр}} = 3 \%$$

$$T_{\text{пр агр}} = 2008,62 \cdot 0,03 = 6713,3 \text{ люд/год}$$

### 6.2.2 Розрахунок кількості робітників

Розрізняють технологічну потребу  $R_T$  і штатну  $R_{\text{ш}}$  кількість виробничих робітників. До виробничих робітників відносяться робітники різних зон і відділень які безпосередньо виконують роботи по ТО і ПР рухомого складу.

Технологічну потрібну кількість робітників обчислюють за формулою:

$$R_T = \frac{T_{\text{пр агр}}}{F_{\text{рм}}} \quad (6.38)$$

де,  $F_{\text{рм}}$  – річний виробничий фонд часу робітника.

Річний виробничий фонд часу визначаємо за формулою.

$$F_{\text{рм}} = T_{\text{зм}} \cdot (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{св}}) - D_{\text{пс}} \quad (6.39)$$

де, Дв – кількість вихідних днів в році

Дсв – кількість святкових і релігійних днів

Дпс – передсвяткові дні скороченні на 1 годину

Дк – кількість календарних днів в році

Тзм – час робочої зміни

$$Дв=52 \text{ днів}$$

$$Дсв=8 \text{ днів}$$

$$Дпс=8 \text{ днів}$$

$$Дк = 365 \text{ днів}$$

$$Тзм=8 \text{ год.}$$

$$\Phi_{рм}=8 \cdot (365-52-8)-8 \cdot 1=2432 \text{ год}$$

$$P_{т} = \frac{5289}{3652} = 2 \text{ робітника.}$$

Приймаємо 2 робітника.

Визначаємо штатну кількість робітників.

$$P_{ш} = \frac{T_{пр агр}}{\Phi_{ш}} \quad (6.40)$$

де,  $\Phi_{ш}$  – річний фонд часу штатного робітника

$$\Phi_{ш}=\Phi_{рм}-t_{відп}-t_{пп} \quad (6.41)$$

де,  $t_{відп}$  – час основного відпуску працівника

$t_{пп}$  - час по поважних причинах

$$t_{відп}=\text{Двідп} \cdot T_{зм} \quad (6.42)$$

де, Двідп – кількість днів відпустки робітника

$$\text{Двідп} = 18 \quad [3]$$

$$t_{відп}=18 \cdot 8=144 \text{ год.}$$

$$t_{пп}=0,04 \cdot (\Phi_{рм}- t_{відп})$$

$$t_{пп}=0,04 \cdot (2432-144)=91,5 \text{ год}$$

$$\Phi_{ш}=2432-144-91=2197 \text{ год}$$

$$P_{ш} = \frac{6713}{2197} = 3 \text{ робітника}$$

Приймаємо 3 робітника.

### 6.3 Розрахунок площі дільниці

Площа дільниці розраховується за площею, займаною обладнанням ( $f_{обл.}$ ) і коефіцієнтом щільності його розставлення ( $K_{щ}$ ) за формулою:

$$F_{дйл.} = f_{обл.} \times K_{щ} \quad (6.44)$$

Таблиця 6.7 - Специфікація технологічного устаткування дільниці

Поз.	Найменування	Кіль	Розміри в плані, м.	Тип або модель
1	Стенд для випробування і регулювання паливних насосів високого тиску	1	1,2×0,7	СТДА-1
2	Пост для поточного ремонту форсунок дизельного двигуна	1	0,9×0,8	
3	Стелаж для деталей	2	1,4×0,45	
4	Лоток для обтирочних матеріалів	1	1×0,4	
5	Установка для миття деталей	1	1,2×0,8	
6	Верстак для ремонту паливної апаратури	1	1,6×0,8	
7	Стіл для миття і контролю прецизійних деталей	1	1×0,8	
8	Рейочний ручний прес	1	0,6×0,8	
9	Настільно-свердильний станок	1	0,6×0,8	
10	Стіл дефектувальний	1	1,2×0,8	

Відповідно до вибраного обладнання (таблиця 6.7) визначимо його сумарну площу, яка рівна  $f_{обл.} = 8 \text{ м}^2$ . Значення коефіцієнта  $K_{щ}$  для дільниці ремонту приладів системи живлення, згідно ОНТП-АТП-СТО- 80, набуває від 3 до 4,5. Приймаємо  $K_{щ} = 3$ , тоді площа проектованої дільниці складе:

$$F_{дйл.} = 8 \times 3 = 24 \text{ (м}^2\text{)}$$

Приймаємо площу дільниці з ремонту приладів системи живлення дизельних двигунів рівною  $24 \text{ м}^2$ .

## 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 7.1 Визначення вартості основних засобів виробництва

Основні виробничі фонди складаються із вартості будівель, споруд, виробничого обладнання, пристроїв, інвентарю та інструментів довготривалого використання.

$$C_{осн.ф.} = C_{б\ddot{y}д} + C_{обл.} + C_{пр.} = C_{инст.} \quad (7.1)$$

де:  $C_{б\ddot{y}д}$  – вартість будівель і споруд;

$C_{обл.}$  – вартість встановленого обладнання;

$C_{пр.}$  – вартість пристроїв;  $C_{инст.}$  – вартість інвентарю й інструментів довготривалого використання.

Визначення вартості монтажних робіт:

$$C_{мон} = 0,08 \cdot C_{обл.} = 0,08 \cdot 8770 = 702 \text{ грн.} \quad (7.2)$$

Вартість обладнання, яке монтується у відділенні:

$$C_{обл.} = 8770 \text{ грн.}$$

Вартість пристроїв, які придбані для відділення:

$$C_{прис\ddot{t}} = 1716 \text{ грн.}$$

Визначаємо вартість інвентарю:

$$C_{инв} = 1565 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на основні фонди:

Таблиця 7.1 - Кошторис витрат на основні фонди

№ пп	Статті витрат	Умовні позначення	Сума в гривнях
1.	Вартість монтажних робіт	$C_{мон}$	702
2.	Вартість встановленого обладнання	$C_{обл}$	8770
3.	Вартість пристроїв	$C_{пр}$	1716
4.	Вартість інвентарю	$C_{інст}$	1565
	Разом	$C_{осн.ф.}$	12753

## 7.2 Визначення витрат на заробітну плату

Визначаємо основну заробітну плату ремонтних робітників:

$$Z_{осн} = Z_m + Z_{пр} + Z_{дон}, \quad (7.3)$$

де:  $Z_m$  – заробітна плата згідно тарифу

$$Z_m = C_{сп} \cdot T_{від}, \quad (7.4)$$

де:  $C_{сп}$  – середня годинна тарифна ставка виробничих робітників в гривнях;  
 $T_{від}$  – трудомісткість відділення чи зони майстерні в людино-годинах;

$$Z_m = 19,5 \cdot 1957 = 38162 \text{ грн.}$$

$Z_{пр}$  – премії, доплати і надбавки ремонтним робітникам.

$$Z_{пр} = 0,3 \cdot Z_m = 0,3 \cdot 38162 = 11449 \text{ грн.} \quad (7.5)$$

$Z_{дон}$  – доплати виробничим робітникам, які пов'язані з відсутністю нормальних умов виробництва.

$$Z_{осн.р} = 38162 + 11449 + 0 = 49611 \text{ грн.}$$

Визначаємо додаткову заробітну плату:

$$Z_{дод} = \frac{K_{\delta} \cdot Z_{осн}}{100}, \quad (7.6)$$

де  $K_{\delta}$  – коефіцієнт додаткової заробітної плати у відсотках. Для ремонтних робітників АТП приймаємо  $K_{\delta} = 8...12\%$ .

$$Z_{дод} = \frac{10 \cdot 49611}{100} = 4961 \text{ грн.}$$

Визначаємо нарахування на заробітну плату:

$$H_{зн} = 0,37 \cdot (Z_{осн} + Z_{дод}) = 0,37 \cdot (49611 + 4961) = 20192 \text{ грн.} \quad (7.7)$$

Визначаємо загальний фонд заробітної плати ремонтних робітників зони чи відділення майстерні:

$$\Phi_{рр} = Z_{осн} + Z_{дод} + H_{зн} = 49611 + 4961 + 20192 = 74764 \text{ грн.} \quad (7.8)$$

Визначаємо річний розмір премій із фонду матеріального стимулювання:

$$\Phi_{м.ст} = \frac{10 \cdot \Phi_{рр}}{D_p}, \quad (7.9)$$

де:  $10$  – десятиденний середньорічний заробіток;

$\Phi_{р.р.}$  – загальний фонд заробітної плати;

$D_p$  – кількість робочих днів у періоді.

$$\Phi_{м.ст} = \frac{10 \cdot 74764}{253} = 2955 \text{ грн.} \quad (7.10)$$



Визначаємо середньомісячну заробітну плату ремонтних робітників:

$$Q = \frac{Z_{осн} + Z_{доод}}{12 \cdot N_p} = \frac{49611 + 4961}{12 \cdot 1} = 4548 \text{ грн.} \quad (7.11)$$

Кошторис витрат на заробітну плату:

Таблиця 7.2 - Кошторис витрат на заробітну плату

№ пп	Статті витрат	Умовні позначення	Сума в гривнях
1.	Заробітна плата згідно тарифу	$Z_m$	38162
2.	Премії, надбавки і доплати	$Z_{np}$	11449
3.	Додаткова заробітна плата	$Z_{доод}$	4961
4.	Нарахування на заробітну плату	$H_{з.п.}$	20192
5.	Загальний фонд заробітної плати ремонтних робітників зони чи відділення	$\Phi_{p.p.}$	74764
6.	Річний розмір премій із фонду матеріального стимулювання	$\Phi_{м.ст}$	2955
7.	Середньорічна заробітна плата ремонтних робітників	$Q$	4548

### 7.3 Визначаємо матеріальні витрати дільниці

Визначаємо витрати на ремонтні матеріали для відділення майстерні:

$$Z_{p.m.} = \frac{L_{заг} \cdot H_{p.m.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot v}{1000 \cdot 100} \quad (7.12)$$

де:  $H_{p.m.}$  – норма витрат на ремонтні матеріали в розрахунку на 1000 км пробігу для даної марки автомобіля;

$v$  – доля витрат, яка припадає на задане відділення майстерні,  $v=4\%$ .

Для КамАЗ  $Z_{p.m.} = \frac{1137690 \cdot 10,66 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 4}{1000 \cdot 100} = 606 \text{ грн.};$

$$\text{Для ГАЗ } Z_{p.m.} = \frac{1492574 \cdot 9,24 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 4}{1000 \cdot 100} = 690 \text{ грн.};$$

$$\text{Для МАЗ } Z_{p.m.} = \frac{3759656 \cdot 18 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 4}{1000 \cdot 100} = 3384 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальні витрати на ремонтні матеріали:

$$Z_{p.m. \text{ заг}} = 606 + 690 + 3384 = 4680 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальні матеріальні витрати для відділення майстерні:

$$Z_m = (Z_{з.ч.} + Z_{p.m.}) \cdot K_{p.f.} \quad (7.13)$$

де:  $K_{p.f.}$  – коефіцієнт ремонтного фонду. Для розрахунку приймаємо:

$$K_{p.f.} = 1,08 \dots 1,15.$$

$$Z_m = (4680 + 0) \cdot 1 = 4680 \text{ грн.}$$

Кошторис матеріальних витрат:

Таблиця 7.3 – Кошторис матеріальних витрат

№ п/п	Статті витрат	Умовні позначення	Сума в гривнях
1.	Витрати на ремонтні матеріали	$Z_{p.m.}$	4680
2.	Загальні матеріальні витрати	$Z_m$	4680

#### 7.4 Визначаємо загальноцехові та накладні витрати

Визначаємо витрати на силову електричну енергію для зон і відділень майстерні:

$$C_{с.ел.} = U_{ел.} \cdot W_{ел.ен.} \quad (7.14)$$

де:  $C_{ел}$  – вартість 1 кВт години електричної енергії. Для розрахунку приймаємо:

$$C_{ел} = 0,63 \text{ грн. за 1 кВт год};$$

$W_{ел.ен}$  – річна витрата електричної енергії в кВт годинах.

$$W_{ел.ен} = \frac{P_{обл} \cdot D_{обл} \cdot K_з \cdot \eta_o}{K_m \cdot \eta_{сн}} \quad (7.15)$$

де:  $P_{обл}$  – загальна потужність встановленого обладнання в кВт;

$D_{обл}$  – фонд робочого часу обладнання за рік;

$K_з$  – середній коефіцієнт завантаження обладнання протягом зміни.

Приймаємо  $K_з = 0,6...0,8$  ;

$\eta_o$  - коефіцієнт одночасної роботи встановленого обладнання.

Приймаємо  $\eta_o = 0,4...0,7$ ;

$K_m$  – коефіцієнт витрат електричної енергії в мережі.

Приймаємо  $K_m = 0,9...0,95$ ;

$\eta_{сн}$  – коефіцієнт корисної дії споживачів електричної енергії.

Приймаємо  $\eta_{сн} = 0,85...0,98$

$$W_{ел.ен.} = \frac{36,2 \cdot 2024 \cdot 0,7 \cdot 0,6}{0,9 \cdot 0,98} = 37991 \text{ кВт год}$$

$$C_{с.ел.} = 0,63 \cdot 37991 = 23934 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на запасні частини і ремонтні матеріали для обладнання:

$$C_{з.ч.обл.} = 0,05 \cdot C_{обл.} = 0,05 \cdot 8770 = 439 \text{ грн.} \quad (7.16)$$

Визначаємо витрати на утримання виробничих приміщень:

Витрати на опалення приміщення:

$$C_{on} = H_{on} \cdot V_{np} \cdot D_{on.c.}, \quad (7.17)$$

де:  $H_{on}$  – норма витрат на опалення  $1\text{ м}^3$  приміщення, приймаємо  $H_{on} = 7,19$  грн. За  $1\text{ м}^3$ ;

$V_{np}$  – об'єм опалювального приміщення в  $\text{м}^3$ ;  $V_{np} = 24\text{ м}^3$ .

$D_{on.c.}$  – тривалість опалювального сезону, приймаємо,  $D_{on.c.} = 6$  місяців.

$$C_{on} = 7,19 \cdot 24 \cdot 6 = 1042,8 \text{ грн.}$$

Витрати на освітлення приміщення і робочих місць:

$$C_{осв} = C_{осв} \cdot W_{осв}, \quad (7.18)$$

де:  $C_{осв}$  – вартість 1кВт год освітлювальної електричної енергії, приймаємо:

$C_{осв} = 0,63$  грн. За 1кВт год.

$W_{осв}$  – витрати освітлювальної електричної енергії в кВт годинах за рік.

$$W_{осв} = \frac{A_{від} \cdot H_6 \cdot R}{1000}, \quad (7.19)$$

де:  $H_6$  – норма витрат електричної енергії на освітлення  $1\text{ м}^2$  площі;

$R$  – тривалість роботи освітлювальних приладів за рік в годинах.

$$W_{осв} = \frac{54 \cdot 20 \cdot 500}{1000} = 540 \text{ кВт год.}$$

$$C_{осв} = 0,63 \cdot 540 = 340,2 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання виробничого приміщення в чистоті:

$$C_{чист} = H_{чист} \cdot A_{від} \cdot D_{р.р.}, \quad (7.20)$$

де:  $H_{чист}$  – норма витрат на утримання в чистоті  $1\text{ м}^2$  площі приміщення на один робочий день, орієнтовно приймаємо  $H_{чист} = 0,05 \dots 0,08$  грив;

$D_{р.р.}$  – кількість робочих днів.

$$C_{чис} = 0,1 \cdot 54 \cdot 253 = 1366 \text{ грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування і ремонт встановленого обладнання:

$$C_{ТОобл} = 0,05 \cdot C_{обл} = 0,05 \cdot 8770 = 439 \text{ грн.} \quad (7.21)$$

Загальні витрати на утримання приміщень:

$$C_{утр.пр} = C_{оп} + C_{осв} + C_{чис} + C_{ТОобл} \quad (7.22)$$

$$C_{утр.пр} = 1208 + 340 + 1366 + 439 = 3353 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування:

Відрахування на обладнання та оснастку:

$$A_{обл} = \frac{H_{обл} \cdot C_{обл}}{100}, \quad (7.23)$$

де:  $H_{обл}$  – норма амортизаційних відрахувань у відсотках від балансової вартості обладнання. Приймаємо  $H_{обл} = 15\%$ .

$$A_{обл} = \frac{15 \cdot 8770}{100} = 1316 \text{ грн.}$$

Загальна сума амортизаційних відрахувань:

$$A_{заг} = A_{обл} = 1316 \text{ грн.}$$

Відрахування на охорону праці і техніку безпеки:

$$C_{ох.пр} = H_{ох.пр} \cdot N_p, \quad (7.24)$$

де:  $H_{ох.пр}$  – норма відрахувань на одного працівника за рік. Приймаємо:  $H_{ох.пр} = 100$  грн.

$$C_{ох.пр} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ грн.}$$

Витрати на преміювання раціоналізаторів та винахідників:

$$C_{пр} = H_{пр} \cdot N_p, \quad (7.25)$$

де:  $H_{p.в.}$  – норма витрат на одного працівника за рік,  $H_{p.в.} = 80$  грн.

$$C_{p.в.} = 80 \cdot 1 = 80 \text{ грн.}$$

Витрати на протипожежні заходи:

$$C_{пож} = H_{пож} \cdot N_p, \quad (7.26)$$

де:  $H_{пож}$  – норма витрат на одного працівника за рік,  $H_{пож} = 120$  грн.;

$$C_{пож} = 120 \cdot 1 = 120 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальну суму цехових витрат:

$$C_{заг.ц.} = C_{с.ел.} + C_{з.ч.обл.} + C_{утр.пр} + A_{заг} + C_{ох.пр} + C_{p.в.} + C_{пож} = \quad (7.27)$$

$$= 23934 + 439 + 3353 + 1316 + 100 + 80 + 120 = 29342 \text{ грн.}$$

Визначаємо інші накладні витрати:

$$C_{інш.н.} = 0,03 \cdot C_{заг.ц.} = 0,03 \cdot 29342 = 880 \text{ грн.} \quad (7.28)$$

Визначаємо відношення загально цехових і накладних витрат до основного фонду заробітної плати робітників:

$$K_{ц} = \frac{C_{заг.ц.} + C_{інш.н.}}{\Phi_{p.р.}} = \frac{29342 + 880}{74764} = 0,4 \quad (7.29)$$

Кошторис загально цехових і накладних витрат:

Таблиця 7.4 – Кошторис загально цехових і накладних витрат

№ п/п	Назва статей витрат	Умовні позначення	Сума, грн.
1.	Витрати на силову електричну енергію	$C_{с.ел.}$	23934
2.	Витрати на утримання виробничих приміщень	$C_{утр.}$	3353
3.	Амортизаційні відрахування	$A_{заг.}$	1316
4.	Відрахування на охорону праці та техніку безпеки	$C_{ох.пр.}$	100
5.	Витрати на преміювання раціоналізаторів та винахідників	$C_{пож.}$	80
6.	Витрати на протипожежні заходи	$C_{заг.ц.}$	120
7.	Загальна сума цехових витрат	$C_{інш.н.}$	29342
8.	Інші накладні витрати	$K_{ц}$	880
9.	Відношення загально цехових витрат і накладних витрат до основного фонду заробітної плати		0,4

## 7.5 Визначення економічної ефективності проекту

До основних економічних показників роботи відділення майстерні АТП відносяться:

- а) рівень підвищення продуктивності праці робітників зони чи відділення;
- б) рівень зниження собівартості виконуваних робіт при обслуговуванні чи ремонті рухомого складу АТП;
- в) річна економія від зниження собівартості виконуваних робіт;
- г) річний економічний ефект від удосконалення виконуваних робіт в зоні чи у відділенні АТП;
- д) строк окупності капітальних вкладень.

Визначаємо рівень зростання продуктивності праці:

$$P_{np.n} = \left( \frac{T_1}{T_2} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (7.30)$$

де:  $T_1$  – трудомісткість виконуваних робіт відділення до реконструкції;  
 $T_2$  – трудомісткість виконуваних робіт у відділенні після реконструкції.

$$P_{np.n} = \left( \frac{2153}{1957} - 1 \right) \cdot 100 = 10,02\%$$

Підвищення рівня середньомісячної заробітної плати ремонтних робітників:

$$P_{з.пл} = \left( \frac{O_{n2}}{O_{n1}} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (7.31)$$

де:  $O_{n1}$  – середньомісячна заробітна плата робітників до реконструкції зони чи відділення;

$O_{n2}$  – середньомісячна плата робітників після реконструкції.

$$P_{з.пл} = \left( \frac{824}{898} - 1 \right) \cdot 100 = 7,1\%$$

Визначаємо коефіцієнт співвідношення зростання продуктивності праці до підвищення рівня середньомісячної заробітної плати ремонтних робітників:

$$K_c = \frac{П_{нр.н}}{П_{з.нл}} = \frac{10,02}{7,1} = 1,41 \quad (7.32)$$

Значення собівартості виконуваних робіт в зоні чи у відділенні майстерні:

$$П_{соб} = \left( \frac{S_1}{S_2} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (7.33)$$

де:  $S_1$  – собівартість одиниці виконуваних робіт до реконструкції відділення;  
 $S_2$  – собівартість одиниці виконуваних робіт після реконструкції.

$$S_2 = \frac{З_{заг.} - C_{осн.ф.}}{T_2} = \frac{122419 - 12753}{1957} = 56,04 \text{ грн./люд.год.} \quad (7.34)$$

$$П_{соб.} = \left( \frac{79,2}{56,04} - 1 \right) = 41,3\%$$

Таблиця 7.5 – Кошторис витрат

№ пп	Назва статей витрат	Умовні позначення	Сума в гривнях
1.	Витрати на основні фонди	$C_{осн.ф.}$	12753
2.	Загальний фонд заробітної плати	$\Phi_{р.р.}$	74764
3.	Загальні матеріальні витрати	$З_m$	4680
4.	Загально цехові і накладні витрати	$C_{заг.ц} + C_{інш.н}$	30222
	Разом	$З_{заг}$	122419

Визначаємо річну економію від зниження собівартості виконуваних робіт в зоні чи у відділенні майстерні:

$$E_{рiч} = (S_1 - S_2) \cdot T_2 = (90,34 - 56,04) \cdot 1957 = 67125 \text{ грн.} \quad (7.35)$$

Визначаємо річний економічний ефект:

$$E_{р.еф.} = E_{рiч} - E_n \cdot K, \quad (7.36)$$

де:  $E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень.

Приймаємо для розрахунку  $E_n = 0,15$  ;



$K$  – капітальні вкладення в реконструкцію зони чи відділення. Для розрахунку приймаємо капітальні вкладення в придбання основних фондів і їх реконструкцію, тобто  $K = C_{осн.ф.}$

$$E_{p.эф.} = 67125 - 0,15 \cdot 12753 = 65212 \text{ грн.}$$

Визначаємо строк окупності капітальних вкладень:

$$T = \frac{K}{E_{p.эф.}} = \frac{12753}{65212} = 0,2 \text{ року} \quad (7.37)$$

## 7.6 Техніко – економічні показники

Таблиця 7.6 – Техніко-економічні показники

№ п/п	Показники	Згідно проекту	Дані базового підприємства.
1.	Трудомісткість робіт виробничого підрозділу	1957	2153
2.	Число виробничих робітників підрозділу	1	1
3.	Загальна площа зони чи відділення м <sup>2</sup>	54	54
4.	Загальна сума капітальних вкладень в гривнях	12753	
5.	Загальний фонд заробітної плати підрозділу	74764	
6.	Середньомісячна заробітна плата робітників	898	824
7.	Рівень зростання продуктивності праці	10,2	
8.	Рівень зростання середньомісячної заробітної плати	7,1	
9.			
10.	Співвідношення між зростанням продуктивності праці і зарплати	1,41	
11.			
12.	Собівартість виконуваних робіт	18,6	23,34
13.	Рівень зниження собівартості робіт	14,7	
14.	Загальна сума витрат на реконструкцію	122419	
15.	Річна економія від зниження собівартості	65125	
	Річний економічний ефект	65212	
	Строк окупності капітальних вкладень	0,2	

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1 Техніка безпеки при виконанні технічного процесу у відділенні та санітарно гігієнічні вимоги

При ремонті автомобілів, монтажі та експлуатації обладнання на автотранспортних підприємствах широко використовується ручна праця. При її використанні існує значна небезпека травмування робітників.

Під час виконання робіт на дільниці виникають фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, зокрема, це рухомі машини, механізми, незахищені рухомі частини (елементи) виробничого обладнання, засоби для переміщення заготовки деталі, матеріали, а також хімічні небезпечні фактори, які спричиняють небезпеку травмування робітника.

Щоб уникнути або зменшити випадки виникнення травмування, спричинених цими факторами, необхідно дотримуватись основних правил технічної безпеки.

На дільниці основною є техніка безпеки при виконанні розбирально-складальних, мийно-очисних робіт і використання спеціального устаткування, пристроїв та інструментів.

При виконанні розбирально-складальних робіт потрібно дотримуватись основних вимог техніки безпеки, які заключаються в наступному.

- дільниця складання-розбирання повинна мати міцні неспалимі стіни;
- підлога повинна бути рівною, гладкою, але не слизькою;
- не можна допускати на дільниці великої кількості агрегатів і деталей, забороняється загроможувати проходи;
- агрегати і деталі, які мають масу більше 10 кг необхідно знімати, транспортувати і встановлювати за допомогою підйомно-транспортних засобів;
- розбирати агрегати, які мають пружини, дозволяється тільки на спеціальних стендах або за допомогою пристосувань;
- при випресуванні деталей, які мають нерухому посадку, на пресах останні

оснастити захисними решітками;

– для забезпечення електробезпеки кожне виробниче приміщення повинно бути огорожене шиною заземлення, розміщеною на 0.5 м від підлоги. Всі корпуси електродвигуна також металеві частини! обладнання замулені або заземлені:

– переносний електроінструмент можна використовувати при умові його справності при напрузі не більше 36 В.

В процесі мийно-очисних робіт потрібно дотримуватись таких умов безпеки.

Мити автомобілі, агрегати необхідно в спеціально відведених майданчиках. Двигуни та агрегати перед миттям звільняють від мастила, пального, гальмівної та охолоджувальної рідин. Миття агрегатів та деталей двигунів то працюють на етилованому бензині, потрібно здійснювати тільки після попередньої нейтралізації відкладень тетраетил свинцю гасом або іншими нейтралізуючими речовинами з подальшим обов'язковим промиванням гарячою водою.

Під час промивання агрегатів необхідно дотримуватись таких вимог:

– при механічному митті місце мийника повинно розташовуватися у водонепроникній кабіні;

– пост відкритого шлангового миття потрібно розміщувати в зоні, яка ізолювана від відкритих струмоведучих провідників та устаткування, що знаходиться під напругою;

– трапи, апарелі та підлоги на постах миття повинні бути шорсткою (рефлексною) поверхнею.

В процесі виконання мийно-очисних робіт з використанням лужних розчинів, кислот мийні машини та різні установки для виконання цих робіт пошиті бути обладнані місцевою вентиляцією. Крім місцевих вентиляційних підсосів на ділянці повинно бути замулення і заземлення.

Для захисту органів дихання шкіри, слизистих оболонок очей під час виготовлення розчинів і при їх використанні слід використовувати індивідуальні засоби захисту: окуляри, рукавиці, респіратор. Розпочинаючи роботу, мийник повинен нанести на шкіру захисну пасту. Забороняється: застосовувати для миття двигунів і агрегатів бензин та легкозаймісті матеріали; мити та знежирювати

деталі без загальної припливо-втяжної та місцевої вентиляції у місцях мийки двигунів, агрегатів, мийних ванн.

Правила безпеки при використанні спеціального устаткування пристроїв та інструментів. Пересувне та переносне устаткування повинно мати захвати для його переміщення. Конструкція підставок (козелків) повинна забезпечувати надійність і стійкість при їх застосуванні, а також запобігти сковзанню транспортних засобів, які вставлені на них. На кожній підганці (козелку) повинно бути вказано граничне допустиме навантаження. Ручні інструменти не повинні мати пошкоджень на робочих поверхнях - відколів, вибоїн; на бокових гранях у місцях затискання їх рукою - задирок та гострих ребер; на дерев'яних поверхнях ручок інструментів - сучків, задирок, тріщин; поверхня повинна бути гладкою. Дерев'яні ручки інструментів повинні мати бандажні кільця. Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок та головок болтів і не мати тріщин та забоїн.

Забороняється користуватися пристроями та інструментами без щоденної перевірки їх перед роботою майстром або механіком; використовувати несправні інструменти або використовувати їх не за призначенням. При проектуванні підприємств направлених на забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних вимог експлуатації діляниць керуються документами, які офіційно регламентують ці умови.

## **8.2 Техніка безпеки при виконанні розбирально-складальних робіт**

При розбирально-складальних роботах забороняється користуватися несправними пристосуваннями (знімачами) і інструментами.

Гайкові ключі повинні відповідати розміру гайок і головок болтів і не мати тріщин, забоїн, задирок. Застосовувати гайкові ключі для відкручування (закручування) гайок і головок болтів допускається тільки в тих випадках, коли неможливе застосування торцевих і накидних ключів. Для відкручування і закручування гайок і болтів забороняється користуватися зубилом, молотком, підкладати між гайковим ключем і гайкою (головкою болта) металеві пластини і т.п., подовжувати ключ іншим ключем або трубою.

При розбиранні і складанні нарізних з'єднань гайковими ключами робочий рух руки повинен бути “до себе”, а не навпаки. Відкручувати і закручувати гвинти необхідно викрутками, ширина леза яких дорівнює діаметру головки гвинта.

При використанні електро-пневмоінструментів кабель або шланги по можливості підвішуються. Заміну інструментів (насадок) виконувати тільки при відключеному кабелі (шланзі) від електромереж і (повітропроводу).

Повітропровід не повинен перехрещуватися з електрокабелями або розташовуватися ближче від них ніж на 0,5 м.

Включати вентиль подачі стисненого повітря можна тільки тоді, коли інструмент у робочому положенні. Не допускається перегинання під час роботи пневмоінструмента. Просочування повітря не через шланг і загальну магістраль не допускається.

Тиск повітря в ресивері не повинен бути вищим встановленого технічними вимогами.

Працювати з електроінструментом дозволяється в гумових рукавицях, стоячи на гумовому килиму. При продувці деталей, складальних одиниць стисненим повітрям потрібно бути в захисних окулярах, повітряний струмінь потрібно направляти від себе.

Роботи, які супроводжуються виділенням пилу при зачистці зварних швів, припасуванні деталей і т.ін., електро- або пневмошліфуванням, слід виконувати у спецодязі, рукавицях, окулярах і респіраторі.

Перед використанням пристроїв (знімачів) необхідно перевірити їх на відсутність тріщин, сколів, зам'ятості різі тощо.

При виявленні цих дефектів користуватися ними забороняється.

При розбиранні і складанні нерухомих спряжень з використанням знімача необхідно, щоб гвинт знаходився на одній осі з віссю деталі, яка спресовується (напресовується), а захвати (лапки) надійно охоплювати деталь. Деформація гвинта, захватів і інших деталей знімача не допускається.

При розпресуванні і запресуванні деталей на пресі необхідно, щоб вісь деталі і надставки співпадали з штоком преса. Забороняється підтримувати руками оправки і підкладки.

Стакани підшипників, фланці і інші подібні деталі з нарізними отворами необхідно знімати тільки з допомогою пристосувань або технологічних (демонтажних) болтів.

Забороняється застосовувати молотки, зубила, клини і т.п.

Знімати і встановлювати пружини необхідно спеціальними знімачами з запобіжними пристроями (кожух) або технологічними гвинтами, що дозволяють плавно послабити або стиснути пружину.

### **8.3 Основні вимоги пожежної безпеки**

Основним завданням запобігання пожеж та вибухів є усунення причин, що сприяють утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища в виробничому приміщенні. В приміщеннях ремонтних підприємств горючі і легкозаймісті (спалахуючі) речовини можуть з'явитися із-за підтікання пального і мастила в ремонтованих машинах, при митті і знежиренні деталей.

Можливими джерелами запалювань можуть бути іскріння в місцях пошкодження ізоляції електропроводки, розбризкування крапель розплавленого металу при проведенні зварювальних робіт, перегріві струмопроводів і т. п.

Перелічені приклади можливих причин виникнення пожеж визначають характер заходів протипожежної профілактики в виробничих приміщеннях ремонтних підприємств яких необхідно дотримуватись:

- забезпечення справності електропроводки;
- захист щитками розподільчих і пускозапобіжних пристроїв;
- встановлення іскрозахисних щитів біля місць встановлення і роботи зварювальних і наплавлювальних установок і пальників;
- збір в спеціальні ємності залишків пального і мастильних матеріалів при розбиранні ремонтованих автомобілів;

- зберігання пожежо- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів на спеціально обладнаних складах в герметично закритій тарі;
- використання спеціальних контейнерів для промасленого ганчір'я;
- дотримання вимог пожежної безпеки при виконанні газозварювальних робіт та нагріванні деталей відкритим полум'ям.

На території ремонтної зони повинен бути резервуар з запасом води і мережа оснащених пожежними рукавами гідрантів. В приміщеннях і на будівлях повинна встановлюватись засоби пожежегасіння у відповідності до діючих пожежних правил. У найбільш пожежо-небезпечних зонах повинна бути змонтована пожежна сигналізація.

#### 8.4 Розрахунок штучного освітлення

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та для освітлення приміщень в темний час доби. Від того, наскільки кваліфіковано воно спроектоване залежить безпека праці та самопочуття працівників, продуктивність їхньої праці та якість виробів.

Розраховуємо систему загального рівномірного освітлення люмінесцентними лампами для виробничого приміщення, в якому виконуються зорові роботи розряду III В.

Для розрахунку потрібні вихідні дані, такі як: довжина приміщення (а) – 7м, ширина приміщення (b) – 4 м, висота приміщення (Н) – 2,3м. Приміщення має світлу побілку. Коефіцієнт відбивання стелі ( $\rho_{\text{стелі}}$ ) – 70%, Коефіцієнт відбивання стін ( $\rho_{\text{стін}}$ ) – 50%. Висота робочої поверхні стола ( $h_p$ ) – 0,7м.

Мінімальна освітленість такого приміщення становить  $E=300\text{лм}$ . Світильники кріпляться до стелі на висоті 3м над підлогою. Відповідно відстань від світильників до стелі буде становити  $h_0=3\text{м}$ .

Це не суперечить вимогам СНиП-II-4-79, відповідно до яких  $h_{0\text{min}}=2,6\text{-}4\text{м}$

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею згідно [5] С 144. формула 8.2.1.

$$h=h_0-h_p, \quad (8.1)$$

$h=3-0,7=2,3$  (м) Показник приміщення  $[i]$  становить, згідно формули:

$$i = \frac{a \cdot b}{h(a+b)} \quad (8.2)$$

$$i = \frac{7 \cdot 4}{2,3 \cdot (7+4)} = 0,81$$

При  $i=0,81$ ,  $\rho_{\text{стелі}}=70\%$ ,  $\rho_{\text{стін}}=50\%$  для світильників ЛП001 коефіцієнт використання  $\eta = 0,51$ , згідно [5]. С 144. табл. 3,26.

Визначаємо необхідну кількість світильників для забезпечення необхідної освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ-40, а світловий потік однієї такої лампи становить згідно [6] С 144. табл. 3.27:  $\Phi_{\text{л}}=3200$ лм.

Кількість світильників визначаємо:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{2\Phi_{\text{л}} \cdot \eta} \quad (8.3)$$

де:  $E$  – мінімальна освітленість даного приміщення

$S$  – площа приміщення,  $\text{м}^2$

$K_3$  – коефіцієнт запасу, згідно [5] С 144 табл. 3.24 становить 1,5

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення,  $Z=1,1$  для люмінесцентних ламп

$$N = \frac{300 \cdot 28 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 3200 \cdot 0,51} = 3,9 \quad \text{шт.}$$

Приймаємо 4 світильники, розміщення яких показано на рисунку 8.2



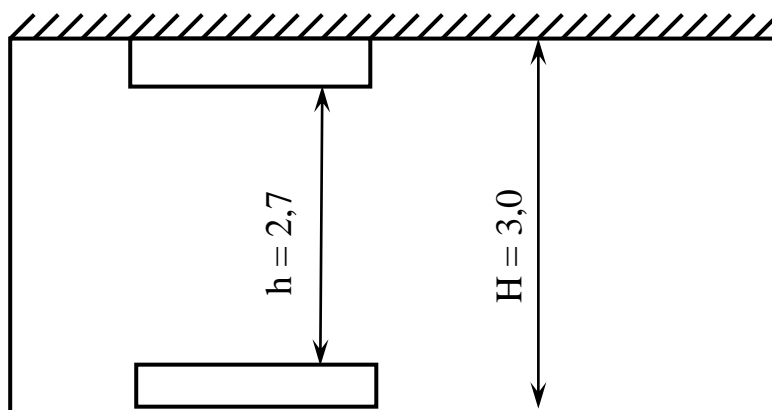


Рисунок 8.1 - Схема розташування світильників

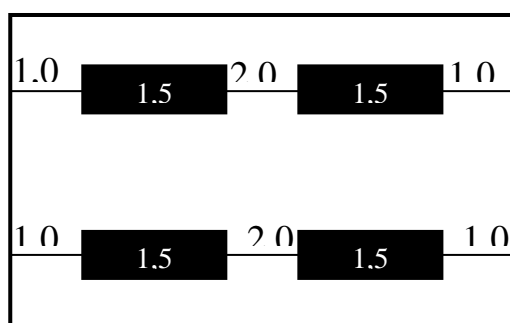


Рисунок 8.2 - Схема розташування світильників

Визначаємо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених в приміщенні:

$$\sum P_{CB} = P_L \cdot N \cdot n \quad (5.4)$$

де  $P_L$  – потужність однієї лампи, згідно [5] С 144. табл.3.27 приймаємо 40Вт

$$\sum P_{CB} = 40 \cdot 8 \cdot 2 = 640 \text{ (Вт)}$$

## 9 ЕКОЛОГІЯ

Автомобільний, залізничний, морський, річковий, авіаційний, трубопровідний та інші види транспорту постійно впливають на стан навколишнього середовища, забруднюючи повітря, воду, ґрунти, ліси.

На транспорт припадає до 70 % хімічного й 90 % шумового забруднення (особливо в містах). На автомобільний транспорт припадає 94 % викидів оксиду вуглецю, 44 % оксиду азоту. Майже на 60 % забруднення атмосфери у великих містах залежить від роботи пересувних транспортних засобів.

На 15 тис. км пробігу автомобіль споживає в середньому 4 350 кг кисню, водночас викидаючи 3 250 кг вуглекислого газу, 530 кг оксиду вуглецю, 93 кг отруйних вуглеводнів, 27 кг оксиду азоту.

У процесі експлуатації одного автомобіля витрачається 10 кг гумових матеріалів, а спрацювання шляхів із твердим покриттям становить 1 мм, що на відстані 1 000 км спричинює викид 100 т пилу.

Цей пил містить майже 200 елементів забруднюючих речовин, у тому числі канцерогенний бензопірен, свинець, хлор тощо.

У великих містах недостатній контроль за забрудненням атмосферного повітря автотранспортними засобами спричинює гострі хронічні отруєння людей та активізацію деяких хвороб, зокрема, алергії, злоякісних пухлин, лейкозів, анемії, серцево-судинних захворювань, «сухого нежитю» тощо.

Негативні наслідки викликає фотохімічний смог, який містить багато отруйних речовин.

Забруднення атмосфери транспортними й іншими технічними засобами негативно позначається на стані тваринного та рослинного світу. Тварини втрачають у вазі, у них порушуються обмін речовин і процеси росту.

Під впливом забруднення атмосфери погіршується біохімічна активність лісу та ґрунтів, знижується врожайність сільськогосподарських культур.

Природоохоронні заходи. Відповідно до чинного законодавства підприємства й організації, що здійснюють проектування, виробництво, експлуатацію й обслуговування автомобілів, літаків, суден та інших транспортних

засобів, виробництво й постачання палива, зобов'язані виконувати комплекс заходів щодо зменшення токсичності та знищення шкідливих речовин, дотримуватися режиму експлуатації транспортних засобів і встановлювати рівні фізичного впливу забруднювачів на навколишнє середовище.

Виробництво й експлуатація транспортних та інших пересувних засобів, у викидах яких вміст шкідливих речовин перевищує існуючі нормативи, не дозволяється. Керівники транспортних підприємств і власники автомобілів несуть відповідальність за додержання нормативів гранично допустимих викидів і скидів забруднюючих речовин і гранично допустимих рівнів фізичного впливу на навколишнє середовище, чинних для відповідних видів транспорту.

Для зменшення викидів шкідливих речовин на автотранспорті важливе значення мають:

- оптимізація перевезень, удосконалення системи транспортних потоків за допомогою планувально-архітектурних та інших рішень;
- поліпшення експлуатації транспортних засобів і встановлення контролю за вмістом шкідливих речовин у вихлопних газах;
- економія паливно-мастильних матеріалів;
- організація виробництва та використання для перевезення вантажів і пасажирів у містах екологічно чистого виду транспорту – електромобілів;
- розробка, дослідно-промислове опрацювання та впровадження методу спалювання водню в автомобільних двигунах;
- підвищення відповідальності інженерно-технічних працівників автопідприємств за додержання норм і нормативів у галузі охорони навколишнього середовища й раціонального використання природних ресурсів.

Екологодеструктивний вплив. Споживання продукції транспортної галузі є доволі широким. Майже всі галузі народного господарства України за сучасних умов не можуть обійтися без транспорту. Тому великою проблемою цієї галузі є саме екологодеструктивний вплив третього рівня, хоча в даному випадку досить важко відокремити екологодеструктивні впливи трьох рівнів, бо вони взаємопов'язані.

Таблиця 9.1 - Приклади екологодеструктивного впливу транспорту

I рівень	II рівень	III рівень
Погіршення стану земельних ділянок, водних та аеробасейнів, наданих у користування, їх заболочення, забруднення промисловими та іншими відходами, неочищеними стічними водами, нафтопродуктами	Забруднення повітря, води, ґрунтів, лісів викидами оксидів вуглецю, азоту, свинцю, фотохімічним смогом, внаслідок чого погіршується біохімічна активність лісу і ґрунтів, знижується врожайність сільськогосподарських культур	Забруднення водних, земельних ресурсів, атмосфери внаслідок використання послуг транспортної галузі (споживачі: машинобудування, металургія, сільське господарство, харчова промисловість)

Автомобільний транспорт як джерело забруднення навколишнього природного середовища:

Позитивні й негативні аспекти функціонування автомобіля протягом багатьох років формували вимоги до його конструкції. Ці вимоги змінювалися в часі під впливом різних чинників. Так, наприклад, у 50-ті роки минулого століття основні вимоги стосувалися підвищення комфорту. Це був час автомобілів великих габаритних розмірів з могутніми швидкохідними карбюраторними двигунами, з широким використанням автоматичних трансмісій і електричних сервоприводів.

Протягом 60-х років основну увагу почали приділяти безпеці пасажирів. Автомобілі розвивалися у напрямі підвищення безпеки їх конструкції під час фронтального зіткнення.

Наприкінці 60-х та на початку 70-х років основним пріоритетом стало зменшення викидів CO. CH<sub>4</sub>. NO<sub>x</sub> та сажі з відпрацьованими газами двигуна. Це пов'язане з запровадженням у багатьох країнах світу обмежень на викиди токсичних речовин з відпрацьованими газами.

Наприкінці 70-х–на початку 80-х років пріоритет змістився в бік підвищення паливної економічності. Це, своєю чергою, пов'язане зі світовими нафтовими кризами.

З середини 80-х років і до середини 90-х зміну пріоритетів диктувало загострення конкурентної боротьби між виробниками. Спочатку на перший план вийшли вимоги покращення швидкісних властивостей, а потім – підвищення комфортабельності й пасивної безпеки конструкції за рахунок впровадження електронного управління силовими агрегатами й трансмісією, кондиціонерів, нових методів розрахунку і проектування.

Наприкінці 90-х років на перший план вийшли вимоги підвищення безпеки за рахунок використання антиблокувальних систем нового покоління, суміщених із засобами запобігання зіткнення, бортовими навігаційними системами, іншими інтелектуальними технологіями на базі розвитку автомобільної мікроелектроніки й інформатики. З'явилася технічна можливість зменшити безпечну відстань між рухомими транспортними засобами, інформувати водіїв про можливі перешкоди на маршруті, оптимізувати режими руху відповідно до ситуації, яка складається на дорозі.

З початком нинішнього століття на перший план вийшли вимоги мінімізації споживання викопних вуглеводневих палив за забезпечення високої транспортної ефективності, необхідного рівня безпеки виконання транспортних послуг, транспортного комфорту, шкідливості дії на навколишнє середовище.

Автотранспорт – один із чинників забруднення повітря. Викиди газів на вулицях можуть погано вплинути на загальний стан здоров'я суспільства. Ба більше: дорожній рух – це джерело викидів тонко-дисперсних та дуже тонко-дисперсних часток у містах. Чимало наукових досліджень свідчать, що ці частки суттєво впливають на здоров'я людей.

Транспортна мережа в Україні доволі густа, кількість та активність автотранспорту в містах великі, й шкоду докільню він завдає дуже відчутну. Основні причини цього – застарілі конструкції двигунів, використовуване паливо (бензин, а не газ чи інші, менш токсичні речовини) та погана організація руху, особливо в містах, на перехрестях. У відпрацьованих газах, що їх викидають наші

автомобілі, виявлено близько 280 різних шкідливих речовин, серед яких особливу небезпеку становлять канцерогенні бенз(а)пірени, оксиди азоту, свинець, ртуть, альдегіди, оксиди вуглецю й сірки, сажа, вуглеводні.

На сьогодні викиди забруднювальних речовин автомобільним транспортом у середньому за рік становлять близько 5,5 млн т, це біля 39 % усього обсягу шкідливих викидів в Україні.

Лєвова частка забруднєнь припадає на великі міста. У деяких з них відсоток забруднення повітря вихлопними газами часом досягає 70 ^ 90 % загального рівня забруднєнь.

Однією з серйозних проблем є те, що більш як 20 % автотранспортних засобів експлуатується в Україні з перевищенням встановлених нормативів умісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Підприємства технічного обслуговування автомобілів: автозаправні станції (АЗС), станції технічного обслуговування (СТО), пункти огляду автомобілів тощо, які знаходяться в придорожній смузі, – суттєво забруднюють навколишнє середовище нафтопродуктами (бензином, дизельним паливом, трансмісійними й моторними мастилами), консистентними змащувальними оливами, промивальними рідинами.

Обсяг відпрацьованих мастил, що часто викидають під час їх заміни, залежно від типу автомобіля і його технічного стану може становити 13^33 % від витрати свіжих мастил.

Під час зовнішнього миття автомобілів частинки різних нафтопродуктів, що знаходяться на поверхнях деталей, вузлів і агрегатів, змиті водою, потрапляють у ґрунт і водойми. За відсутності спеціально обладнаних мийних установок з очищенням власниками автомобілів зазвичай миють свої авто стихійно, біля придорожніх водойм чи просто на узбіччях.

При цьому вода після миття потрапляє у поверхневі водойми або у ґрунтові потоки взагалі без жодного очищення, суттєво шкодячи навколишньому середовищу. Тому в багатьох країнах Європи стихійне миття автомобілів (поза спеціально обладнаними майданчиками) заборонено законодавчо.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

При написанні магістерської роботи в загально-технічному розділі подана характеристика автомобіля МАЗ-5551 та двигуна ЯМЗ-236Н.

Описано принцип дії та умови роботи приладів системи живлення дизельних автомобільних двигунів, характеристика системи живлення двигуна ЯМЗ-236Н та конструкційні особливості і принцип роботи вузла, що підлягає ремонту.

В технологічному розділі описано організацію робіт на дільниці і схема технологічного процесу, технічні умови на дефектування деталей вузла, найменування та способи виявлення дефекту, вибрано раціональні способи усунення дефектів, технології усунення дефектів та технологічний процес ТО, ремонту, складання і регулювання паливного насосу високого тиску двигуна ЯМЗ-236Н.

В конструкторському розділі здійснено аналіз існуючих конструкцій стендів для діагностики ПНВТ, призначення і сфера застосування пропонованого стенду, аналіз аналогів проєктованого стенду. Подано будову і роботу стенду для діагностики форсунок, описано конструкцію та принципи роботи пристосування.

Розглянуто спеціальний розділ. В науково-дослідному здійснено відповідні дослідження та опис результатів.

В проєктному розділі здійснено розрахунки дільниці з вибором обладнання. В сьомому розділі обґрунтовано економічну ефективність роботи.

В восьмому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Також розглянуто питання екології.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Справочник конструктора машиностроителя: В 3-х т./ Анурьев В.И. - М.: Машиностроение 1979.
2. Устройство обслуживание и ремонт топливной аппаратуры автомобилей. / Бурлеев Ю.В. и др. - М.: Высшая школа, 1989. 252 с.
3. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / Грибков В.М., Карпекин П.А. - М.: Россельхозиздат, 1984. 223 с.
4. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" / Под общей редакцией А.С. Орлина, М.Г. Круглова.- 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение 1985. - 456 с.
5. Техническая эксплуатация автомобиля. / Крамаренко Г. В. М.: Транспорт, 1983. 488 с.
6. Топливная аппаратура автотракторных двигателей. / Кругов В.И. Горбаневский В.Е., Кислов В.Г. М.: Машиностроение, 1985. - 207 с.
7. Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчёта. / Осепчугов В. В. М.: Машиностроение, 1989. 304 с.
8. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. / Садов А. И. Москва; Транспорт - 1985. 351 с.
9. Справочник слесаря по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. / Третьяков А.М., Петров А.Д. - М.: Высшая школа, 1980.
10. Устройство для диагностирования технического состояния топливной аппаратуры дизельных двигателей./ Сапожников В.П., Корнев В.А., Столков Ю.И., Завалко А.Г., Попов В.П. Информационный листок. ЦНТИ / Усть-Каменогорск, 1981.
11. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник / Упор. В.Я. Чабанний.- Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
12. Ремонт автомобилей / Дюмин И.Е., Трегуб Г.Г. Под ред. И.Е. Дюмина.-2-е изд.стер. - М.: Транспорт, 1998. – 280 с.



13. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. сред. проф. учеб. Заведений / В.И.Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 2-е изд.стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 496 с.
14. Основи технології виробництва і ремонту автомобілів: Навчальний посібник. / Божидарнік В.В., Гусєв А.П. – Луцьк: Надстир'я, 2007. – 320 с.
15. Ремонт автомобилей: учебное пособие / В.П.Иванов, В.К.Ярошевич, А.С.Савич. – Минск: Высш.шк., 2009. – 383 с.
16. Ремонт автомобилей: Учебник для автотрансп. Техникумов / Румянцев С.И. Боднев А.Г., Бойко Н.Г. и др.; Под ред. С.И. Румянцева.–2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 327 с.: ил., табл.
17. Техническое обслуживание и ремонт автобусов. / Семенов Н. В. - М.: Транспорт, 1987-256 с.
18. Проектування виробничих діляниць АРП / Кибинов В.В. – М: Транспорт, . 1975
19. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / Жидецький В.Ц. та ін..– Львів: Афіша,2000р.-352с
20. Основи економіки праці / Богиня Д.П., Грішнова О.А., - Київ, Знання прес, 2000р.
21. Автомобили \ Под. ред. А.В.Богатирьова – М: Колосс, 2004-496с.
22. Интернет-ресурси.