

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: *Проект ділянки ремонтного цеху для ремонту і ТО передньої підвіски автомобіля УАЗ-453 з дослідженням підшипників ковзання на знос.*

Виконав: студент VI курсу, групи МАм-61

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Антонишин С.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гупка А.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

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

«16» вересня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Антонишину Степану Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для ремонту і ТО передньої підвіски автомобіля УАЗ-453 з дослідженням підшипників ковзання на знос.

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Гупка Андрій Богданович к.т.н., старший викладач

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

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

2. Термін подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Креслення деталі. Перелік несправностей.

Дані для 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)

Передня підвіска автомобіля УАЗ – 2А1; Технологічна карта ремонту передньої підвіски – А1; Установка для миття автомобіля знизу – А1; Підйомник підкатний – А1; Приспосіблення для стискання пружини – А2; Приспосіблення для зняття пальців рульових тяг – А2; Індикаторне пристосування для регулювання підшипників ступиці – А1; Стенд для діагностування кутів уснановки коліс – А1; Експериментальні показники – А1; Дільниця для ремонту передньої підвіски автомобіля УАЗ – А1;

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 16.09.2019 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (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 ситуація</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)

*Антонишин С.В.*

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

*Гупка А.Б.*

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для ремонту і ТО передньої підвіски автомобіля УАЗ-453 з дослідженням підшипників ковзання на знос.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник магістерської роботи к.т.н., доцент Гупка Андрій Богданович.

Пояснювальна записка складається з дев'яти розділів і 102 сторінки формату А4 та 10 аркушів формату А1 графічної частини 7 сторінок додатків.

Ключові слова: сферична опора, ричав, розвал сходження, ступиця, рульова трапеція.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	8
1.1 Визначення потужності двигуна.....	8
1.2 Визначення потужності двигуна при максимальній швидкості руху.....	9
1.3 Побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна.....	10
1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	14
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	16
2.1 Види ремонтних робіт, здійснюваних в зоні поточного ремонту.....	16
2.2 Підбір устаткування для виконання робіт по поточному ремонту автомобіля УАЗ-453М.....	16
2.3 Розробка технологічної карти поточного ремонту передньої підвіски автомобіля УАЗ-453М.....	17
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	27
3.1 Аналіз конструкції підйомника.....	27
3.2 Призначення, будова та принцип дії.....	27
3.3 Розрахунок кінематичної схеми.....	28
3.4 Розрахунок елементів підйомника.....	29
3.5 Технічне обслуговування.....	33
<b>4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	34
4.1 Основні задачі САПР в технологічній підготовці організації обслуговування і ремонту.....	34
4.2 AutoCAD – пакет баз даних, утиліт і додатків для створення 2-х і 3-х мірних об’єктів.....	35
4.3 Пакет MathCAD в інженерних розрахунках.....	37
<b>5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	41
5.1 Теоретичні основи методу випробування на знос по схемі перехрещувальних циліндрів.....	41
5.2 Початковий контакт в точці.....	41
5.3 Початковий контакт по площадці.....	48

<b>6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ .....</b>	<b>54</b>
6.1 Визначення основних виробничих параметрів дільниці технічного обслуговування і ремонту.....	54
6.2 Розрахунок перспективних обсягів ремонтних та обслуговувальних робіт.....	54
6.3 Визначення потрібної кількості ремонтних робітників для дільниці технічного обслуговування.....	58
6.4 Розрахунок такту та фронту робіт.....	62
6.5 Розрахунок площ для розміщення автомобілів під час проведення ремонту та технічного обслуговування.....	64
<b>7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>	<b>66</b>
7.1 Організаційно-економічні вимоги до системи забезпечення технічної експлуатації автомобілів.....	66
7.2 Вимоги до системи використання автомобіля.....	68
7.3 Організаційно-економічні вимоги до продукції автосервісу.....	69
7.4 Розрахунок економічної ефективності пристрою.....	70
<b>8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>74</b>
8.1 Вимоги безпеки праці під час виконання ремонтних робіт .....	71
8.2 Підбір та розрахунок потреби первинних засобів пожежегасіння.....	76
8.3 Нормування та методи захисту від радіаційних випромінювань.....	84
<b>9 ЕКОЛОГІЯ.....</b>	<b>94</b>
9.1 Загальні відомості.....	94
9.2 Шляхи покращення екологічного стану господарств при експлуатації об'єкту дослідження.....	94
9.3 Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище.....	95
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....</b>	<b>100</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>102</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

Для вдосконалення ремонту автомобілів необхідне впровадження на авторемонтних підприємствах індустріальних методів ремонту, що забезпечують поліпшення якості і зниження собівартості ремонту автомобілів і агрегатів. Рішення цієї задачі має важливе народногосподарське значення, оскільки підвищення надійності і збільшення пробігу автомобілів після ремонту рівнозначно додатковому випуску автомобілів.

При концентрації і спеціалізації авторемонтного виробництва представляється можливим наблизити організацію ремонту до рівня автомобілебудування з впровадженням комплексної механізації і часткової автоматизації виробничих процесів.

Для цього необхідне різноманітне технологічне устаткування. У багатьох випадках можливе використання типового устаткування, вироблюваного промисловістю. Разом з тим для механізації і автоматизації виробничих процесів необхідна значна кількість спеціального устаткування. Це устаткування, як правило, відрізняється від типових конструкцій і тому відноситься до нестандартизованого устаткування.

На відміну від автомобілебудування в авторемонтному виробництві більшою мірою використовується нестандартизоване устаткування, що виготовляється засобами самих авторемонтних підприємств. Таке устаткування часто проектується на підприємствах де необхідно механізувати виробничі процеси.

Тому неминучою є поява в авторемонтному виробництві все більшої кількості нового нестандартизованого устаткування, необхідного для організації капітального ремонту автомобілів і їх агрегатів.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Визначення потужності двигуна

Потужність двигуна, необхідна для рівномірного руху повністю завантаженого автотранспортного засобу, визначається з умови його руху з максимальною швидкістю на рівній горизонтальній ділянці асфальтобетонного шосе. При цьому потужність опору коченню,  $N_k$ , кВт, визначається по формулі

$$N_k = \frac{G_a f_v v_{\max}}{1000}, \quad (1.1)$$

де  $G_a$  – повна вага автотранспортного засобу (за наявності причепа, враховується повна вага причепа), Н;

$v_{\max}$  – максимальна швидкість, відповідна технічній характеристиці автотранспортного засобу, м/с;

$f_x$  – коефіцієнт опору коченню, відповідний максимальній швидкості, визначається по емпіричній залежності:

$$f_v = f_0 \left( 1 + \frac{v_{\max}^2}{1500} \right), \quad (1.2)$$

де  $f_0$  – коефіцієнт опору коченню, відповідний невеликим швидкостям руху (встановлюється завданням).

При швидкості менше 15...16 м/с значення коефіцієнта опору коченню  $f_x$  набуває постійним, рівним  $f_0$ .

По формулах (1.2) і (1.1) визначаємо відповідні значення

$$N_k = 19,43 \text{ кВт}$$

$$f_x = 0,034.$$



Потужність опору повітря,  $N_e$ , кВт, визначається по формулі

$$N_e = \frac{K_e \cdot F \cdot v_{\max}^3}{1000} = \frac{W \cdot v_{\max}^3}{1000}, \quad (1.3)$$

де  $K_e$  – коефіцієнт обтічності,  $\text{H} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$  (приймається по прототипу);

$F$  – площа лобового опору,  $\text{м}^2$ , приблизно може бути знайдена по формулі:

– для вантажних автомобілів:

$$F = B_k \cdot H_a; \quad (1.4)$$

– для легкових автомобілів:

$$F = 0,78 \cdot B_a \cdot H_a$$

де  $B_k$  – колія автомобіля, м;

$B_a$  – габаритна ширина автомобіля, м;

$H_a$  – габаритна висота автомобіля, м.

Звідси

$$F = 2,08 \text{ м}^2$$

$$N_e = 26,73 \text{ кВт.}$$

## 1.2 Визначення потужності двигуна при максимальній швидкості руху

Потужність двигуна при максимальній швидкості руху,  $N_v$ , кВт, визначається за формулою:

$$N_v = (N_k + N_e) \frac{1}{\eta_{mp}}, \quad (1.5)$$

де  $\eta_{mp}$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії; значення ККД, для автомобілів різних типів знаходиться в межах 0,8... 0,92.

Приймаємо  $\eta_{mp} = 0,85$ .

Тоді

$$N_v = 54,3 \text{ кВт.}$$

Кутова швидкість колінчастого валу  $\omega_v$  при максимальній швидкості автомобіля  $v_{max}$  відрізняється від кутової швидкості  $\omega_N$  при максимальній потужності двигуна  $N_{max}$ . Величина їх відношення вибирається залежно від призначення автомобіля і типу двигуна.

Для вантажних автомобілів з карбюраторними двигунами величина відношення  $\omega_v/\omega_N$  приймається:

- для легкових автомобілів 1,15... 1,25;
- для вантажних автомобілів 1,10... 1,15.

Для автотранспортних засобів з дизельними двигунами величина відношення  $\omega_v/\omega_N$  приймається рівною 0,95...1,00.

Максимальна потужність двигуна,  $N_{max}$ , кВт, визначається по емпіричній залежності:

$$N_{\max} = \frac{N_v}{a \frac{\omega_v}{\omega_N} + b \left( \frac{\omega_v}{\omega_N} \right)^2 - c \left( \frac{\omega_v}{\omega_N} \right)^3}, \quad (1.6)$$

де  $a, b, c$  – коефіцієнти, залежні від типу двигуна і конструкції камери згорання.

Для нашого випадку приймаємо  $a = 1,0; b = 1,0; c = 1,0$ .

Тоді

$$N_{\max} = \frac{51,8}{1 \cdot 1,185 + 1 \cdot (1,185)^2 - 1 \cdot (1,185)^3} = 58,7 \text{ кВт.}$$

### 1.3 Побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна

Для побудови зовнішньої швидкісної характеристики двигуна складаємо шкалу поточних кутових швидкостей ще колінчастого валу двигуна (табл. 1.1)

шляхом приблизно рівномірного розбиття на 8 інтервалів від  $\omega_{min}$  до  $\omega_{max}$ .

У отриману шкалу  $\omega_v$  вводимо на свої місця чотири характерні крапки:

$\omega_{min}$  – мінімальна кутова швидкість колінчастого валу на неодруженому ході знаходиться в межах 50... 80 рад/с. Для нашого випадку приймаємо  $\omega_{min} = 80$  рад/с.

$\omega_M$  – швидкість обертання колінчастого валу при максимальному моменті  $M_{max}$ , що крутить (приймається з табл.1.1).

$\omega_N$  – швидкість обертання колінчастого валу при максимальній потужності (приймається з табл.1.1).

$\omega_{max} = \omega_v$  – максимальна кутова швидкість колінчастого валу вибирається із співвідношення  $\omega_v/\omega_N = 1,185$

Виходячи з вищевикладеного:

$$\omega_v = \omega_{ma} = \omega_N \cdot 1,15,$$

$$\omega_v = 540 \cdot 1,185 = 640 \text{ рад/с.}$$

Тоді поточні значення потужності двигуна,  $N_e$ , кВт, при різних значеннях поточних кутових швидкостей,  $\omega_v$  будуть рівні

$$N_e = N_{max} \cdot \left[ a \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right]. \quad (1.7)$$

$$N_{1(80)} = 58,7 \cdot \left[ 1,0 \frac{80}{540} + 1,0 \left( \frac{80}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{80}{540} \right)^3 \right] = 9,8 \text{ кВт};$$

$$N_{2(150)} = 58,7 \cdot \left[ 1,0 \frac{150}{540} + 1,0 \left( \frac{150}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{150}{540} \right)^3 \right] = 19,57 \text{ кВт};$$

$$N_{3(220)} = 58,7 \cdot \left[ 1,0 \frac{220}{540} + 1,0 \left( \frac{220}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{220}{540} \right)^3 \right] = 29,90 \text{ кВт};$$

$$N_{4(300)} = 58,7 \cdot \left[ 1,0 \frac{300}{540} + 1,0 \left( \frac{300}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{300}{540} \right)^3 \right] = 40,60 \text{ кВт};$$

$$N_{5(420)} = 58,7 \cdot \left[ 1,0 \frac{420}{540} + 1,0 \left( \frac{420}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{420}{540} \right)^3 \right] = 53,66 \text{ кВт};$$

$$N_{6(540)} = 58,7 \cdot \left[ 1,0 \frac{540}{540} + 1,0 \left( \frac{540}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{540}{540} \right)^3 \right] = 58,7 \text{ кВт};$$

$$N_{7(590)} = 58,7 \cdot \left[ 1,0 \frac{590}{540} + 1,0 \left( \frac{590}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{590}{540} \right)^3 \right] = 57,85 \text{ кВт};$$

$$N_{8(640)} = 58,7 \cdot \left[ 1,0 \frac{640}{540} + 1,0 \left( \frac{640}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{640}{540} \right)^3 \right] = 54,85 \text{ кВт};$$

Значення моменту, що крутить,  $M_e$ , Н·м, визначається по залежності

$$M_e = 1000 \frac{N_e}{\omega_e}, \quad (1.8)$$

$$M_1 = 1000 \frac{9,8}{80} = 122,5 \text{ Нм};$$

$$M_2 = 1000 \frac{19,57}{150} = 130,4 \text{ Нм};$$

$$M_3 = 1000 \frac{29,57}{220} = 135,9 \text{ Нм};$$

$$M_4 = 1000 \frac{40,6}{300} = 135,3 \text{ Нм};$$

$$M_5 = 1000 \frac{53,66}{420} = 127,3 \text{ Нм};$$

$$M_6 = 1000 \frac{58,7}{540} = 108,7 \text{ Нм};$$

$$M_7 = 1000 \frac{57,85}{590} = 98,0 \text{ Нм};$$

$$M_8 = 1000 \frac{54,85}{640} = 85,7 \text{ Нм}.$$

Обчислення значень  $M_e$ , для набутих значень  $\omega_b$ , заноситься в таблицю 1.1.

Емпіричний коефіцієнт  $H_o$ , значення якого залежить від прийнятих проміжних поточних величин частоти обертання колінчастого валу двигуна і співвідношення  $\omega_e / \omega_N$ , визначається по формулі

$$K_a = \left[ a \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right]. \quad (1.9)$$

$$K_1 = \left[ 1,0 \frac{80}{540} + 1,0 \left( \frac{80}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{80}{540} \right)^3 \right] = 0,16;$$

$$K_2 = \left[ 1,0 \frac{150}{540} + 1,0 \left( \frac{150}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{150}{540} \right)^3 \right] = 0,33;$$

$$K_3 = \left[ 1,0 \frac{220}{540} + 1,0 \left( \frac{220}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{220}{540} \right)^3 \right] = 0,50;$$

$$K_4 = \left[ 1,0 \frac{300}{540} + 1,0 \left( \frac{300}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{300}{540} \right)^3 \right] = 0,69;$$

$$K_5 = \left[ 1,0 \frac{420}{540} + 1,0 \left( \frac{420}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{420}{540} \right)^3 \right] = 0,90;$$

$$K_6 = \left[ 1,0 \frac{540}{540} + 1,0 \left( \frac{540}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{540}{540} \right)^3 \right] = 1,0;$$

$$K_7 = \left[ 1,0 \frac{590}{540} + 1,0 \left( \frac{590}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{590}{540} \right)^3 \right] = 0,98;$$

$$K_8 = \left[ 1,0 \frac{640}{540} + 1,0 \left( \frac{640}{540} \right)^2 - 1,0 \left( \frac{640}{540} \right)^3 \right] = 0,93.$$

Набутих значень  $H_o$  заноситься в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Параметри зовнішньої швидкісної характеристики двигуна автомобіля УАЗ-453М

Характерні точки	$\omega_{min}$	$\omega_{e1}$	$\omega_{e2}$	$\omega_M$	$\omega_{e3}$	$\omega_N$	$\omega_{e4}$	$\omega_v$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\omega_e/\omega_N$	0,148	0,277	0,407	0,555	0,777	1,0	1,092	1,185
$\omega_e$ , рад/с	80	150	220	300	420	540	590	640
$N_e$ , кВт	9,80	19,57	29,90	40,60	53,66	58,7	57,85	54,85
$M_e$ , Н·м	122,5	130,4	135,9	135,3	127,3	108,7	98,0	85,7
$K_a$	0,16	0,33	0,50	0,69	0,90	1,0	0,98	0,93

#### 1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Поставлено наступні завдання, які слід вирішити в процесі виконання магістерської роботи:

в технологічному розділі вибрати метод і послідовність технічного обслуговування, розробити технологічні процес ремонту; розробити технічну документацію на проведення технічного обслуговування.

в конструкторському розділі розробити конструкцію електрогідравлічного підкатного підйомника. Розроблена конструкція пристрою повинна забезпечувати наступні вимоги: дозволяти монтаж і демонтаж заправних пристроїв; створювати необхідні зусилля затиску; бути простим у виготовленні і експлуатації; при виготовленні використовувати стандартні вузли транспортних засобів;

провести дослідження підшипників ковзання на знос;

спроектувати дільницю ремонтного цеху для ремонту і ТО передньої підвіски автомобіля УАЗ-453; розробити обґрунтування економічної ефективності роботи; описати засоби охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології; зробити загальні висновки щодо магістерської роботи; розробити комплект технологічної документації за ГОСТ 3.1404-86; виконати графічну частину роботи.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Різновиди робіт, які виконуються в зоні ремонту

Автомобілі, що поступають в зону ремонту:

- після детальної діагностики для виконання часозатратних ремонтних робіт, які рекомендується поєднувати з ТО-2;
- після виконання ТО-1 і ТО-2, де була знайдена потреба виконання даного ремонту.

Перед тим, як їхати на ремонт, автомобілі прибирають та миють, включаючи глибоке прибирання. За відсутності вільних місць, машини їдуть в зону очікування.

Проведення обсягу робіт з поточного ремонту виконується без водія.

Проведення робіт з ремонту здійснюється на універсальних та спеціальних постах: глухих універсальних постах заміни вузлів та деталей вузлів та систем автомобілів; спеціалізовані запчастини для двигунів та автомобілів

Постійні ремонтні роботи проводяться агрегатно-вузловим методом, при якому несправні вузли та агрегати замінюються на хороші, взяті з оборотних коштів. Агрегати, вузли та деталі з центральних та проміжних складів, виробничих майданчиків для постів ремонту та від постів поточного ремонту до складів та секцій здійснюється електричним навантажувачем та візком Б-124.

### 2.2 Підбір устаткування для виконання робіт по поточному ремонту автомобіля УАЗ-453

Для заміни автомобільних агрегатів УАЗ-453 М використовується набір обладнання, який включає:

- канавний підйомник, модель 4132;
- естакада гідравлічна;
- візок сукупний;



- візок для олив, модель 4288.

Відведення вихлопних газів забезпечує підвісною відсмоктуванням моделі 9404, в склад, якої входить вентиляційна коробка, в якій пересувається каретка з витяжками.

Також на майданчику є балка підвісного крана для переміщення важких вузлів та механізації ремонтних робіт самого технологічного обладнання.

### 2.3 Розроблення ТП ремонту передньої підвіски автомобіля УАЗ-453 М

При розробці ТП приймається конструкція деталі, розробляється план роботи, визначається періодичність операцій і переходів, встановлюються стандарти часу, вибирається устаткування та приспособлення, підготовлюється технічні документи.

Таблиця 2.1 – Технологічна карта поточного ремонту передньої підвіски автомобіля УАЗ-453 М

№ Опер.	Назва операцій і переходів	Спеціал. і розряд робіт.	Устаткування і інструмент	Технічні умови і примітки
005	Встановити автомобіль на пост	Водій 3 кл		Важіль КП залишити у включеному положенні
010	Підкласти опори під задні колеса	Слюсар 2 р	4 опори	
015	Зняти передній міст	Слюсар 4 р	Підйомник гідравлічний П-113	
	Підняти передній міст			
	Встановити підставки під опори майданчика	--	2 підвіски 02-45	

	основи кузова			
	Зняти диски коліс	Слюсар 2 р, 4 р.	Ключ спеціальний для дисків, ключ гайковий викрутка	
	Демонтувати гайки супотрта лівого і правого колеса	Слюсар 2 р, 4 р.	Гайкокрут 318М	
	Встановити під ліве і праве колесо візок, піднявши зняти колеса	Слюсар 2 р, 4 р.	Візок для зняття і установки колеса, 1115М	
	Забрати з візка ліве і праве колесо	Слюсар 2 р, 4 р.		Після зняття колеса встановити на стелах
	Зняти шланги від кронштейнів гальмівних камер	Слюсар 2 р, 4 р.	Два ключі гайкових викрутка	
	Демонтувати болти кріплення ресор	Слюсар 2 р, 4 р.	Головка змінна, комірчик	
	Відкрутити гайку пальця рульової тяги	Слюсар 2 р	Ключ гайковий, плоскогубці	
	Відєднати прикрутити рульову тягу від лівого поворотного кулака	Слюсар 2 р, 4 р.	Знімач рульових кулаків ПМ-96	
	Підвести піднімач із зачепленням під балку переднього моста,	Слюсар 2 р, 4 р.	Захоплення для зняття і установки	Робота виконується тільки двома

	зафіксувати на ньому міст		переднього моста, підйомник П-113	робочими
	Прибрати підставку коліс	--	Захоплення для зняття і установки переднього моста, підйомник П-113	Робота виконується тільки двома робочими
	Провернути передній міст на підйомнику на 90°С і забрати міст з піднімача з під автомобіля	--	--	
	Звільнити підйомник від знятого мосту	--	Піднімач, балковий кран	
020	Демонтування цапфи переднього мосту			
	Відкрутити гайки кріплення кульових пальців наконечників рульової тяги і зняти рульову тягу	Слюса р 2р.	Ключ гайковий, плоскогубці	
	Відкрутити болти кріплення кульової опори поворотної цапфи до кожуха піввісь	Слюсар 2р.	Ключ кільце, гайковий	
	Зняти упори-обмежувачі повороту коліс і поворотні цапфи в	Слюсар 2р., 4 р.		

	зборі			
	Відкрутити гайки з шпильок кріплення важеля на лівому корпусі поворотної цапфи	Слюсар 2р., 4 р.		
	Зняти важіль з розрідженими втулками (у верхню накладку)	Слюсар 2р., 4 р.		
	Відкрутити болти кріплення нижньої накладки	Слюсар 2р., 4 р.		
	Демонтувати нижню накладку шворні з комплектом регулювальних прокладок	Слюсар 2р., 4 р.		
	Відкрутити болти кріплення резинової кульової опори	Слюсар 2р.	Гайковий ключ	
	Зняти обойми, ущільнювальне кільце і гумову манжету з пружиною в зборі	Слюсар 2р., 4 р.		
	Випресувати шкворні і знімаємо корпус поворотної цапфи з шарніром в зборі	Слюсар 4 р.	Установка для випресовки шворнів	Зусилля на шкворні створюється гідроциліндром, рівне 1600Н
025	Ремонт кулькових підпор і шворнів			

	Поверхневий огляд шворні на наявність царапин, тріщин, осьового зносу	Слюса р 4 р.	Лупа	За наявності поломок – бракувати
	При виявленні клиноподібного зносу отвору шворні розточити до ремонтного розміру	--	Розточка, верстат, лупа, штангенциркуль	Допустимий для ремонту розмір менше 10,18 мм
	При наявності зносу отвору під шворінь зробити протягування під ремонтні розміри	Слюса р 4 р.	Штангенциркуль	Бракувати коли товщина стінки отвору у середній частині при висоті бобишки менше 9 мм
	Зборка цапфи переднього моста	Слюсар 4 р.		
030	Зборка цапфи переднього моста	Слюсар 4 р.		
	Змастити шворні трансмісійним маслом, заточне кільце ущільнення кульової опори в шарнір закласти мастило Літол-24	Слюсар 2р.		
	Запресувати шворінь	Слюсар 4 р.	Установка для випресовки шворнів	
	Надіти обойми повстяне кільце і	Слюсар 2р, 4 р.		

	гумову манжету з пружиною в зборі			
	Загорнути болти кріплення резиновоїлочного ущільнення кульової опори	Слюсар 2 р.	Гайковий ключ	
	Надіти нижню накладку шворні з комплектом регулювальних прокладок і загорнути болти кріплення	Слюсар 4 р.		
	Надягти важіль з подвійними втулками			
	Закрутити гайки на шпильки фіксування важеля на лівому корпусі поворотної цапфи і надягти обмежувальні упори	Слюсар 2 р	Плоскогубці, гайковий ключ	Болти кріплення накладок шворнів затягуються з моментом 36.44 Нм
	Закрутити болти кріплення опори-кульової	Слюсар 2р.		
	Вставити рульову тягу і закрутити гайки кріплення наконечників	Слюсар 2 р., 4 р.		
035	Встановлення переднього моста			
	Встановити передній міст на захоплювачі підйомника		Підйомник П-113	
	Перемістити по піднімачу передній	Слюса р 2 р.,	Підйомник П-113	

	міст під автомобіль	4 р.		
	Установити під передні коса підставки	--	Дві підставки, підйомник П-113	
	Пересунути із під автомобіля звільнений піднімач	--		
	На балку переднього моста установити ресори та реактивну тягу, закрутити болти в кріплення ресор	Слюсар 2 р., 4 р.	Змінна головка	
	Застопорити гайки		Плоскогубці	
	Прикрутити до лівого поворотного кулака поздовжню рульову тягу	Слюсар 2 р.	Ключ гайковий кільце і викрутка	
	Зашплінтовати гайку	Слюсар 2 р., 4 р.	Плоскогубці	
	Під'єднати шланги до кронштейна гальмівних камер	Слюсар 2 р., 4 р.	Два ключі гайкових викрутка	
040	Корегування тормозних механізмів			
	Провірити щупом в зазор між накладною тормозних колодкою і гальмівних дисків	Слюсар 4 р.	Набір щупів	Зазор виміряють щупом через отвір в гальмівному барабані. Зазор повинен бути 0,4 мм

	Поворотом черв'яка регулювання тормозного кулака встановити необхідну величину зазору	--	Ключ гайковий викрутка	
	Повторити операції 1,2 для іншої сторони авто	--		
045	Зафіксувати передні колеса, підвісити передній міст на піднімачу, забрати підставки, за допомогою візка і гайкокрута	Слюсар 2 р., 4 р.	Підйомник П-113, сталь 1115 М, гайкокрут П-318 М, головка стінна	
050	Зафіксувати на колеса диски	Слюсар 2 р.	Ключ для дис.ків, підйомник П-113	
055	Спустивши передні колеса, демонтувати опори задніх коліс			
060	Змащувальні роботи			
	Олива кульовий шарніри поперечної гальмівної тяги	Слюсар 2 р.		Використовуємо мастило пресолібол С або ВУС-1
	Олива регулятора тормозного супорта	--		
	Промашуємо втулки розтискуючих кулачків тормозних			



	колодок			
	Промашуємо втулки поворотних кулачків			
065	Проведення розвалу сходження коліс			
	Зафіксувати лініку для заміру розходження коліс у передню частину	Слюсар 4 р.	Телескопічна лінійка для перевірки сходження коліс 2182	Лінійка устанавлюється в обода
	Перегнати автомобіль вперед на поворотну підлогу	Водій Слюсар 2 р., 4 р.	--	Сходження коліс повинне бути 2-5 мм. Регулювання продуктивності поворотом гальмівної тяги
	Провести роботу по встановленню сходження коліс	Водій, слюсар 2 р.		
070	Перемістити автомобіль із стенду	Водій		
	Промашуємо втулки розтискуєчих кулачків тормозних колодок	--		
	Промашуємо втулки поворотних кулаків	--		
1075	Встановлення ровалу сходження коліс		Ключ трубний	
	Зафіксувати лініку для	Слюса	Телескопічна	Лінійка

	заміру розходження коліс у передню частину	р 4 р.	лінійка для перевірки сходження коліс 2182	встановлюється між обода
	Перегнути автомобіль вперед на поворотну підлогу	Водій Слюсар 2 р., 4 р.	--	Сходження коліс повинне бути 2-5 мм. Регулювання продуктивності поворотом рульової тяги
	Встановити сходження коліс	Водій, слюсар 2 р., 4 р.	Ключ трубний	
050	Звільнити пост від автомобіля	Водій		

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Призначення, будова та принцип дії

Призначення. Електрогідравлічний підйомник призначений для підйому під час обслуговування та ремонту автомобілів та вантажних автомобілів до висоти 1800 мм. Закріпивши робочий орган на візку, підйомник можна використовувати окремо або разом зі стійкою.

Будова та принцип роботи ліфта. Ліфт приводиться в рух мотором. Головна частина підйомника зроблена з рами 1 (рис. 3.1), до неї прикріплено елементи основної частини. Опора 2 має ролики 3, які рухаються вздовж направляючих, прикріплених до опорних стійок 4. Між стійками знаходиться гідравлічний циліндр 5, котрий з'єднаний з опорою двома ланцюгами. Один кінець кожного ланцюга кріпиться до опори, а другий до візки. Гідравлічний циліндр закінчується поперечним валиком. Ланцюги пропускаються через ці валики. Рідина приводиться в дію внутрішнім гідравлічним поршнем, який піднімає опору 2.

Переміщення піднімача в зону технічного нагляду чи ремонту виконується ручну, за кронштейн.

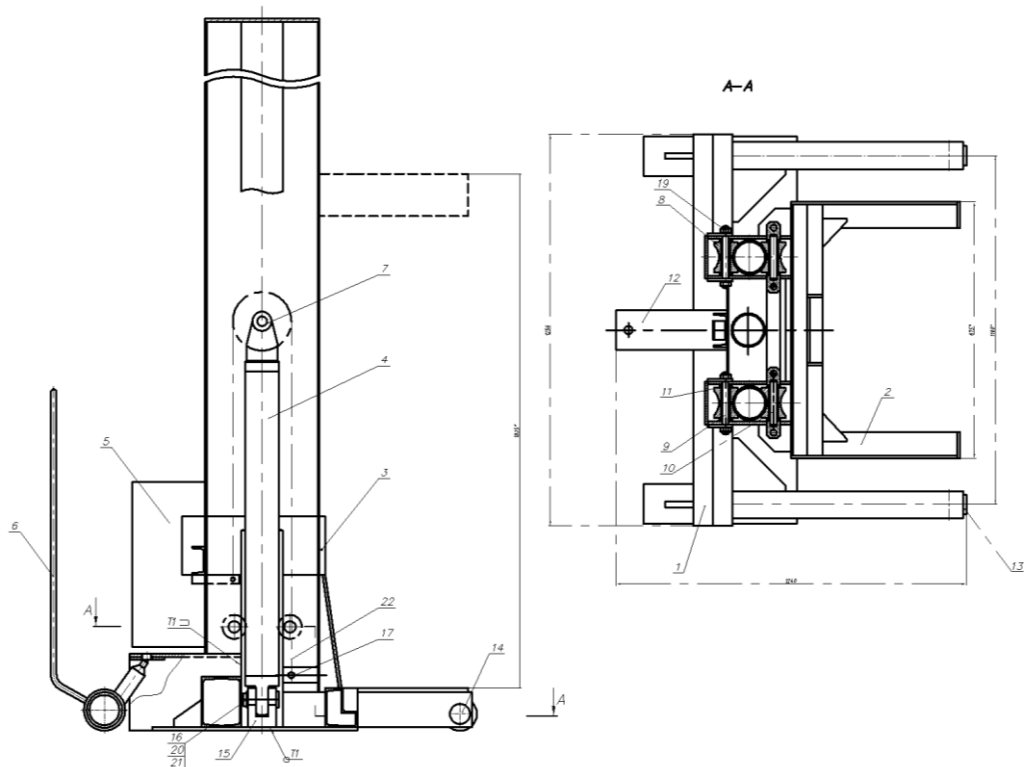


Рисунок 3.1 – Схема електрогідравлічного підкатного підйомника.

Основа візка - це рама, виготовлена з рухомого матеріалу, до якої кріпляться чотири колеса, одна пара яких може обертатися на 3600 навколо своєї осі за допомогою поворотного механізму. Візок маневрується і переміщується спеціальною ручкою 6, яка кріпиться до поворотного механізму. У верхній площині візки дві стійки 7 жорстко прикріплені до рами і приварені таким чином, що вони утворюють прямокутний профіль. Стійки несуть основне навантаження, яке передається від підбирача.

Для фіксації рівня підйому підхоплення у верхній та нижній точках підйомника є автоматичні вимикачі, які працюють на максимальній та мінімальній висотах розміщення вагона.

### 3.3 Розрахунок кінематичних схем

Сили, що створюють дію на підйомник під час зміни руху:

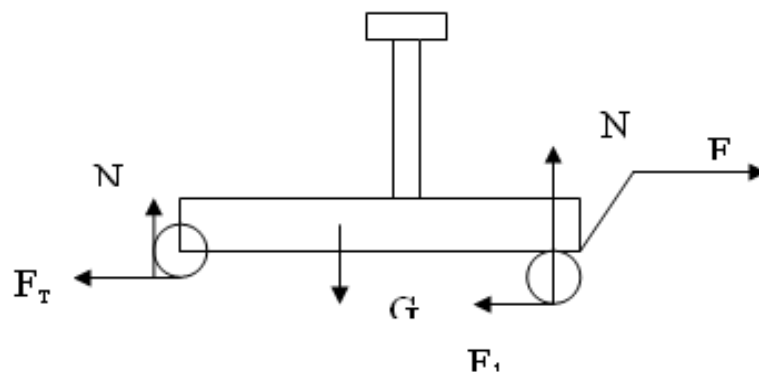


Рисунок 3.2 – Напрямок сил, котрі здійснюють роботу на навантажений підйомник:

$F$  – сила прикладання для зміщення підйомника;

$N$  - реакція опори;

$G$  – вага підйомника;

$F_t$  – сила тертя кочення.

Сили, застосовані для перетягування ліфта, які у свою чергу протилежні силі тертя  $F_T$ , яка визначається співвідношенням:

$$F_T = \mu N . \quad (3.1)$$

$$F_T = 0,015 \cdot 6033 = 90,5H$$

$$N = G \cdot q = 615 \cdot 0,81 = 6033H$$

$$F = -4 \cdot 90,5 = -365H \approx 36\text{кг}F_T$$

де  $\mu$  - коефіцієнт тертя кочення. Для пари  $\mu = 0,015$

$$F_T = 0,015 \cdot 6033 = 90,5H$$

$$N = G \cdot q = 615 \cdot 0,81 = 6033H$$

У цьому підйомнику використовується чотири колеса, відповідно до цього:

$$F = -4F_T . \quad (3,2)$$

$$F = -4 \cdot 90,5 = -365H \approx 36\text{кг}$$

Для того, щоб перетягнути даний підйомник по рівному бетонному покриттю необхідно прикласти силу 36 кг.

### 3.4 Розрахунок елементів підйомника

Визначення розмірів гідро двигуна. Розрахункові дані гідравлічного підйомника:

- номінальна вантажопідйомність, Н;
- висота, мм;
- час, с.

Вантажопідйомність гідравлічного підйомника  $F\delta$  з запасом вантажопідйомності:

$$F_{\phi} = F \cdot k_n, \quad (3.3)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт перевантаження,  $k_n=1,2$ ;

$$F_{\phi} = 2.0 \cdot 10^3 \cdot 1.9 = 32 \text{ кН} .$$

Піднімальну швидкість  $v$  розраховуємо по формулі

$$v = \frac{H}{t}, \quad (3.4)$$

$H$  – відстань від початку до закінчення підняття, м;

$t$  – час підняття, с.

$$v = \frac{1.825}{65} = 0,028 \text{ м/с} .$$

Розрахунок діаметру гідравлічного циліндра по формулі:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\phi}}{\pi \cdot p \cdot 10^6}}, \text{ мм}, \quad (3.5)$$

$p$  – початковий тиск, котрий створюється насосом шестеренчастого типу, Па;  
( $p = 10 \text{ МПа}$  ).

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 24 \cdot 10^3}{2,344 \cdot 10 \cdot 10^6}} = 45,2 \text{ мм} .$$

Вибираємо поршень діаметром  $D = 56 \text{ мм}$  .

Вибір насоса. Подача насоса визначимо із залежності:

$$Q_H = \frac{V_{\max} \cdot \eta_{он}}{t}, \quad (3.6)$$

де  $V_{\max}$  – максимальний об'єм робочого гідравлічного циліндра  $\text{м}^3$ ;

$\eta_{он}$  – об'ємний коефіцієнт корисної дії насоса; приймаємо  $\eta_{он} = 0,9$ .

Найбільший працюючий об'єм гідравлічного циліндра розраховуємо по формолі:

$$V_{\max} = A_n \cdot H, \quad (3.7)$$

де  $A_n$  – об'єм поршнів,  $\text{м}^2$ .

$$A_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (3.8)$$

$$A_n = \frac{2,643 \cdot 0,056^2}{4} = 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2;$$

$$V_{\max} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot 1,355 = 3,38 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$Q_H = \frac{4,67 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 0,9}{65} = 1,76 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Потужність, яку витрачає у привід гідравлічного циліндра

$$N_H = \frac{Q_H \cdot p \cdot 10^6}{\eta_{вн}}, \quad (3.9)$$

$\eta_{вн}$  – ККД, який враховує внутрішню втрату у гідравлічного циліндра;

$\eta_{вн} = 0,88$ .

$$N_H = \frac{1,94 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot 10^6}{0,88} = 2,04 \text{ кВт}.$$

Вибираємо електродвигун моделі АИР100S4 потужність  $N_e=3,0$  кВт з частотою обертання  $n_N=1500$  об/хв. .

Потрібний об'єм подавання мастила за один оберт ведучого вала гідравлічного насосу:

$$q = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot Q_H}{n_N}, \quad (3.10)$$

$$q = \frac{4,5 \cdot 10^4 \cdot 1,94 \cdot 10^{-4}}{1500} = 0,124 \text{ дм}^3/\text{об}.$$

Вибираємо насос масляний шестереневого типу моделі УК11 із працюючим режимом  $q=0,01 \text{ дм}^3/\text{хв}$  .

Визначення складальних одиниць гідроциліндрів на міцність. Ось розрахунок основних деталей циліндра на міцність. Під час роботи циліндр піддається напрузі стиску, який повинен забезпечувати нерівність:

$$\sigma_{cm} = \frac{F\phi}{A_{ui}} \leq [\sigma_{cm}], \quad (3.11)$$

$A_{\phi}$  – переріз найменшої товщини штоку, мм<sup>2</sup>;

$[\sigma_{cm}]$  – напруження яке допускається для стискання, МПа; для ст. 45Х

$[\sigma_{cm}]=152$  МПа.

$$A_{ui} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.12)$$

$d$  – діаметр штока, мм;  $d=34$  мм.



$$A_u = \frac{4,2316 \cdot 30^2}{4} = 841,8 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma_{cm} = \frac{66 \cdot 10^3}{706,8} = 93,3 \text{ МПа} < [\sigma_{cm}] = 152 \text{ МПа}.$$

Дане значення вийшло меншим за таке яке допустиме, таким чином умови міцності виконується:  $\sigma_{cm} \leq [\sigma_{cm}]$ .

### 3.5 Технічне обслуговування гідравлічного підйомника

ТО підйомника ділиться на щоденне та щотижнєве.

ТО проводиться спеціалістами які безпосередньо експлуатують підйомник.

Перед початком проведенням ТО потрібно опустити або платформу.

Кожного дня ТО виконують після завершення роботи на піднімачі наступні роботи:

закрутити перепускний клапан;

очистити зовнішні усі металеві поверхні від залишків масла, пилу і бруду.

Кожного тижня після проведення усіх вище вказаних робіт, додатковий перелік робіт:

Намастину направляючі рейки;

Намастити ланцюг.

Після проведення ТО перевіритися у працездатність підйомника.

За певного періоду проводити перевірку манометра згідно вимог до нього.

## 4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Основні задачі САПР в технологічній підготовці організації обслуговування і ремонту

Проблеми автоматизації обслуговування і ремонту доцільно вирішувати в складі інтегрованого виробничого комплексу (ІВК), який охоплює всі стадії виробництва: дослідження, конструювання, технологічну підготовку та організацію обслуговування і ремонту. В зв'язку з цим виникла необхідність розглядати виробничу систему, яку в машинобудуванні називають комп'ютеризованим інтегрованим виробництвом.

В такій системі організація функціонування здійснюється шляхом використання інтегрованої бази даних, яка дозволяє автоматизувати управління інформаційними та матеріальними потоками між різними виробничими підсистемами на різних рівнях виробництва (завод, дільниця ГВС, ГВМ) виконують певні функції: організацію виробництва, розробку технологічних процесів виготовлення деталей та складання, диспетчеризацію та оперативне управління виробництвом.

САПР дозволяє автоматизувати наступні операції: аналіз завдання замовника та розробку технологічного завдання на проектування, розробку технологічного процесу відновлення з урахуванням можливості концентрацій операцій, вибір структури обладнання, який забезпечує заданий коефіцієнт використання.

Основними задачами САПР є:

- а) підвищення якості і техніко-економічного рівня продукції, яка проектується і випускається;
- б) підвищення ефективності об'єктів проектування;
- в) зменшення затрат на створення і проектування, а також експлуатацію об'єктів проектування;
- г) зменшення термінів і трудоемкості проектування;
- д) підвищення якості продукції.

Досягнення вказаних задач з використанням САПР можливо при

наступних умовах:

- а) систематизації та удосконалення процесів проектування на основі використання математичних методів та засобів обчислювальної техніки;
- б) комплексної автоматизації проектованих робіт в проектній організації з необхідною перебудовою її структури і кадрового складу;
- в) підвищення якості управління проектуванням;
- г) використання ефективних математичних моделей;
- д) використання методів багатоваріантного проектування та оптимізації;
- е) автоматизація трудомістких проектних робіт;
- є) заміна реальних випробувань на макетування математичними моделями;
- ж) створення єдиних банків даних, які містять систематизовані дані довідкового характеру;
- з) уніфікація та стандартизація методів проектування.

Не дивлячись на частину задач, які вирішують ЕОМ, використання САПР для розрахунку різноманітних програм на базі типової технології дає на підприємстві значний економічний ефект.

Проведемо розрахунок шпindelного вузла верстату за допомогою мови програмування Deirhi.

## **4.2 AutoCAD – пакет баз даних, утиліт і додатків для створення 2-х і 3-х мірних об'єктів**

Пакет AutoCAD могутній базовий програмний продукт, на основі якого створюється ціле сімейство спеціалізованих програм автоматизованого проектування по різних напрямках. У своєму розвитку AutoCAD перетерпів більш 400 доповнень і змін, зберігши при цьому свій звичний вигляд.

AutoCAD 2002 значно підвищує продуктивність користувачів, надаючи новітні функції, що усувають перешкоди в доступності проектних даних. Крім того на додавачу до того, що AutoCAD 2002 є самостійною програмою, він також виступає могутньою платформою для розробки спеціалізованих вертикальних рішень. У рамках своєї ініціативи Design 2002, Autodesk

випустить кілька інших версій AutoCAD 2002, оптимізованих для картографії, машинобудування, архітектури, цивільного будівництва і землевпорядження протягом декількох наступних місяців. "Випускаючи AutoCAD 2002 ми робимо великий крок уперед, переслідуючи дві важливі цілі: удосконалити самий популярний інструмент САПР і надати платформу для розробки спеціалізованих додатків для ключових галузей,"- сказала Керол Бартц (Carol Bartz), голова правління Autodesk.

Основні властивості програми:

- робота з безліччю документів. Відкриття необмеженої кількості файлів креслень;
- можливість одночасної роботи з декількома кресленнями, копіювання об'єктів і різних властивостей з одного креслення в інше;
- відкриття файлу з вибірковою (частковим) завантаженням шарів і видів креслення для прискорення роботи програми;
- новий інструмент – AutoCAD DesignCenter, дозволяє легко знаходити потрібні дані у файлах, копіювати різні властивості об'єктів, стилі, дані з одного файлу в інший без відкриття вихідного файлу;
- можливість створення необмеженої кількості аркушів (Layout) у просторі листа (Paper Space) для виконання креслень, видів, винесень і т.д. В одному файлі може зберігатися 3D-модель (Model Space) і кілька плоских креслень (Layout1, Layout2,) з різними налаштуваннями для виводу креслень на різні друкувальні пристрої;
- редагування зовнішніх посилань і блоків прямо на місці (In-place Xref and Block Edit), дозволяє редагувати зовнішні посилання і блоки, що знаходяться в зовнішніх файлах без їхнього завантаження;
- нові, більш могутні засоби прив'язки об'єктів, що значно прискорюють роботу й зменшують кількість допоміжних побудов. Ці можливості раніше були доступні тільки за допомогою пакета Genius;
- новий механізм зміни властивостей об'єктів (Object Property Manager), що дозволяє швидко і зручно змінювати будь-які властивості і характеристики об'єктів креслення. Для вибору об'єктів доданий фільтр, що прискорює пошук примітивів за потрібними критеріями;

- нові команди для роботи з 3-D об'єктами, ці команди роблять AutoCAD 2002 могутнім засобом для розробки твердотілих моделей, закладають серйозну базу для Autodesk Mechanical Desktop 4;

- 3D Orbit – могутній засіб візуалізації створюваних тривимірних об'єктів, по можливостях команда аналогічна роботі в пакеті 3D Studio VIZ або MAX;

- користувальницькі системи координат (UCS) можуть мати різну орієнтацію в різних видових екранах, що значно полегшує роботу з тривимірними об'єктами;

- Lineweights – лініям можна задавати необхідну товщину, для тих, хто не хоче відображати товщину ліній у AutoCAD (і працювати як раніш), є можливість її відключення в статусному рядку;

- поліпшено команди простановки розмірів на кресленнях. Команда автоматичного образмеривання раніше була доступна тільки за допомогою пакета Genius, тепер вона входить у ядро AutoCADa;

- Database connectivity – зв'язок графічних об'єктів із зовнішніми базами даних із застосуванням спеціального браузерa;

- для розроблювачів додатків – убудований Visual LISP, Підтримка VBA, ObjectARX.

В даній дипломній роботі пакет AutoCAD 2002 використовувався для оформлення графічної частини, яка представлена на аркушах формату A1. Крім того за допомогою пакету AutoCAD 2002 було створено ряд рисунків ті діаграм, які представлені у розрахунково-пояснювальній записці.

### **4.3 Пакет MathCAD в інженерних розрахунках**

Широка комп'ютеризація стала однією із найактуальніших проблем сучасного суспільного прогресу. Кількість та якість наявних персональних комп'ютерів (ПК) визначає рівень технічної бази для вирішення цієї проблеми. Систематичне наповнення ринку новими програмними продуктами для ПК вимагає відповідного їх висвітлення як у спеціальній літературі, так і літературі, що орієнтована на фахівців певних галузей народного господарства. У цьому пункті увага звернута на можливості застосування багатофункціонального

пакета MathCAD в інженерних розрахунках з напрямку "Інженерна механіка".

Ще в середині 80-х років великої популярності набули інтегровані системи для автоматизації математичних розрахунків класу MathCAD, що розроблені фірмою MathSoft Inc. (США). До сьогоднішнього дня вони залишилися єдиними математичними системами, в яких опис розв'язку математичних задач здійснюється за допомогою звичних математичних символів та формул. Система MathCAD цілком виправдовує аббревіатуру CAD (Computer Aided Design), що говорить про її приналежність до найскладніших та розвинутих систем автоматизованого проектування - САПР.

З часу своєї появи на ринку програмних продуктів системи класу MathCAD мали зручний користувацький інтерфейс - сукупність засобів спілкування із користувачем у вигляді масштабованих вікон, з можливістю їх переміщення по екрану, різноманітних клавішних комбінацій та інших елементів. Пакет володіє ефективними засобами наукової графіки. Системи MathCAD орієнтовані на масового користувача - від учня загальноосвітньої школи до наукових працівників найвищого рангу.

MathCAD - це математично орієнтовані універсальні системи. Поряд із виконанням власне математичних розрахунків вони дозволяють успішно розв'язувати завдання, що з труднощами долаються популярними текстовими редакторами чи електронними таблицями. З їх допомогою можна якісно підготувати тексти статей, дисертацій, дипломних та курсових проєктів. Системи полегшують набір самих складних математичних формул і дають можливість представити результати роботи у вишуканому графічному вигляді.

Головні характеристики пакету умовно можна розбити на групи: інтерфейс для користувача, математичні можливості та засоби для роботи із графічно-текстовою інформацією. При цьому у процесі спілкування з пакетом в інтерактивному режимі користувачу надано можливість:

- довільному місці екрана розміщувати текст, математичні конструкції у загальноприйнятому вигляді, графіки, рисунки, діаграми;
- легко розміщувати графічні об'єкти і її складні математичні конетрукції у вільному місці екрана;
- вільно редагувати текстові масиви, графічні об'єкти і математичні

конструкції, а також документ в цілому;

- проводити одночасне редагування двох і більше документів;
- при потребі вводити команди, що керують роботою пакета, за допомогою комбінацій клавіш чи головного меню;
- виводити весь документ, чи його частину на принтер, плотер, чи копіювати в інший файл;
- змінювати глобальні чи локальні формати результатів проведених розрахунків і графічних об'єктів в текучому документі, а також основні параметри пакета.

З математично-розрахункових можливостей можна виділити:

- виконання розрахунків з точністю до 15 десяткових цифр;
- операції із розмірними величинами та змінними;
- знаходження похідних (звичайних і часткових), інтегралів (звичайних, багатомірних та контурних), а також розв'язок систем рівнянь і нерівностей;
- виконання ранжованих операцій сумування та множення;

В перших версіях пакета MathCAD, при побудові графіків функцій, перерахунок імен функцій проходив в один рядок. Це приводило до зміщення графічного об'єкта від лівої частини екрана вправо. Окрім того, при великій кількості графіків було не ясно яку функціональну залежність описує той, чи інший графік. Ці недоліки в основному усунуті у версії 6.0 і практично повністю усунуті у версії 7.0. Суттєво спрощено процес переміщення графічних об'єктів та зміни їх розмірів.

Останні версії системи MathCAD доповнені новими засобами для підготовки складних документів. В них передбачено виділення окремих формул за допомогою кольору, багатоваріантний виклик одних документів з інших, можливість закриття на "замок" окремих частин документу, гіпертекстові та гіпермедіа-переходи.

У 1997 році на ринок програмних продуктів висунуто найдосконалішу версію системи MathCAD - 7.0, а у 1999 - версію 8.0, пізніше - MathCAD 2000 та MathCAD 2001.

Найновіші версії випущено у двох варіантах:

MathCAD STANDART - спрощена версія, зручна для більшості кори-

стувачів та використання у навчальних цілях;

MathCAD PROFESSIONAL - професійна версія, що орієнтована на математиків, інженерів та наукових працівників, що зацікавлені в автоматизації достатньо складних і трудомістких розрахунків.

Системи MathCAD 7.0 (8.0) та MathCAD 2000 дозволяють готувати високоякісні електронні книжки з гіпертекстовими зв'язками, передбачена можливість об'єднання з іншими потужними математичними та графічними системами для вирішення особливо складних завдань. Звідси і назва таких систем - інтегровані системи. При цьому важливо відмітити, що MathCAD не тільки засіб для розв'язання математичних задач. Це, по суті, потужна математична САПР, що дозволяє готувати на високому рівні наукові та науково-технічні матеріали: документацію, наукові звіти, статті, дисертації, навчально-методичні посібники, курсові та дипломні проекти і т.д.



## 5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1 Теоретичні основи методу випробування на знос по схемі перехрещувальних циліндрів

Відновлювальним називається процес зношування, при якому інтенсивність зношування  $dU_w/dS$  являється величиною постійною, незалежною від шляху тертя  $S$  та параметрів моделі зношування.

Тут розглядається простіша модель відновлювального зношування з одним фактором – тиску,  $\sigma$  та двома параметрами моделі  $K_w, m$ .

$$\frac{dU_w}{dS} = K_w \cdot \sigma^m \quad (5.1)$$

Визначення параметрів моделі зношування являється одною з головних задач експериментальної трибології і до тих пір поки немає достовірних даних про параметрах моделей, до тих пір фактично відсутня можливість описувати кількісні закономірності при зносі, тобто відсутня наукова основа описання процесу зношування.

Викладається теоретична основа для визначення параметрів моделей відновлювального зношування.

### 5.2 Початковий контакт в точці

Розглядається контакт двох перехрещувальних циліндрів, проекції осей котрих перехрещуються під кутом  $90^\circ$ . Контактування здійснюється при наступних умовах (рис. 5.1):

1. радіуса циліндрів  $R_1$  і  $R_2$  в загальному випадку різні  $R_1 \neq R_2$ ;
2. циліндри притискаються між собою постійним навантаженням  $Q$ ;
3. циліндр 1 – обертаючий, без зносу, циліндр 2 – не обертаючий, зі зносом;

4. під час випробувань виникає пляма контакту у вигляді еліпса, розміри якої  $a$  і  $b$  періодично вимірюються; в результаті випробувань стають відомими експериментальні функції  $a(S)$  та  $b(S)$ , де  $S$  - шлях тертя;
5. знос  $U_w(S)$  не обертаючого циліндра здійснюється по моделі відновувального зношування (5.1).

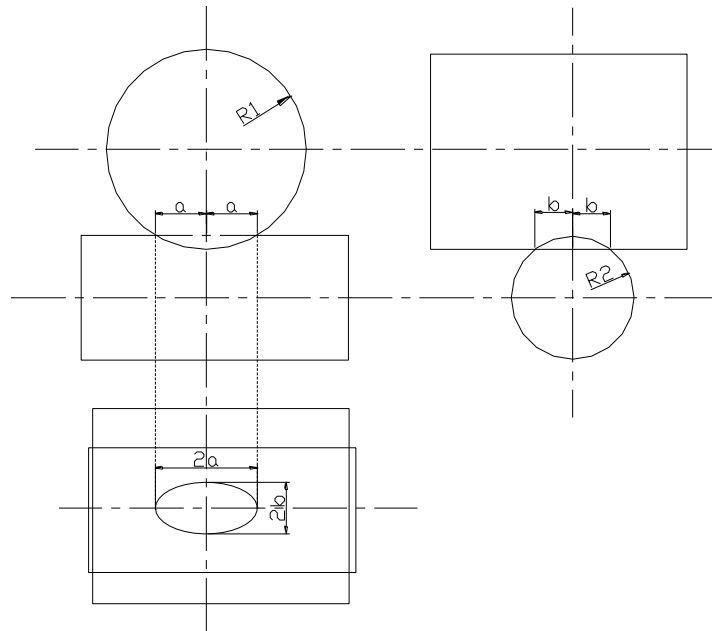


Рисунок 5.1. - Схема взаємодії зі зносом перехрещувальних циліндрів.

Задача ставиться таким чином: коли відомі функції  $a(S)$  і  $b(S)$ , визначити параметри  $K_w$  та  $m$  моделі процесу відновувального зношування.

Розв'язок задачі з врахуванням пружності контактуючих тіл є достатньо складним. В зв'язку з цим виконаємо розв'язок при наступних припущеннях:

1. обидва контактуючих циліндра приймаються жорсткими, тобто недеформуємі; з цього припущення значить, що протягом всього процесу зношування тиски розділені по площадці коливання – рівномірно ; це допущення виконується тим точніше, чим більше знос по зрівнянню з пружними контактними переміщеннями;

2. нехай, тиски являються основним фактором, вирішуючи знос; всі інші фактори такі, як температура, швидкість ковзання, розміри і т.д. не враховуються;

3. припускаємо, що площадка контакту настільки мала, що її можна вважати плоскою.

Геометрія контакту. З перетину окружності циліндра 1 та січення циліндра 2 нормального до осі циліндра 1 відповідає співвідношення.

$$U_{w0} = \frac{a^2}{2 \cdot R_1} \quad (5.2)$$

Аналогічно для другого циліндра

$$U_{w0} = \frac{b^2}{2 \cdot R_2} \quad (5.3)$$

Зрівнюючи ці співвідношення, маємо

$$\frac{a^2}{2 \cdot R_1} = \frac{b^2}{2 \cdot R_2}$$

Звідки отримуємо співвідношення полувісей еліпса площадки контакту

$$\frac{a}{b} = \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^{0.5}; b = a \cdot \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^{0.5} \quad (5.4)$$

Площа площадки або плаща еліпса можливо виразити через одну піввісь та співвідношення радіусів.

$$F = \pi \cdot a \cdot b \quad (5.5)$$

Підставивши (5.4) в (5.5), отримуємо:

$$F = \pi \cdot a^2 \cdot \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^{0.5} = \xi \cdot a^2 \quad (5.6)$$

де

$$\xi = \pi \cdot \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^{0.5} \quad (5.7)$$

При обробці експериментальних даних краще користуватись середнім значенням розміру площадки контакту.

Середнє значення визначимо з умови рівноваги площі еліпса та приведенного круга радіуса  $a_{cp}$

$$F = \pi \cdot a \cdot b = \pi \cdot a_{cp} = \pi \cdot \bar{a} \quad (5.8)$$

звідки

$$\bar{a} = a_{cp} = (a \cdot b)^{0.5} \quad (5.9)$$

Тоді всіма отриманими далі формулами можливо користуватися роблячи заміну розраховуючи  $a_{cp}$  по експериментальним даним по формулі (5.9)

$$\begin{aligned} a &\Rightarrow a_{cp} \\ \xi &\Rightarrow \pi \end{aligned}$$

В умовах рівномірного розподілу тиску по поверхні контакту знос в одних точках площадки контакту відбувається незалежно від зносу в інших точках. Іншими словами має місце одномірний процес. Враховуючи це можливо розглядати знос тільки в одній точці, наприклад, в центрі площадки контакту.

Сумарний знос в даній точці визначається інтегруванням закономірності (5.1)

$$U_{w0}(S) = K_w \int \sigma^m(S) dS \quad (5.10)$$

При нульовій початковій площадці контакту  $a_0 = 0$  максимальний знос виражається через середню отриману площадку контакту  $\bar{a} \cong a$  по залежності (5.2)

$$U_{w0} = \frac{a^2}{2 \cdot R}$$

Контактні тиски з врахуванням рівномірного розподілу визначаються з співвідношення

$$\sigma(S) = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{\pi \cdot a \cdot b} = \frac{Q}{\xi \cdot a^2(S)} \cong \frac{Q}{\pi \cdot \bar{a}^2(S)} \quad (5.11)$$

Підставив (5.2) та (5.11) в (5.10), отримаємо:

$$\frac{a^2(S)}{2R_1} = K_w \cdot \int_0^S \frac{\left(\frac{Q}{\xi}\right)^m}{a^{2m}(S)} dS \quad (5.12)$$

Це основне розв'язує рівняння задачі по визначенню параметрів  $K_w$ ,  $m$  при відомій з експерименту функції  $a(S)$ .

Для взяття інтеграла (5.10) необхідно мати конкретний вид функції.

Виконаємо припускаючи, що експериментальна залежність представлена у вигляді степеневі апроксимації виду яка проходить через нуль  $S=0$ ,  $a=0$ .

$$a(S) = cS^\beta \quad (5.13)$$

Параметри  $c$  і  $\beta$  цієї апроксимації можливо визначити по двом точкам  $(a_1, S_1)$ ;  $(a_2, S_2)$  або точніше методом найменших квадратів

$$\beta = \frac{\lg\left(\frac{a_1}{a_2}\right)}{\lg\left(\frac{S_1}{S_2}\right)}; c = \frac{a_1}{S_1^\beta} \quad (5.14)$$

$$\beta = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}; b_0 = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum xy \sum x}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$y = b_0 + b_1 x \quad (5.15)$$

де

$$y = \lg a; x = \lg S; b_1 = \beta; b_0 = \lg c; c = 10^{b_0}$$

Підставивши степеневу апроксимацію (5.15) в рівняння (5.14), отримуємо:

$$c^2 S^{2\beta} = 2R_1 K_w \int_0^S \frac{\left(\frac{Q}{\xi}\right)^m}{c^{2m} S^{2m\beta}} dS$$

Після інтегрування отримуємо

$$c^2 S^{2\beta} = 2R_1 K_w \left(\frac{Q}{\xi}\right)^m \frac{1}{c^{2m}} \frac{1}{S^{2\beta m - 1} (1 - 1\beta m)}$$

або, після скорочень маємо

$$\frac{c^{2m+2} (1 - 2\beta m)}{2R_1 K_w \left(\frac{Q}{\xi}\right)^m} S^{2\beta+2\beta m - 1} = 1 \quad (5.16)$$

Це одно рівняння з двома невідомими  $K_w$ ,  $m$  можливо розв'язати двома способами: 1. Записав рівняння для двох точок  $S_1$  та  $S_2$  і розв'язав систему двох рівнянь ; 2. Зразу з умови розв'язку рівняння (5.16) при любых значеннях незалежної змінної  $S$ , значить

$$2\beta + 2\beta m - 1 = 0 \quad (5.17)$$

Звідки знаходимо вираз для першого параметра

$$m = \frac{1-2\beta}{2\beta}; \beta = \frac{1}{2(m+1)} \quad (5.18)$$

при  $m=(0...10...100)$ ;  $\beta=(0,5...0,045...0)$ ;

при  $m=1$ ;  $\beta=0.25$ ;

З врахуванням співвідношення (5.19) рівняння (5.18) приводиться до виду

$$\frac{c^{2m+2}\beta}{R_1 K_w \left(\frac{Q}{\xi}\right)^m} = 1 \quad (5.19)$$

З цього рівняння отримаємо вираз для визначення другого параметра

$$K_w = \frac{c^{2m+2}\beta}{R_1 \left(\frac{Q}{\xi}\right)^m} \quad (5.20)$$

Таким чином по результатам дослідів на знос по схемі перехресувальних циліндрів параметри моделі зношування  $K_w$ ,  $m$  визначаються по залежностям (5.18) та (5.20). Відмітимо в початковий момент контактні тиски рівні безмежності. З цього значить, що в початковий момент механізм зношування може відрізнятись від механізму зношування при наступних етапах. Одним з суттєвих обмежень отриманого рішення являється

той факт, що параметр моделі  $m$ , визначається через параметр апроксимації  $\beta$ , повинен бути постійним на всьому інтервалі випробувань від  $0$  до  $S$ .

### 5.3 Початковий контакт по площадці

Апроксимація функції площадки  $a(S)$ . Будемо вважати, що в момент початку випробувань тертям циліндрів контакт виконувався по площадці в формі еліпса з розмірами  $a_0, b_0$  зв'язаними між собою відомими співвідношеннями.

$$b_0 = a_0 \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^{0.5} \quad (5.21)$$

$$a_0(S) \neq 0; b_0(S_0) \neq 0$$

Величина зносу на протязі шляху тертя  $S$  при відомих розмірах площадки контакту  $a, b$  може бути представлена у вигляді:

$$U_w = \frac{a^2 - a_0^2}{2R_1} \quad (5.22)$$

або

$$U_w = \frac{b^2 - b_0^2}{2R_2} \quad (5.23)$$

зрівнюючи ці дві величини отримуємо

$$\frac{a^2 - a_0^2}{b^2 - b_0^2} = \frac{R_1}{R_2} \quad (5.24)$$

Остається також справедлива залежність. Дійсно по (рис 5.2)



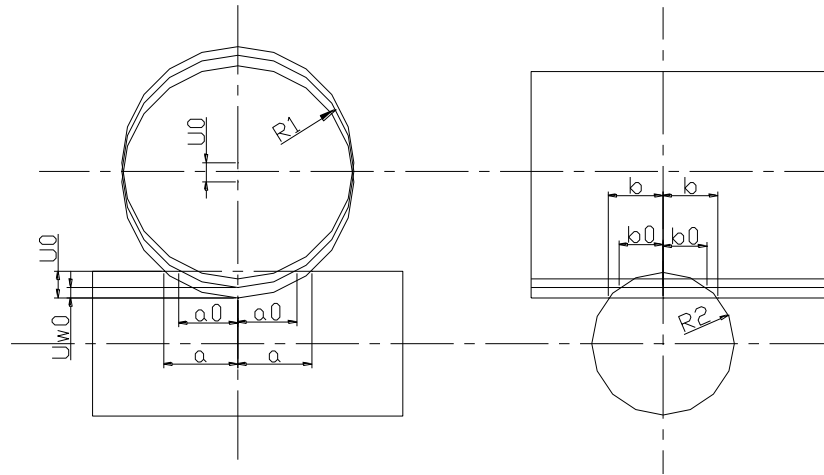


Рисунок 5.2 - Початковий контакт циліндрів.

$$U_0^* = \frac{a^2}{2R_1}; U_0^* = \frac{a^2}{2R_2}$$

отримуємо

$$a = b \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^{0.5} \quad (5.25)$$

Загальне рівняння задачі\_ отримаємо підстановкою (5.2) і (5.10)

$$a^2 - a_0^2 = 2R_1 K_w \int_0^S \frac{\left( \frac{Q}{\xi} \right)^m}{a^{2m}(S)} dS \quad (5.26)$$

Початок координат в точці  $a_0(S=0)$

Для розв'язку цього рівняння необхідно мати аналітичний вираз для експериментальної функції. Логічно представити функцію у вигляді степеневі апроксимації

1. якщо початок координат в точці  $a_0(S=0)$

$$a(S) = a_0 + cS^\beta \quad (5.27)$$

при  $a(S=0)=a_0$

2. якщо початок координат в точці  $a(S=0)$

$$a(S) = a_0 + c(S - S_0)^\beta \quad (5.28)$$

при  $a(S=S_0)=a_0$

В подальшому будемо використовувати формулу (5.27), поклавши початок в точці  $a_0(S=0)$ , (рисунок 5.3).

Рівняння задачі при степеневій функції. Підставивши (5.27) в (5.26) отримуємо

$$(a_0 - cS^\beta)^2 - a_0^2 = 2R_1 K_w \left(\frac{Q}{\xi}\right)^m \int_0^S \frac{dS}{(a_0 + cS^\beta)^{2m}} \quad (5.29)$$

Це основне рівняння задачі відносно параметрів  $K_w$ ,  $m$  в загальному випадку  $a_0 \neq 0$ . На жаль, в елементарних функціях інтеграл в (5.29) не береться. Для ефективного рішення задачі необхідно використати алгоритм чисельного інтегрування та комп'ютер.

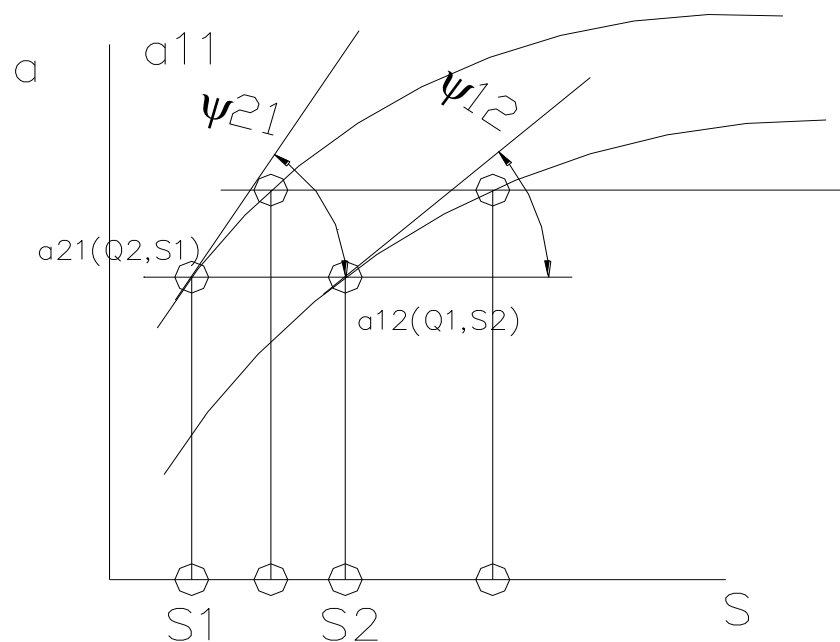


Рисунок 5.3 - Схема вибору базових точок.

Відмітимо, що з розв'язку необхідно визначити два параметра  $K_w, m$ . Для цього потрібно мати два рівняння. Тому на кривій  $a(\xi)$  виберемо дві точки з координатами  $(a_1, S_1)$ ;  $(a_2, S_2)$ , (Рисунок 5.3) та запишемо (5.29) для цих точок

$$\left. \begin{aligned} (a_0 - cS_1^\beta)^2 - a_0^2 &= 2R_1 K_w \left( \frac{Q}{\xi} \right)^m \int_0^{S_1} \frac{dS}{(a_0 + cS_1^\beta)^{2m}} \\ (a_0 - cS_2^\beta)^2 - a_0^2 &= 2R_1 K_w \left( \frac{Q}{\xi} \right)^m \int_0^{S_2} \frac{dS}{(a_0 + cS_2^\beta)^{2m}} \end{aligned} \right\} \quad (5.30)$$

Взяв відношення, отримуємо одно рівняння з одним невідомим.

$$\frac{(a_0 - cS_1^\beta)^2 - a_0^2}{(a_0 - cS_2^\beta)^2 - a_0^2} = \frac{\int_0^{S_1} \frac{dS}{(a_0 + cS_1^\beta)^{2m}}}{\int_0^{S_2} \frac{dS}{(a_0 + cS_2^\beta)^{2m}}} \quad (5.31)$$

При числові реалізації розв'язок рівняння (5.31) відносно параметра  $m$  доцільно представити вираз в безрозмірній формі.

Розділивши зліва і з права на знаменник, на  $a_0^2$ , та вводячи величину  $S_0$ , наприклад,  $a_0$ , маємо

$$\frac{\left( a_0 - \frac{cS_0^\beta}{a_0} \left( \frac{S_1}{S_0} \right)^\beta \right)^2 - 1}{\left( a_0 - \frac{cS_0^\beta}{a_0} \left( \frac{S_2}{S_0} \right)^\beta \right)^2 - 1} = \frac{\int_0^{S_1/S_0} \frac{dS}{\left( a_0 + \frac{cS_0^\beta}{a_0} \left( \frac{S_1}{S_0} \right)^\beta \right)^{2m}}}{\int_0^{S_2/S_0} \frac{dS}{\left( a_0 + \frac{cS_0^\beta}{a_0} \left( \frac{S_2}{S_0} \right)^\beta \right)^{2m}}} \quad (5.32)$$

Таким чином при чисельному рішенні (5.32) відносно  $m$  та чисельному інтегруванні необхідно варіювати трьома безрозмірними параметрами

$$\frac{cS_0^\beta}{a_0}; \frac{S_1}{S_0}; \frac{S_2}{S_0}; \beta;$$

В тому випадку, якщо всі ці величини будуть задані, то рівняння (5.32) розв'язується з використанням інтегрування.

Приблизне інтегрування. Розв'язок задач в вигляді формул по визначенню параметра  $m$  в першому приближенні можливо отримати використовуючи розклад в ряд бінома Ньютона

$$\frac{1}{(1+x)^m} = 1 - mx + \frac{m(m+1)}{2!}x^2 + \frac{m(m+1)(m+2)}{3!}x^3 + \dots \quad (5.33)$$

$$|x| < 1, m > 0$$

Використовуючи (5.33) для підінтегрального виразу (5.29) і залишаючи перших два члена ряду, отримуємо

$$\frac{1}{(a_0 + cS^\beta)^m} = \frac{1}{a_0^{2m} \left(1 + \frac{c}{a_0} S^\beta\right)^{2m}} \cong \frac{1}{a_0^{2m}} \left(1 - \frac{2mc}{a_0} S^\beta\right) \quad (5.34)$$

Підставив (5.34) в інтеграл (5.29), отримаємо

$$\frac{1}{a_0^{2m}} \int_0^S \left(1 - \frac{2mc}{a_0} S^\beta\right)^{2m} dS = \frac{1}{a_0^{2m}} \left(S - \frac{2mcS^{\beta+1}}{a_0(\beta+1)}\right) \quad (5.35)$$

Підставив (5.35) в інтеграл (5.31), отримаємо

$$\frac{\left(1 + \frac{c}{a_0} S_1^\beta\right)^2 - 1}{\left(1 + \frac{c}{a_0} S_2^\beta\right)^2 - 1} = \frac{S_1 - \frac{2mcS_1^{\beta+1}}{a_0(\beta+1)}}{S_2 - \frac{2mcS_2^{\beta+1}}{a_0(\beta+1)}} \quad (5.36)$$

або

$$A = \frac{S_1 - mB_1}{S_2 - mB_2}, \quad (5.37)$$

де

$$A = \frac{\left(1 + \frac{c}{a_0} S_1^\beta\right)^2 - 1}{\left(1 + \frac{c}{a_0} S_2^\beta\right)^2 - 1}; B_1 = \frac{2cS_1^{\beta+1}}{a_0(\beta+1)}; B_2 = \frac{2cS_2^{\beta+1}}{a_0(\beta+1)}$$

Розв'язуючи рівняння (5.35) відносно параметра  $m$ , знаходимо

$$AS_2 - AmB_2 = S_1 - mB_1$$

Звідки

$$m = \frac{AS_2 - S_1}{AB_2 - B_1} \quad (5.38)$$

Другий параметр моделі  $K_w$  може бути визначений з рівняння (5.31) з врахуванням при  $S=S_1$ ,

$$(a_0 + cS_1^\beta)^2 - a_0 = 2R_1 K_w \left(\frac{Q}{\xi}\right)^m \frac{1}{a_0^{2m}} \left(S_1 - \frac{2mcS_1^{\beta+1}}{a_0(\beta+1)}\right)$$

звідки

$$K_w = \frac{\left((a_0 + cS_1^\beta)^2 - a_0\right) a_0^{2m}}{2R_1 \left(\frac{Q}{\xi}\right)^m \left(S_1 - \frac{2mcS_1^{\beta+1}}{a_0(\beta+1)}\right)} \quad (5.39)$$

Оцінку точності цього приблизного розв'язку (5.38), (5.39) можливо виконати порівнянням з чисельним розв'язком.

## **6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ**

### **6.1 Визначення основних виробничих параметрів дільниці технічного обслуговування і ремонту**

Для оцінки виробничих можливостей будь-якого виробничого підрозділу зайнятого ремонтом та обслуговуванням автомобілів можна скористатися загально відомими прийнятими виробничими параметрами. Для їх визначення є розроблені відповідні методики, кожна з яких має певні переваги в конкретних випадках. Точність розрахунків, як правило, залежить від достовірності даних про чисельність автомобілів, їх реальний річний пробіг та реальний технічний стан. Крім того потрібно зважати на те, що нормативи трудомісткості виконання ремонтно-обслуговувальних робіт є дуже опосередкованими і користуватися ними потрібно з врахуванням конкретних умов експлуатації, а саме зважаючи на стан доріг, фаховий рівень водіїв, строк служби автомобілів та їх технічний стан, діючу систему технічного обслуговування та діагностики. Для правильного визначення трудомісткості і терміну виконання робіт має значення врахування реальної технічної бази ремонтного підприємства, яка характеризується виробничими площами, наявним обладнанням, інструментами та фахівцями, що виконують всі види робіт.

### **6.2 Розрахунок перспективних обсягів ремонтних та обслуговувальних робіт**

На проектованій дільниці технічного обслуговування вантажних автомобілів передбачається проводити ремонт агрегатним методом, усунення відмов автомобілів та їх технічне обслуговування. Крім того передбачається виконання будь-яких робіт пов'язаних з усуненням відмов окремих агрегатів та вузлів автомобілів. Нормальне функціонування дільниці технічного обслуговування може бути реалізоване лише за умови, якщо всі попередні розрахунки будуть проведені на реальних даних. За існуючими методиками можна, лише з певним припущенням, визначити очікувані обсяги робіт. Тому

точне коректування можна буде провести за певний час після функціонування дільниці в запроектованому режимі.

Загальну трудомісткість ремонтно-обслуговувальних робіт для автомобілів кожної марки визначаємо з виразу [8]:

$$T_i = T_{(mo-2)} + T_{np.} + T_{ув.}, \text{ люд.год.}, \quad (6.1)$$

де  $T_{(mo-2)}$  – загальна трудомісткість технічного обслуговування, люд.год.;

$T_{np.}$  – загальна трудомісткість поточного ремонту, люд. год;

$T_{ув.}$  – загальна трудомісткість усунення відмов, люд. год.

Враховуючи існуючу мережу функціонуючих ремонтних підприємств і матеріально-технічну базу власників автомобілів при розрахунках приймаємо до уваги коефіцієнт участі у ремонтних роботах дільниці технічного обслуговування. Ці коефіцієнти найбільш точно можуть бути визначені шляхом опитування за допомогою спеціальних анкет всіх власників автомобілів та їх відповідних фахівців. В даному випадку коефіцієнти прийняті на підставі оцінки експертів.

В таблиці 6.1 подано коефіцієнти участі дільниці технічного обслуговування в різних видах ремонтно-обслуговувальних робіт визначені фахівцями підприємства сумісно з власниками автомобілів. Під час визначення цих показників приймали до уваги наявність в господарствах району штату слюсарів та механіків з ремонту автомобілів, наявність приміщення для проведення робіт протягом календарного року та наявну організаційно виробничу структуру господарств.

Таблиця 6.1 – Коефіцієнт участі дільниці технічного обслуговування у виконанні загальних обсягів ремонтних та обслуговувальних робіт.

Види робіт	УАЗ-453
1	2
Поточний ремонт	0,54
Технічне обслуговування	0,54
Усунення відмов	0,20

З таблиці 6.1 бачимо, що найбільшу участь дільниця технічного сервісу буде брати у виконанні технічного обслуговування автомобілів та поточних ремонтів і технічного обслуговування автомобілів УАЗ-453.

Всі вихідні дані необхідні для розрахунків обсягів ремонтних та обслуговувальних робіт подані в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунків обсягів ремонтних та обслуговувальних робіт.

ПОКАЗНИК	УАЗ-453
1	2
Кількість автомобілів, шт	132
Очікуваний пробіг , тис. км. одного автомобіля	20
парку автомобілів	2640
Періодичність ТО-2, тис. км.	10.4
Трудомісткість ТО-2, люд. год.	12.8
Питома трудомісткість ПР, люд.год/тис.км.	6.1
Питома трудомісткість, усунення відмов, юд.год/тис.км.	1.3

З таблиці 6.2 бачимо, що з розрахунку на 1 тис.км. пробігу найменш трудомісткими в ремонті і обслуговуванні на підставі прийнятих нормативів є автомобілі марки УАЗ-453.

Для розрахунків будемо приймати кількість автомобілів, які розміщені в 30 км зоні.

Трудомісткість ТО-2 для дільниці технічного обслуговування визначаємо з наступного виразу [ 6 ]:

$$T_{(mo-2)} = C_{(mo-2)} * N_{(mo-2)} * t_{(mo-2)}, \text{ люд.год.}, \quad (6.2)$$

де  $C_{(mo-2)}$  – коефіцієнт участі дільниці у виконанні ТО-2;

$N_{(mo-2)}$  – розрахункова кількість ТО-2, автомобілів даної марки;

$t_{(mo-2)}$  – трудомісткість одного ТО-2 автомобілів даної марки.



Кількість ТО-2 для потреб всього парку району визначаємо за формулою [8]:

$$N_{(то-2)} = \frac{K * A}{B}, \text{ шт.} \quad (6.3)$$

де  $K$  – кількість автомобілів даної марки;

$A$  – середньорічний пробіг одного автомобіля даної марки;

$B$  – скоректована для даних умов періодичність проведення ТО-2

$$N_{(то-2)газ} = 132 * 20 / 10,2 = 259 \text{ шт.}$$

Підставивши отримане значення у формулу (6.2) визначаємо загальну трудомісткість ТО-2 для ділянки технічного обслуговування.

$$T_{(то-2)газ} = 0,54 * 259 * 12,8 = 1754 \text{ люд.год.}$$

Загальну трудомісткість поточного ремонту автомобілів кожної марки визначаємо за формулою [8] :

$$T_{пр.} = C_{пр.} * K * A * t_{пр.}, \text{ люд.год.}, \quad (6.4)$$

де  $C_{пр.}$  – коефіцієнт участі ділянки у виконанні поточних ремонтів;

$t_{пр.}$  – скоректована питома трудомісткість поточного ремонту на 1 тис.км. пробігу автомобілів даної марки

$$T_{пр.газ} = 0,54 * 132 * 20 * 1,3 = 8696 \text{ люд.год.}$$

Трудомісткість усунення відмов визначаємо з аналогічного виразу:

$$T_{ув.} = C_{ув.} * K * A * t_{ув.}, \text{ люд.год.} \quad (6.5)$$

де  $t_{ув.}$  – скоректована питома трудомісткість усунення нескладних відмов для автомобілів даної марки

$$T_{ув.газ} = 0.20 * 132 * 20 * 1.3 = 686 \text{ люд.год.}$$

Підставивши отримані значення у формулу (6.1) визначимо загальну розрахункову трудомісткість ремонтних та обслуговувальних робіт для парку автомобілів

$$T_{газ} = 795 + 7404 + 697 = 8896 \text{ люд.год.}$$

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків обсягів ремонтних та обслуговувальних робіт.

Види робіт	Разом	УАЗ-453
1	2	3
Технічне обслуговування, люд.год.	5253	1754
Поточний ремонт, люд.год.	23254	8696
Усунення відмов, люд.год.	2034	686
Всього, люд.год.	30541	11136

З таблиці 6.3 бачимо, що сумарна трудомісткість робіт становить 305041 люд.год., а серед марок автомобілів найбільша трудомісткість ремонтно-обслуговувальних робіт, яка складає 36,46%, припадає на автомобілі марки УАЗ-453. За видами робіт 76,14% припадає на поточний ремонт автомобілів всіх марок.

### **6.3 Визначення потрібної кількості ремонтних робітників для дільниці технічного обслуговування**

Кількість робітників, які повинні виконувати розрахунковий обсяг робіт визначаємо за формулою [8]:

$$P_{ря} = \frac{T_i}{\Phi_{р\delta}}, \text{ чол.}, \quad (6.6)$$

де  $T_s$  – обсяг даного виду ремонтно-обслуговувальних робіт для автомобілів даної марки, люд.год;

$\Phi_{р\delta}$  – річний розрахунковий фонд робочого часу, який на 2018 рік складатиме  $\Phi_{р\delta} = 2054$  год.

Визначаємо загальну чисельність робітників для ремонту і обслуговування автомобілів:

$$P_{ря.газ} = 11136 / 2054 = 5,42 \text{ чол.};$$

$$P_{ря.ЗИЛ} = 3501 / 2054 = 1,70 \text{ чол.};$$

$$P_{ря.камаз} = 8354 / 2054 = 4,07 \text{ чол.};$$

$$P_{ря.маз} = 7550 / 2054 = 3,67 \text{ чол.}$$

Для автомобілів УАЗ-453

$$P_{ря.(то-2)} = 1754 / 2054 = 0,85 \text{ чол.};$$

$$P_{ря.пр.} = 8696 / 2054 = 4,23 \text{ чол.};$$

$$P_{ря.ув.} = 686 / 2054 = 0,33 \text{ чол.}$$

Визначаємо загальну чисельність робітників для зони ТО-2 з наступного виразу [ 6 ]:

$$\Sigma P_{ря.(то-2)} = P_{ря.(то-2)газ} + P_{ря.(то-2)ЗИЛ} + P_{ря.(то-2)камаз} + P_{ря.(то-2)маз}; \quad (6.7)$$

$$\Sigma P_{ря.(то-2)} = 0,85 + 0,19 + 0,80 + 0,70 = 2,54 \text{ чол.}$$

Визначаємо загальну чисельність робітників для зони поточного ремонту з наступного виразу [6]:

$$\Sigma P_{ря.пр.} = P_{ря.пр.газ} + P_{ря.пр.ЗИЛ} + P_{ря.пр.камаз} + P_{ря.пр.маз}; \quad (6.8)$$

$$\Sigma P_{ря.пр.} = 4,23 + 1,33 + 3,11 + 2,64 = 11,31 \text{ чол.}$$

Визначаємо загальну чисельність робітників для зони усунення відмов скориставшись виразом [6]:

$$\Sigma P_{ря.ув.} = P_{ря.ув.газ} + P_{ря.ув.ЗИЛ} + P_{ря.ув.камаз} + P_{ря.ув.маз}; \quad (6.9)$$

$$\Sigma P_{ря.ув.} = 0,33 + 0,18 + 0,15 + 0,33 = 0,99 \text{ чол.}$$

Якщо прийняти до уваги, що кількість робітників має бути цілим числом, то їх можна прийняти 14 або 16. Для прийняття остаточного значення скористаємося коефіцієнтом завантаження робітників, який визначається з виразу [8]:

$$\eta_p = \frac{P_{ря.}}{P_{я}}; \quad (6.11)$$

де  $P_{я}$  – прийнята чисельність робітників.

Прийнявши 15 робітників отримаємо значення :

$$\eta_{р.газ.} = 14,84 / 15 = 0,99 ;$$

$$\eta_{р.(то-2)} = 2,54 / 3 = 0,85 ;$$

$$\eta_{р.пр.} = 11,31 / 11 = 1,03 ;$$

$$\eta_{р.ув.} = 0,99 / 1 = 0,99.$$

Незначне недовантаження робітників зайнятих технічним обслуговуванням компенсується витратами часу на їх перехід для виконання робіт по усуненню відмов.

#### 6.4 Розрахунок такту та фронту робіт

Такт виробництва для кожного виду робіт і кожної марки автомобіля визначено з виразу [8]:

$$\tau_i = \frac{\Phi_{p\partial}}{W_s}, \text{ год.}, \quad (6.12)$$

де  $W_i$  – річна програма обслуговування або ремонту автомобілів з виконанням робіт певного виду, шт.

Програму поточних ремонтів визначаємо з виразу [8]:

$$W_{np.} = \frac{T_{np}}{t_{np,s}}, \text{ шт.}, \quad (6.13)$$

де  $t_{np,i}$  – приведена середня трудомісткість одного поточного ремонту автомобіля даної марки [3].

$$W_{np.gaz} = 8696 / 68 = 128 \text{ шт.},$$

$$W_{np.zil} = 2733 / 74 = 37 \text{ шт.},$$

$$W_{np.kamaz} = 6392 / 82 = 78 \text{ шт.},$$

$$W_{np.maz} = 5433 / 81 = 67 \text{ шт.}$$

Програму усунення відмов визначаємо з виразу :

$$W_{y\partial.} = \frac{T_{y\partial.}}{t_{y\partial,s}}, \text{ шт.} \quad (6.14)$$

де  $t_{yв,i}$  –приведена середня трудомісткість усунення однієї відмови в умовах станцій технічного обслуговування [4].

$$W_{yв.газ} = 686 / 3,8 = 180 \text{ шт.};$$

$$W_{yв.ЗИЛ} = 368 / 4,2 = 88 \text{ шт.};$$

$$W_{yв.камаз} = 306 / 4,8 = 64 \text{ шт.};$$

$$W_{yв.маз} = 674 / 4,6 = 147 \text{ шт.}$$

Підставивши отримані значення у формулу 6.12 визначаємо такт виробництва.

Для автомобілів УАЗ-453

$$\tau_{(mо-2)} = 2054/137 = 14,99 \text{ год};$$

$$\tau_{np.} = 2054/128 = 16,04 \text{ год};$$

$$\tau_{yв.} = 2054/180 = 11,41 \text{ год.}$$

Щоб визначити площі необхідної для встановлення автомобілів на технічне обслуговування і ремонт потрібно знайти фронт виробництва кожного виду робіт, який визначаємо з виразу [6]:

$$f = \frac{t_s}{\tau_s * p}, \text{ шт.}, \quad (6.15)$$

де  $t_i$  – трудомісткість одиниці даного виду ремонту або обслуговування люд.год.;

$\tau_i$  – такт виробництва даного виду робіт, год.;

$p$  – кількість робітників залучених одночасно до обслуговування або ремонту одного автомобіля.

Для автомобілів УАЗ-453

$$f_{(mo-2)} = 12,8 / 14,99 * 1 = 0,85 \text{ шт.};$$

$$f_{np.} = 68 / 16,04 * 2 = 2,1 \text{ шт.};$$

$$f_{ув.} = 3,8 / 11,41 * 1 = 0,33 \text{ шт.}$$

Заокругливши отримані значення фронту автомобілів, що будуть знаходитися в ремонті та на технічному обслуговуванні в більшу сторону до цілого числа, та врахувавши коефіцієнт використання площ визначимо фронт на підставі якого будемо розраховувати площу виробничої зони, необхідної для розміщення автомобілів. Розрахункові і прийняті значення фронту автомобілів подані нижче.

Зона технічного обслуговування ТО-2 :

Фронт автомобілів :	розрахунковий	прийнятий
Пост УАЗ-453	0,95 шт.	1 шт.

Зона поточного ремонту

Фронт автомобілів:	розрахунковий	прийнятий
Пост УАЗ-453	2,10 шт.	2 шт.

Зона усунення відмов

Фронт автомобілів:	розрахунковий	прийнятий
Пост УАЗ-453	0,33 шт.	1 шт.

На підставі розрахунків і прийнятих значень фронту автомобілів можна відзначити, що розрахунок виробничих площ станції технічного сервісу потрібно проводити прийнявши середній розрахунковий фронт рівним  $f_{cp.}=12$  автомобілів.

## 6.5 Розрахунок площ для розміщення автомобілів під час проведення ремонту та технічного обслуговування

Так як в майстерні господарства і в гаражах для ремонту технічного обслуговування та стоянки автомобілів є в наявності вся номенклатура обладнання потрібного для проведення передбачуваних видів робіт, то виникає потреба визначити площу приміщень для розміщення обслуговуваних автомобілів. Для визначення площі ділянки потрібної для обслуговування і ремонту автомобілів конкретної марки доцільно скористатися наступною формулою [8]:

$$S_i = F_{inp} * f_{np} + F_{i(mo)} f_{(mo-2)} + F_{iyv} f_{yv}, \text{ м}^2, \quad (6.16)$$

де  $F_i$  – площа підлоги приміщення потрібна для встановлення автомобіля і зони проведення відповідного виду робіт довкола нього,  $\text{м}^2$  ;

$f_{np}$  – кількість автомобілів, що одночасно перебувають у поточному ремонті;

$f_{yv}$  – кількість автомобілів, що одночасно перебувають на технічному обслуговуванні;

$f_{ув}$  – кількість автомобілів, що одночасно перебувають на усуненні відмов

У тих випадках, коли на одному робочому місці обслуговуються і ремонтуються автомобілі різних марок, то розрахунок площ проводиться за даними тих автомобілів, що мають більше значення. В нашому випадку не доцільно передбачати резервну площу для усунення відмов автомобілів всіх марок так як значення фронту для цих видів робіт є незначним, тому ми приймемо для розрахунків умову, що місця для усунення відмов автомобілів мають бути взаємозамінними. Нижче наведені вихідні дані для проведення розрахунків [2, 8, 14, 29].

Нормативні питомі площі потрібні для виконання ремонтних та обслуговуваних робіт автомобілів різних марок,  $\text{м}^2$  :



марка автомобіля	ремонт	технічне обслуговування
УАЗ-453	39	32

Підставивши наведені значення у формулу (6.16) отримаємо:

$$S_{ГАЗ} = 39*2 + 32*1 + 39*1 = 149 \text{ м}^2,$$

$$S_{ЗИЛ} = 48*2 + 40*1 + 48*0 = 136 \text{ м}^2,$$

$$S_{КамАЗ} = 50*2 + 41*0 + 50*0 = 141 \text{ м}^2.$$

$$S_{МАЗ} = 51*1 + 42*1 + 51*1 = 144 \text{ м}^2.$$

Таким чином загальна потрібна площа складає  $570 \text{ м}^2$ . Так як в господарстві площа гаражів становить  $650 \text{ м}^2$ , то при планованих обсягах робіт вони будуть використовуватися на  $87,69\%$ , тобто коефіцієнт запасу площ становитиме  $\eta_s = 1,14$ .

## 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.

### 7.1 Організаційно-економічні вимоги до системи забезпечення технічної експлуатації автомобілів

Система, що забезпечує технічну експлуатацію автомобілів, включає в себе підсистеми, одна з яких забезпечує автомобілі експлуатаційними матеріалами, паливом, а друга дбає про схоронність і збережаність автомобілів.

В автомобільно розвинутих країнах система забезпечення автомобілів паливом і експлуатаційними матеріалами являє собою розвинену й розгалужену мережу автозаправних станцій, які продають паливо, мастильні та інші експлуатаційні матеріали, акумулятори, приладдя. Мережа АЗС щодо їх розташування, потужності, режиму роботи, пристосування до автомобільних потоків мусить бути такою, щоб найкращим чином забезпечувати свої ринкові інтереси, тобто мати найбільший обсяг продажу, ліпше, ніж конкуренти, задовольняти потреби споживачів.

У створенні нашої системи АЗС тепер, коли ринкові інтереси починають усе виразніше проявлятися й існує, хоч і обмежена, можливість їх реалізації, ринкова пропозиція на рівні очевидних вигід реалізує свої інтереси, узгоджуючи їх з потребами споживачів.

Наприклад, реалізуючи монопольні інтереси, Держкомнафтопродукт будував свої АЗС (єдині в Україні і колишньому Союзі) на великих трасах при в'їздах у міста, біля великих транспортних вузлів і був по-своєму правий. Але такий суб'єкт ринку, як продавець, дбаючи тільки про свою вигоду, зиск, зупиняє бензовоз біля гаражів, на трасі чи в будь-якому іншому місці скупчення автомобілів саме в той час, коли там найбільше зацікавлених клієнтів покупців, і продає паливо та експлуатаційні матеріали за ціною, обмеженою попитом. Продавець на ринку, дбаючи про власні інтереси, буде АЗС на місці, де в радіусі обслуговування знаходиться найбільша кількість автомобілів, так пристосовує її потужність і режим роботи, щоб не втратити жодного покупця, а, отже, й прибуток. А для приваблювання усе нових

покупців облаштовує поряд з АЗС станцію обслуговування автомобілів, магазин з продажу запасних частин, готель, кафе чи ресторан.

Продавець за певних умов пристосовується до вимог ринку палива та експлуатаційних матеріалів. А вимоги ці такі:

- знати потреби в паливі за обсягом, структурою, за сезонними, місячними, тижневими, добовими коливаннями;
- знати інтенсивність експлуатації автомобілів, що визначає потребу в паливі, та фактори, які на неї впливають;
- знати технічні вимоги до палива, мастила, інших експлуатаційних матеріалів, що забезпечують експлуатаційну надійність автомобіля.

Збережуваність автомобіля – це характеристика його надійності, що виявляється у здатності зберігати технічні параметри при транспортуванні і схоронності. Вона забезпечується антикорозійним захистом, а також умовами зберігання автомобіля. Отже, для підтримання збережуваності необхідна мережа пунктів антикорозійної обробки кузова.

За різних умов експлуатації вимоги до антикорозійної обробки кузова можуть бути різними. Так, у приморських містах і районах, де повітря насичене солями моря й особливо корозійно "агресивне", ці вимоги підвищені. Підвищеними вони повинні бути взимку і в умовах міста, де дороги обробляються солями. А в регіонах із сухим, спекотливим кліматом (наприклад, у Середній Азії) вимоги до антикорозійної обробки знижуються.

Виникає також необхідність збереження пофарбування автомобіля, тобто захист його покриття від агресивного впливу середовища. Для цього потрібні миття, полірування, захист фарби від вигоряння і механічного впливу.

Для схоронності автомобіля потрібен гараж. Але, як відомо, не всі автомобілі забезпечені ними не лише у нас, а й у розвинутих країнах Європи, Америки, Азії. В Японії, США, наприклад, де на 1000 мешканців припадає від 200 до 700 автомобілів, також немає повного забезпечення гаражами. Тому в усьому світі широко впроваджуються противикрадальні пристрої, що забезпечують схоронність автомобіля. Крім того, існує система стоянок, які є надійним місцеперебуванням транспортних засобів.

В Україні основна частина автомобілів зосереджена в містах, отже, проблема їх схоронності долучається до інших проблем кожного міста. Нас вона цікавить лише з огляду на те, яким чином забезпечити зручність розташування гаражів та стоянок, щоб автомобіль не перетворювався у недозволену розкіш. Адже не секрет: нерідко затрати часу на те, аби дістатися до гаража чи стоянки, такі значні, що користування автомобілем стає не вигідним.

## **7.2 Вимоги до системи використання автомобіля**

Використання автомобіля вигідне в тому випадку, коли він не додає турбот, а позбавляє їх. Якщо дивитися з такої точки зору, то виникає цілий комплекс проблем. Наприклад, в умовах Півночі, при температурі 40-45° С нижче нуля, звичайний автомобіль практично завести неможливо або ж на це треба затратити багато зусиль і часу. Там потрібен автомобіль у "північному виконанні", а саме: його двигун та агрегати повинні бути закритими і мати підігрівальні пристрої.

В умовах спекотного клімату автомобіль (з точки зору його використання) стає дуже незручною оболонкою, яка поглинає промені сонця, розігрівается від навколишнього повітря і перетворюється в "упаковку", в якій перебувати довго просто неможливо. В зв'язку з цим для зручності пасажирів автомобілі обладнуються кондиціонерами та системою вентиляції. Оскільки продавець не знає напевне умов експлуатування конкретного автомобіля, системи підігріву чи кондиціонування мають випускатися автономно і встановлюватися на вимогу покупця.

Той, хто використовує автомобіль інтенсивно (а найчастіше так і буває), повинен мати можливість обладнати його всім необхідним: кондиціонером, холодильником, невеликим сейфом тощо.

Можливість використання автомобіля передбачає наявність доріг, зупинок і стоянок.

Наявність шляхів та стоянок (з точки зору соціально-економічної сутності автомобіля) означає таку їх пропускну спроможність і таку кількість,

коли не автомобільні "пробки" зумовлюють швидкість пересування, а технічні характеристики і вимоги правил; коли паркування автомобіля не тільки не перетворюється у нерозв'язну проблему, а не стає проблемою взагалі.

Крім того, використання автомобіля передбачає задоволення потреб його пасажирів. Якщо автомобіль експлуатується у місті, то таких проблем, як де попоїсти, звідки зателефонувати, де щось купити і де відпочити, не виникає. Інша річ, коли йдеться про подорожі, переїзд із міста в місто тощо, – тоді ці проблеми потребують свого розв'язання.

Тепер, наприклад, великовантажні машини в розвинутих країнах мають такі кабіни, в яких обладнано зручні спальні місця, регулюється температура, створено можливість приготувати сніданок чи обід, є холодильник і телефон.

У нас, на жаль, дорога - це полотно для пересування автомобіля, але аж ніяк не умови для нормального побутування водіїв та пасажирів. Нашим водіям, за їх же ствердженням, нерідко доводиться ночувати в стіжку сіна, у кочегарні якогось підприємства чи у випадкових господарів. Бо система, що має забезпечувати життєві умови водіїв і пасажирів на дорогах, геть відсутня.

### **7.3 Організаційно-економічні вимоги до продукції автосервісу**

Функція підтримання і відновлення працездатності автомобіля є важливою не лише з точки зору відновлення його первісних технічних характеристик, а й коефіцієнта технічної готовності, тобто питомої ваги часу, протягом якого автомобіль технічно справний. Саме показник технічної готовності підвищує соціально-економічну функцію автомобіля.

Практичне значення підтримання і відновлення працездатності автомобіля є важливим не лише в плані його соціально-економічної ефективності, а й з точки зору конкурентоспроможності фірми-продуцента. Споживача цікавить, чи багато клопоту буде з автомобілем, чи надійний він, як довго служитиме. В усьому світі фірми-продуценти забезпечують свою конкурентоспроможність створенням досконалої системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

## 7.4 Розрахунок економічної ефективності пристрою

Затрати на проектування і виготовлення пристрою визначаються за формулою:

$$\zeta = Z_{ом} + Z_{дн} + Z_{нв} + Z_{ел.ен} \cdot Z_{мент} + 3П_{пр} + 3П_{вт} + Z_{цпр} + Z_{екс} + Z_{цех} + Z_{зав}, \quad (7.1)$$

де  $Z_{ом}$  – затрати на основні матеріали

$$Z_{ом} = (M_{осн}/Ц_{осн})n = (50/1000)5000 = 250 \text{ грн.} \quad (7.2)$$

де  $M_{осн}$  – маса матеріалу, кг

$Ц_{м}$  – ціна 1 т матеріалу, сталь  $V$ , т

$Z_{дн}$  – затрати на допоміжні матеріали

$$Z_{дн} = 0,2 \cdot Z_{он} = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ грн} \quad (7.3)$$

$Z_{нф}$  – затрати на напівфабрикати

$$Z_{цпр} = M_{нф} \cdot Ц_{нф} = 1 \cdot 2,5 = 2,5 \text{ грн} \quad (7.4)$$

де  $M_{нф}$  – маса напівфабриката, кг

$Ц_{нф}$  – ціна напівфабриката, грн

$Z_{нв}$  – затрати на вироби  $Z_{нв} = 20 \text{ грн}$ ,  $Z_{ел.ен} = 10 \text{ грн}$ .

$Z_{мас}$  – затрати на мастильні матеріали  $Z_{мас} = 5 \text{ грн}$

$$Z_{пр} = \frac{3П_{ф}}{\PhiРП_{мес}} \cdot t_{пр} = \frac{50}{162} \cdot 162 = 50 \text{ грн} \quad (7.5)$$

де  $Z_{пр}$  – заробітна плата проектувальників

$\PhiРП_{мес}$  – місячний фонд робочого часу проектувальників

$t_{np}$  - середня трудомісткість проектувального пристрою II групи

$ЗП_{виг}$  – затрата виготовлювачів пристрою

$$ЗП_{виг} = \tau_{год} \cdot t_{виг} = 1,09 \cdot 200 = 218 \text{ грн} \quad (7.6)$$

де  $\tau_{год}$  - година тарифна ставка ремонтників IV розряду

$t_{виг}$  – середня трудомісткість виготовлення пристрою II групи

$B_{зоп}$  – відрахування в фонд соціального страхування

$$B_{зоп} = 0,386 \Phi ЗП = 0,386 (ЗП_{np} + ЗП_{виг}), \quad (7.7)$$

$$B_{зоп} = 0,386 (50 + 218) = 103,4 \text{ грн}$$

$З_{екс}$  – затрати на експлуатацію та утримання обладнання

$$З_{екс} = 0,7 \Phi ЗП = 0,7 (50 + 218) = 187,6 \text{ грн} \quad (7.8)$$

$З_{цех}$  – цехові витрати

$$З_{цех} = 0,7 \dots 1,0 (\Phi ЗП + З_{екс}). \quad (7.9)$$

$$З_{цех} = 0,8 (50 + 218 + 187,6) = 364,48 \text{ грн}$$

$$З_{зав} = 0,5 \dots 0,8 (\Phi ЗП + З_{екс}) \quad (7.10)$$

$$З_{зав} = 0,6 (50 + 218 + 187,6) = 273,36 \text{ грн}$$

$$S = 250 + 5,44 + 2,58 + 110 + 20 + 5 + 50 + 218 + 103,4 + 187,6 + 364,48 + 273,36 = 1589,7 \text{ грн}$$

Ціна пристрою:

$$Ц = (S + 0,25 \cdot S) \cdot 1,2 = 1,2 \cdot 1589,7 \cdot 1,2 = 2289,16 \text{ грн} \quad (7.11)$$

Зарплати ремонтних робітників до вводу в дію пристрою

$$ЗП_1 = ФРН \cdot T_{рн} \quad (7.12)$$

$$Відр = ФРН \cdot ЗП; \quad (7.13)$$

де  $ФРН$  – затрата робочого часу до впровадження пристрою

$T_{рн}$  – годинна тарифна ставка рем.робітників III розряду

$$ЗП_1 = 2980 \cdot 1,09 = 3248,2 \text{ грн}$$

$$Відр = 0,386 \cdot 3248,2 = 1253,8$$

Зарплати ремонтних робітників після вводу в дію пристрою

$$ЗП_2 = ФРН_2 \cdot T_{рн} \quad (7.14)$$

$$Відр = 0,3864 \cdot ЗП_2$$

$$(ФРН_2 = ФРН / (1,5 \dots 2))$$

$$ЗП_2 = 1490 \cdot 1,09 = 1624,1 \text{ грн}$$

$$Відр = 0,3864 \cdot 92,91 = 35,090 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування (приймаємо, що пристрій розрахований на 7 років використання)

$$АВ = Ц_{пр} / 7 = 327,02 \text{ грн} \quad (7.15)$$



Витрати на ремонт і утримання пристрою і утримання пристрою

$$З_p = 0,1Ц_n = 0,1 \cdot 2289,16 = 228,916$$

Затрати на введення пристрою в дію

$$S_1 = T_{ш.н.} \cdot 0,5 \cdot \tau_{шр} ; \quad (7.16)$$

де  $T_{ш.н.}$  - трудомісткість шиномонтажних робіт

0,5 – для робіт по зняттю шин в трудоемкості ш/м робіт

$\tau_{шр}$  - тариф ремонтних робіт III розряду 14,09 грн/год.

$$S_1 = 1779,085 \cdot 0,5 \cdot 1,09 = 969,60$$

Затрати після введення пристрою в дію

$$S_2 = 1779,085 \cdot 0,5 \cdot 0,25 \cdot 1,09 = 242,40$$

Економічна ефективність від впровадження пристрою

$$E = \frac{S_1 - S_2}{Ц_{пр}} = \frac{969,60 - 242,40}{4276,18} = 0,17 \quad (7.17)$$

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1 Вимоги безпеки праці під час виконання ремонтних робіт

Під час виконання ремонтних робіт робітники повинні дотримуватись правил безпечного користування інструментом, підйомними засобами, механічними верстатами тощо, причому всі механічні засоби, які використовуються для ремонтних робіт, повинні відповідати вимогам Державних стандартів.

Зони небезпеки на верстатах, машинах, механізмах, які експлуатуються в майстерні господарства, повинні мати запобіжні пристрої у відповідності з Державним стандартом “Обладнання виробниче”, “Верстати металоріжучі”. Захисні пристрої не повинні допускати: доторкання людини до рухомих частин; викидання з верстата ріжучого інструменту або деталі; перевищення гранично допустимих величин вібрації і шуму; можливості травмування при встановленні і заміні ріжучого інструменту.

Огороджувальні пристрої не повинні впливати на роботу механізму і автоматично фіксуватись в робочому положенні, від їх конструкцій вимагається кріплення, відсутність перешкод для роботи, прибирання і обслуговування верстату. Внутрішні поверхні захисних дверей, кришок огороження і місця їх кріплення фарбуються в червоний колір. Вантажопідйомні машини повинні відповідати вимогам правил безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів, затверджених Держтехнаглядом України. Вантажопідйомні машини і механізми не можуть бути допущені до експлуатації, якщо вони не пройшли реєстрації.

Залежно від виду виконуваних операцій робочі місця відповідно обладнуються: стелажми, столами, шафами, тумбочками, при потребі кріслами і іншими пристроями для зручного і безпечного виконання робіт і зберігання інструменту, пристосовань і деталей. Стелажі, столи, шафи, тумбочки і інше обладнання повинні бути зручними, стійкими, вигідними для роботи, надійно закріпленими до підлоги. Ширина проходів між стелажми і машинами, які стоять на зберіганні, повинна бути не менше 1 м, між торцями

машин і будинком не менше 0,5 м, між машинами, що ремонтуються, не менше 1,2 м, між машиною і зовнішніми воротами не менше 2 м. Віддаль від стіни до верстата повинна бути не менше 0,8 м. Якщо між верстатами нема проходу, то вони повинні встановлюватись на віддалі один від одного на 1 м, якщо між верстатами є односторонній прохід, то на віддалі 3,1 м, при двосторонньому русі - 4,5 м. Якщо верстати обслуговуються з зовнішньої сторони, то ця віддаль зменшується відповідно на 1,4 м.

На столах і стелажах, призначених для складання виробів і матеріалів, робляться чіткі написи про гранично допустимі на них навантаження.

Безпечна робота під час ремонту техніки забезпечується загороджувальними пристроями, сигналізацією, системою дистанційного управління, застосуванням засобів індивідуального захисту.

Лещата на верстатах встановлюються на віддалі 1 м одні від одних, а для захисту працюючих від можливих уламків встановлюються сітки. При двосторонній роботі на верстатах сітка встановлюється по середині, а при односторонній – зі сторони, поверненої до робочих місць проходами і вікнами. Робочі місця забезпечуються комплектом необхідного робочого і вимірювального інструменту, а також відповідними підйомно-транспортними засобами. В приміщені з холодними підлогами, а також в вологих приміщеннях на робочих місцях під ноги працюючих встановлюються дерев'яні решітчасті підставки. Виробничі процеси потрібно організовувати так, щоб шум і вібрація не перевищували встановленої санітарної норми.

Засоби захисту необхідно готувати до початку робочого процесу або заблокувати їх так, щоб виконання робочого процесу було неможливим при відключених засобах захисту або їх несправності. Захисні пристосування повинні спрацьовувати при виникненні небезпеки і неповинні припиняти своєї дії скоріше, ніж припиниться дія небезпечного виробничого чинника.

Зарядку акумуляторних батарей необхідно проводити у щільно закритих витяжних шафах. Шафи виготовляють з дошок столярним методом з легковідкидними кришками і оглядовими вікнами. В акумуляторній майстерні необхідно мати засоби індивідуального захисту та першої допомоги (діелектричні рукавиці, захисні окуляри, посуд для доливання електrolіту,

ареометр, дистильовану воду, п'ятипроцентний розчин соди і умивальник). В майстерні повинні бути візки для транспортування акумуляторних батарей і кислотних посудин. Посудини повинні знаходитися у плетених корзинах, заповнені дерев'яною стружкою або соломкою.

Для огляду чи ремонту коліс, а також вузлів ходової частини, трансмісії тощо, потрібно піднімати машину. Цю операцію необхідно виконувати тільки з застосуванням справних вантажопідійомних засобів (домкрати, талі, кран-балки). Домкрати необхідно встановлювати в місцях вказаних у заводських інструкціях. Для забезпечення повної безпеки під навішену машину ставлять міцні підставки, які необхідно періодично перевіряти на відповідну вантажопідійомність.

На кран-балці і інших підіймальних пристроях необхідно встановити пристрій, який відключає механізм піднімання від електромережі у випадку піднімання вантажу з понаднормовою масою. На рейках кран-балки необхідно установити з обох боків у крайніх положеннях кран-балки кінцеві вимикачі і упорні башмаки для запобігання переміщення у небезпечне положення.

Зварювальне відділення повинно бути відгороджене від інших відділень ширмами або щитами, його необхідно обладнати достатньою припливно-витяжною вентиляцією для видалення забрудненого повітря.

## **8.2 Підбір та розрахунок потреби первинних засобів пожежегасіння**

Ремонтні майстерні, пункти технічного обслуговування, механізовані двори та інші виробничі ділянки, де ремонтують і обслуговують автомобільну техніку, обладнують засобами гасіння пожеж, а також на спеціальних щитах вивішуються списки пожежних підрозділів, інструкції з пожежної безпеки.

Разом з тим з робітниками проводять пожежно-технічне навчання-мінімум, де їх знайомлять з методами гасіння пожеж і обладнанням, що використовується для цього та первинними засобами пожежогасіння. Для ліквідації загорання попередження пожеж та вибухів на кожному підприємстві, де є пожежно- та вибухонебезпечні процеси (категорії А, Б, В, Є), розробляється план пожежно-технічних заходів, в якому передбачається:

порядок оповіщення керівників підприємств та виклик пожежних підрозділів; перелік пожежно- та вибухонебезпечних приміщень та обладнання, можливі причини пожежі та вибуху; дії персоналу підприємств щодо попередження пожежі або вибуху, а також способи та засоби їх ліквідації; порядок та способи евакуації персоналу та обладнання. Для гасіння пожеж застосовують воду, водяні емульсії, галогенові вуглеводні, хімічну та повітряно-механічну піну, водяну пару, діоксид вуглецю, інертні гази, порошки тощо. Вогнегасний ефект води полягає у змочуванні поверхонь, зволоженні та охолодженні речовин, що горять, механічному збиванні полум'я струменем води. Водою не можна гасити рідкі горючі речовини, електроустановки під напругою, лужні метали.

Для гасіння невеликих займань, а також за неможливості використання води, застосовуються ручні та пересувні вогнегасники, пісок або тирсу, насичену 15 %-вим розчином кальцинованої соди, азбестові полотна, повстяні мати, кошми, та ін. Повітряно-пінним вогнегасником ВПП-100 не можна гасити лужні метали, такі як натрій і калій, бо вони внаслідок взаємодії з водою, що міститься в піні, виділяють водень, який підсилює горіння, а також рідини: спирт та ацетон, оскільки вони поглинають воду з пінки, але піна не спричинює корозії, більш екологічна.

Газові (вуглекислотні) вогнегасники ВВ-2 (ВВ-5,(8, 25, 80) ОУ-2, -3, -5, -8 – ручні, а також пересувні ОУ-25, ОУ- 80, УП-2М див. рис. 8.1) та інші (цифра вказує на місткість балона в літрах) наповнюють зрідженим діоксидом вуглецю до робочого тиску 6 МПа. Довжина струменя - біля 2 м, час дії - 30 с, пластівці в зоні горіння відразу перетворюються на газ. Застосовують для гасіння легкозаймистих та горючих рідин, твердих речовин, електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В. Ними не можна гасити речовини, котрі можуть горіти без доступу повітря (терміт тощо).

Вуглекислотно-брометилові (хладонові, аерозольні) вогнегасники ВВБЗА, ВАХ, ВХ-3, ВХ-7 (ОУБ-3 та ОУБ-7) застосовуються для гасіння всіх первинних пожеж (крім горіння лужноземельних металів) при температурі навколишнього середовища від -60 до +60 °С, електроустановок під напругою 380 В. За будовою та принципом дії ці вогнегасники подібні до газових, але

мають тонкостінні сталеві балони та замість снігоутворювача - пряму насадку. Вогнегасники заряджають бромистим етилом: ОУБ-3 - 3,4 кг, ОУБ-7 - 7,76 кг і діоксидом вуглецю відповідно 0,1 кг та 0,24 кг.

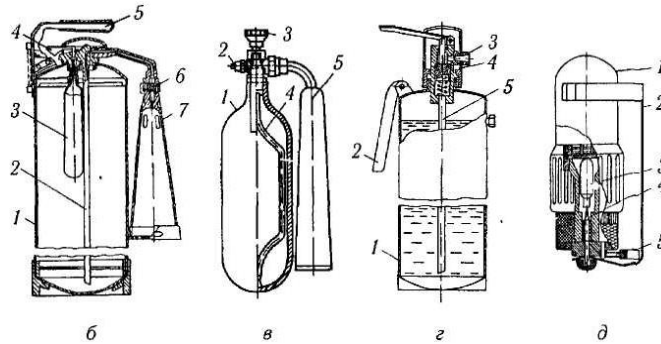


Рис. 81. Переносні вогнегасники:

б – вогнегасник повітряно-пінний ВПП-10: 1 – корпус; 2 – стакан; 3 – запірно-пусковий пристрій, 4 – пусковий важіль; 5 – запірний клапан; : 1 – корпус; 2 – сифонна трубка; 3 – балончик; 4 – пусковий важіль; 5 – ручка; 6 – розпилювач; 7 – дифузор з сіткою; в – вуглекислотний вогнегасник ВВ-2: 1 – балон; 2 – запобіжний клапан; 3 – вентиль; 4 – сифонна трубка; 5 – дифузор-снігоутворювач; г – вогнегасник вуглекислотно-брометиловий ВВБ-3А: 1 – балон; 2 – ручка; 3 – розпилювальна насадка, 4 – ковпак; 5 – сифонна трубка; д – порошковий вогнегасник ВП-1 «Момент»: 1 – корпус; 2 – запобіжний кронштейн; 3 – балончик з вуглекислотою; 4 – голка; 5 – розпилювач з поліетиленовим ковпачком.

Порошкові вогнегасники ВП-1, -2, 5, 10, 100 застосовують для гасіння лужних металів, двигунів внутрішнього згорання, електроустановок. Для викиду порошкового заряду через конічну або циліндричну насадку у вогнегаснику є балончик із стисненим повітрям або зрідженим двоокисом вуглецю. Для запобігання зволоженню та змочуванню сухого порошку у вогнегасниках насадку герметично закривають спеціальною пробкою.

Потрібну кількість вогнегасників для виробничих приміщень ремонтної майстерні визначають за формулою:

$$n_o = m_m \cdot S, \quad (8.1)$$

де  $S$  – площа виробничого приміщення чи цеху,  $m^2$ ;

$m_m$  – нормована кількість вогнегасників на  $1 m^2$  площі (для приміщень кузні, електрозварювання, лабораторій на  $50 m^2$  – 2 шт.).

За результатами розрахунку для приміщень ремонтної майстерні потрібно 8 вогнегасників різного призначення наступних марок: ВХ-7, ВВ-2, ВВ-5, ВПП-10, ВП-5 (аркуш графічної частини 3).

Розрахунок протипожежного водопостачання. Необхідну кількість води для пожежегасіння приймають відповідно до СНиП 2.04–2–84 і СНиП 2.04.01–85. Вона залежить від ступеня вогнестійкості будівель, категорії за пожежною небезпекою, особливостей технологічного процесу, об'єму будівель, споруд, площ територій. Загальна розрахункова потреба води на зовнішнє пожежегасіння є межах 5–30 л/с.

Джерелами пожежного водопостачання можуть бути природні (річки, озера, ставки) або штучні пожежні водойми. Штучні водойми розміщують на території найбільш пожежонебезпечних об'єктів на відстані 10 м від будівель I і II ступеня вогнестійкості і більш як 30 м від будівель III, IV і V ступенів вогнестійкості. Пожежних водойм повинно бути не менше двох. Усі водойми повинні мати справні під'їзди, спеціальні майданчики для забору води.

Об'єм водойм розраховують із потреби витрати води на зовнішнє і внутрішнє пожежегасіння (л/с), розрахункової тривалості пожежі ( $T_{п}$ , год) і кількості одночасних пожеж ( $n$ ):

$$W = (Q_z + Q_v) T_{п} n. \quad (8.2)$$

Витрату води ( $m^3/год$ ) на зовнішнє і внутрішнє пожежегасіння визначають за формулою:

$$Q_{п} = 3,6 g_{п} T_{п} n_{п}, \quad (8.3)$$

де  $g_{п}$  – питома витрата води на зовнішнє і внутрішнє пожежегасіння (5-25 л/с залежно від об'єму приміщення, категорії виробництва і ступеня вогнестійкості споруди);

$T_{п}$  – час пожежі (3 год);

$n_{п}$  – кількість одночасних пожеж (2-3 залежно від місця і площі забудови)

Теоретичну віддаль подачі водяного струменя визначають за формулою (без врахування опору повітря):

$$l = [V_o^2 / g] \sin^2 \alpha, \quad (8.4)$$

де  $\alpha = 30-35^\circ$  – кут нахилу наконечника ( $\sin^2 \alpha = 0,5(1 - \cos 2\alpha)$ );

$V_o$  – швидкість витікання води з пожежного наконечника, м/с:

$$V_o = \sqrt{2gH}, \quad (8.5)$$

де  $H$  – напір води у наконечнику (5-20), м;  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

Витрату води одним наконечником визначаємо за формулою:

$$Q_H = \mu S V_o, \quad (8.6)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт витрати (0,5-0,9 – залежить від форми і розміру випускного отвору);

$S$  – площа поперечного перерізу отвору,  $\text{м}^2$ .

Загальна розрахункова витрата води зовнішнє та внутрішнє гасіння пожежі у господарстві (на території компактного розміщення тракторної бригади, ремонтної бази, автопарку, ферми, току та кормового двору) становить  $250 \text{ м}^3$ . Для протипожежного водопостачання передбачається також використання води притоки річок Стир і Судилівка, а також водопровідної мережі з напором в мережі не менше ніж на 10 м, яка використовується у протипожежних гідрантах виробничих приміщень.

Заходи запобігання пожежам у ремонтній майстерні, розрахунок часу та розробка схеми евакуації. У приміщеннях ремонтних майстерень, гаражів, пунктів технічного обслуговування при виконанні деяких виробничих процесів,



зберіганні техніки та різних матеріалів з порушенням правил і норм пожежної безпеки можуть виникати пожежо- та вибухонебезпечні ситуації.

Найбільш небезпечними є виробництва, пов'язані із застосуванням відкритого вогню (зварювальні, паяльні, шиноремонтні роботи), фарбування техніки, ремонт акумуляторних батарей, ремонт та регулювання паливної апаратури та гідросистем, обробки деревини, а також склади зберігання паливно-мастильних матеріалів та інших легкозаймистих рідин, горючих газів, вугілля і торфу.

З метою запобігання пожеж у господарстві розробляють плани-схеми розміщення автомобілів, тракторів, самохідних сільськогосподарських машин та інших технічних засобів механізації на спеціальних майданчиках, під навісами, у боксах тощо. Стоянки автомобілів забезпечують буксирними канатами або штангами з розрахунку один пристрій на десять автомобілів. Забороняється захаращувати приміщення і відкриті майданчики для стоянки автомобілів різними предметами і обладнанням.

Не допускається розміщувати поряд із закритими стоянками техніки ковальські, термічні, зварювальні, фарбувальні та деревообробні відділення майстерень і машинних дворів.

Забороняється: встановлювати на відкритих майданчиках технічні засоби більше встановленої норми, утримувати автомобілі і трактори з несправними паливними системами, відкритими горловинами паливних та гідравлічних систем; зберігати паливо, за винятком палива, що міститься в баках паливної системи; залишати автомобіль або тракторний причеп з вантажем; заправляти поза встановленим місцем паливом трактори, автомобілі та інші технічні засоби; зберігати порожню тару від палива або інших горючих та легкозаймистих рідин; застосовувати відкриті джерела вогню для розігрівання двигунів, редукторів та інших систем; залишати в автомобілях і тракторах промаслені ганчірки; залишати автомобіль із включеним запалюванням.

Трактори, автомобілі та інша техніка мають надходити в майстерню зі злитим паливом. Забороняється застосовувати горючі і легкозаймисті рідини для миття деталей.

З метою запобігання травмування працівників під час пожежі потрібно

організовано покинути приміщення – евакуюватися. Для цього попередньо розробляють схему евакуації (аркуш графічної частини 3) відповідно до розрахункового часу евакуації:

$$t_n / t_p, \quad (8.7)$$

де  $t_n$  – необхідний для даного приміщення та виробництва час евакуації, хв.

$t_p$  – розрахунковий час евакуації, хв.

Розрахунковий час евакуації визначають за формулою:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (8.8)$$

де  $t_1$  – час руху людського потоку на початковій ділянці, хв.;

$t_2 \dots t_i$  – час руху людського потоку на кожній з наступних ділянок, хв.

Час руху людського потоку на початковій ділянці визначаємо за формулою:

$$t_1 = l / V_1 \quad (8.9)$$

де  $l$  – довжина першої ділянки, м;

$V_1$  – значення швидкості руху людського потоку по горизонтальному шляху на першій ділянці, залежно від щільності визначається по табл.

Таким чином загальний час евакуації з найвіддаленішого з приміщень ремонтної майстерні становить у межах 1-3,5 хв від часу повідомлення з огляду на невеликі розміри, кількість працівників, розміри проходів одноповерхової будівлі. Технологічне обладнання на усіх виробничих процесах при нормальних режимах роботи повинне бути пожежобезпечним і мати спеціальні пристрої, що обмежують масштаби пожежі на випадок несправності або аварії. Температура максимально нагрітих частин такого обладнання не повинна перевищувати температури навколишнього середовища більш як на 45 °С, але в усіх випадках не вище 60 °С.

Зварювання дозволяється виконувати на постійних або тимчасових місцях особам, які пройшли перевірку знань із пожежної безпеки і одержали

відповідний допуск із пожежної безпеки; роботи виконують за письмовим дозволом особи, котра відповідає за пожежну безпеку в господарстві. Як правило, дозвіл на виконання робіт обмежує термін виконання зварювальних робіт до 1 зміни, а при необхідності подовжити тривалість робіт у письмовому дозволі робиться відповідний запис; до роботи приступають лише після погодження з пожежною охороною. Місце виконання вогневих (зварювальних) робіт обладнують вогнегасником, лопатою, ящиком з піском. При наявності пожежного крана до нього приєднують відповідний рукав із пристроєм. Якщо в місці (поблизу) зони зварювання знаходяться спалімі конструкції, то їх надійно захищають металевими екранами або поливають водою. При цьому стежать, щоб не розліталися іскри і розплавлений метал. Після закінчення робіт такі місця поливають водою і ретельно оглядають, щоб запобігти можливому загорянню.

Уся зварювальна апаратура повинна бути абсолютно справною. Не дозволяється виконувати вогневі роботи в одязі, просоченому маслами та іншими нафтопродуктами, на свіжопофарбованих конструкціях, а також у кабінах для зварювання, якщо в них зберігаються промаслений одяг, ганчірки, легкозаймисті і легкоспалімі рідини, одяг та інші матеріали.

При виконанні ковальських робіт відкритий вогонь ковальського горну та нагрітий метал є основними джерелами запалювання. У зв'язку з цим стіни ковальських відділень у ремонтних майстернях слід виготовляти з неспалених матеріалів з межею вогнестійкості не менше 2 год. Канали для виведення диму повинні бути обладнані іскроуловлювачами. В приміщенні кузні не дозволяється залишати та нагромаджувати різні спалімі матеріали.

При виконанні шиноремонтних робіт приміщення забруднюються гумовим пилом та пилом різних тканин, а розчинники клею можуть створити пожежовибухонебезпечну концентрацію парів у повітрі. Тому такі приміщення обов'язково обладнують вентиляцією з необхідним обміном повітря, електрообладнання повинне мати вибухонебезпечне виконання. Дозволяється зберігати в приміщенні лише добовий запас клею, а розчинники зберігають у герметичній тарі.

Матеріал підлоги, дверей, що відкриваються назовні, і стін має бути неспалимим, світильники допускається застосовувати герметичні або замуrowані в стінах; електропровідники прокладають у газових трубах; електровимикачі розміщують поза приміщенням.

При виконанні паяльних робіт основну небезпеку створюють паяльні лампи і нагріті метали. Забороняється використовувати несправні паяльні лампи, на випадок їх гасіння треба мати кошму. На робочих місцях не допускається тримати спалимі матеріали. Конструкції, що можуть загорятися, розміщені від джерела вогню менше як 5 м, повинні бути захищені металевими екранами або поливатися водою.

При виконанні лакофарбових робіт існує небезпека вибуху і пожежі, бо фарби розчинені за допомогою легкозаймистих речовин (спирти, ацетон, ефіри, уайт-спиріт та інші). Пожежу може спричинити також самозагоряння волокнистих матеріалів, просочених скипидаром і фарбами. Вибух пароповітряної суміші в повітроводах може виникнути від іскор електрообладнання вентиляційних систем або при терті ротора вентилятора по корпусу вентилятора. Джерелом виникнення іскор можуть бути штепсельні з'єднання, вимикачі, світильники, якщо вони встановлені з порушенням правил пожежної безпеки.

Для запобігання пожежам і вибухам не допускається виникнення іскор, підлогу влаштовують неспалиму, а все електричне обладнання у герметичному виконанні. Приміщення, в яких здійснюється пульверизаційне фарбування, повинне бути без перекриття, з легкою покрівлею і збільшеними світловими отворами чи ліхтарями. В приміщеннях фарбування встановлюють установки для автоматичного пожежогасіння, а сушильні камери обладнують відповідними контролюючими приладами.

### **8.3 Нормування та методи захисту від радіаційних випромінювань**

Радіаційна безпека та протирадіаційний захист у практичній діяльності виходять з таких основних принципів:

принципу виправданості – будь-яка практична діяльність, що супроводжується опроміненням людей, не повинна здійснюватися, якщо вона не приносить більшої користі опроміненним особам або суспільству загалом порівняно зі шкодою, яку вона заподіює;

принципу неперевищення – рівні опромінення від усіх значущих видів практичної діяльності не повинні перевищувати встановлених лімітів;

принципу оптимізації – рівні індивідуальних доз та/або кількості опромінених осіб кожним ДІВ повинні бути такими малими, яких тільки можна досягти з урахуванням економічних та соціальних факторів.

Ліміти доз встановлені на рівнях, що виключають можливість виникнення детерміністичних ефектів опромінення і водночас гарантують таку низьку ймовірність виникнення стохастичних ефектів опромінення, що вона прийнятна як для окремих осіб, так і для суспільства загалом.

Нормування радіаційної безпеки здійснюють для таких категорій осіб (табл. 8.1):

А (персонал) – особи, які постійно або тимчасово працюють безпосередньо з ДІВ;

Б (персонал) – особи, які безпосередньо не зайняті на роботах з ДІВ, але у зв'язку з розташуванням робочих місць у приміщеннях та на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть додатково опромінитись;

Таблиця 8.1 – Річні ліміти дози опромінення

Річні ліміти дози опромінення, мЗв	Категорії осіб, які зазнають опромінення		
		Б (а)	В (а)
Ефективної Еквівалентної зовнішнього опромінення:	20 (в)	2	1
для кришталика ока	150 500	15 50	15 50
шкіри кистей і стоп	500	50	

Примітка: а – розподіл дози опромінення протягом календарного року не регламентується; б – для жінок дітородного віку (до 45 років) і вагітних діють окремі обмеження; в – у середньому за будь-які послідовні 5 років, але щонайбільше 50 мЗв за окремий рік.

В – населення загалом.

Окрім наведених лімітів для персоналу категорії А НРБУ-97 встановлено такі допустимі рівні:

надходження радіонуклідів через органи дихання;  
 концентрація радіонукліду в повітрі робочої зони;  
 щільність потоку радіоактивних частинок;  
 потужність дози зовнішнього опромінення;  
 забруднення шкіри, спецодягу та робочих поверхонь.

Для персоналу категорії Б діють перші два з наведених рівнів. Щодо населення (категорія В) регламентуються:

допустиме надходження радіонуклідів через органи дихання і травлення;  
 допустимі концентрації радіонуклідів у повітрі та питній воді, допустимий скид і викид у довкілля.

Друга група регламентів передбачає обмеження опромінення людини від медичних джерел. Ідеться про рентгенологічні та радіоізотопні обстеження, медичне опромінення добровольців.

Третя група стосується відвернутої внаслідок втручання дози опромінення населення в умовах радіаційної аварії.

Найбільший інтерес для широкого загалу становить четверта група регламентів щодо відвернутої внаслідок втручання дози опромінення населення від техногенно підсилених джерел природного походження.

Регламенти цієї групи спрямовані на зменшення доз хронічного опромінення людини від техногенно підсилених джерел природного походження. Протирадіаційний захист в умовах хронічного опромінення базується на системі заходів (контрзаходів), які завжди є втручанням у життєдіяльність людини чи сферу господарського та соціально-побутового функціонування території.

Підставою для рішення про доцільність вжиття того чи іншого контрзаходу є оцінка й порівняння користі для здоров'я людей за рахунок відвернутої втручанням дози та шкоди, що може бути заподіяна цим втручанням при реалізації контрзаходу.

Кількісними критеріями, що забезпечують виконання цих вимог, є рівні втручання та рівні дій.

Рівні втручання виражаються в термінах відвернутої дози, тобто дози, яку передбачається відвернути за час дії контрзаходу, пов'язаного з втручанням. Рівні дій виражаються в термінах таких показників радіаційної ситуації, які можна вимірювати, зокрема:

ефективної питомої активності ( $A_{ef}$ ) природних радіонуклідів у мінеральній сировині та будівельних матеріалах;

потужності поглиненої в повітрі дози (ППД гамма-випромінювання);

середньорічної еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) ізотопів радону в повітрі приміщень і робочих місцях;

питомої активності природних радіонуклідів у питній воді;

питомої активності природних радіонуклідів у мінеральних добривах;

питомої активності природних радіонуклідів у виробах з порцеляни, фаянсу та глини;

питомої активності природних радіонуклідів у мінеральних барвниках.

Однією з основних характеристик джерела радіоактивного випромінювання є його активність, що виражається кількістю радіоактивних перетворень за одиницю часу.

Активність  $A$  радіонуклідного джерела - міра радіоактивності, яка дорівнює співвідношенню кількості  $dN$  самовиникаючих ядерних перетворень у цьому джерелі за невеликий інтервал часу  $dt$  до цього інтервалу часу:

$$A = \frac{dn}{dt}$$

Одиниця активності - кюрі (Ки),  $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10}$  ядерних перетворень за 1 секунду. В системі СІ одиниця активності - бекерель (Бк). 1 Бк дорівнює 1 ядерному перетворенню за 1 секунду або 0,027 нКи.

Небезпека, викликана дією радіоактивного випромінювання на організм людини, буде тим більшою, чим більше енергії передасть тканинам це випромінювання. Кількість такої енергії, переданої організму, або поглинутої ним, називається дозою.

Розрізняють експозиційну, поглинуту та еквівалентну дозу іонізуючого випромінювання.

Ступінь іонізації повітря оцінюється за експозиційною дозою рентгенівського або гамма-випромінювання.

Експозиційною дозою ( $X$ ) називається повний заряд  $dQ$  іонів одного знака, що виникають у малому об'ємі повітря при повному гальмуванні всіх вторинних електронів, утворених фотонами до маси повітря  $dm$  в цьому об'ємі:

$$X = \frac{dQ}{dm}.$$

Одиницею вимірювання експозиційної дози є кулон на 1 кг (Кл/кг). Позасистемна одиниця - рентген (Р);  $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{14}$  Кл/кг.

Експозиційна доза характеризує потенційні можливості іонізуючого випромінювання.

Біологічна дія іонізуючих випромінювань на організм людини, в першу чергу, залежить від поглинутої енергії випромінювання.

Поглинута доза випромінювання ( $D$ ) - це фізична величина, яка дорівнює співвідношенню середньої енергії, переданої випромінюванням речовині в деякому елементарному об'ємі, до маси речовини в ньому:

$$D = \frac{dE}{dm}.$$

де  $E$  – енергія (Дж);



$m$  – маса речовини (кг).

Одиниця вимірювання поглинутої дози - грей (Гр.);  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ .

Застосовується також позасистемна одиниця - рад.  $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$ .

Однак поглинута доза не враховує того, що вплив однієї і тієї самої дози різних видів випромінювань на окремі органи і тканини, як і на організм в цілому, неоднаковий. Наприклад,  $\alpha$ -випромінювання спричиняє ефект іонізації майже у 20 разів більший, ніж  $\beta$ - та  $\gamma$ -випромінювання. Для порівняння біологічної дії різних видів випромінювань при вирішенні задач, пов'язаних із радіаційним захистом, НРБУ-97 введено поняття еквівалентної дози в органі або тканині ( $H_T$ ), величина якої визначається як добуток поглинутої дози в окремому органі або тканині ( $D_T$ ) на радіаційний зважуючий фактор  $W_R$ , величина якого залежить від відносної біологічної ефективності іонізуючого випромінювання, тобто

$$H_T = D_T \cdot W_R.$$

Одиниця еквівалентної дози в системі СІ - зіверт (Зв). Позасистемна одиниця еквівалентної дози - бер - біологічний еквівалент рада.  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$ .

Для оцінки можливих наслідків опромінення організму людини з урахуванням радіаційної чутливості окремих органів і тканин тіла людини НРБУ-97 введено поняття ефективної дози ( $E$ ), яка визначається як сума добутоків еквівалентних доз у тканинах і органах ( $H_T$ ) на відповідні тканинні зважуючі фактори  $W_T$ , тобто

$$E = \sum H_T W_T (\text{Зв, бер}).$$

Для органів тіла людини  $W_T$  знаходиться в межах від 0,20 (гонади) до 0,01 (шкіра).

Розподіл дози в часі характеризується поняттям потужності дози, яка визначається виразом

$$P (D, H_T, E) = \frac{D, H_T, E}{t}, \left( \frac{\text{Гр, Зв, бер}}{\text{год}} \right).$$

У результаті дії іонізуючого випромінювання на організм людини в тканинах можуть виникати складні фізичні, хімічні та біологічні процеси. При цьому порушується нормальне протікання біохімічних реакцій та обмін речовин в організмі.

В залежності від поглинутої дози випромінювання та індивідуальних особливостей організму викликані зміни можуть носити зворотний або незворотний характер. При незначних дозах опромінення уражені тканини відновлюються. Тривалий вплив доз, які перевищують гранично допустимі межі, може викликати незворотні зміни в окремих органах або у всьому організмі й виразитися в хронічній формі променевої хвороби. Віддаленими наслідками променевого ураження можуть бути променеві катаракти, злоякісні пухлини.

При вивченні дії на організм людини іонізуючого випромінювання були виявлені такі особливості:

- висока руйнівна ефективність поглинутої енергії іонізуючого випромінювання, навіть дуже мала його кількість може спричинити глибокі біологічні зміни в організмі;
- присутність прихованого періоду негативних змін в організмі, він може бути досить довгим при опроміненнях у малих дозах;
- малі дози можуть підсумовуватися чи накопичуватися;
- випромінювання може впливати не тільки на даний живий організм, а й на його нащадків (генетичний ефект);
- різні органи живого організму мають певну чутливість до опромінення. Найбільш чутливими є: кришталик ока, червоний кістковий мозок, щитовидна залоза, внутрішні (особливо кровотворні) органи, молочні залози, статеві органи;
- різні організми мають істотні відмінні особливості реакції на дози опромінення;
- ефект опромінення залежить від частоти впливу іонізуючого випромінювання. Одноразове опромінення у великій дозі спричиняє більш важкі наслідки, ніж розподілене у часі.

При одноразовому опроміненні всього тіла людини можливі такі біологічні порушення в залежності від сумарної поглинутої дози випромінювання:

До 0,25 Гр (25 рад) - видимих порушень немає;

0,25 ... 0,5 Гр (25 ... 50 рад) - можливі зміни в складі крові;

0,5 ... 1,0 Гр (50 ... 100 рад) - зміни в складі крові,

нормальний стан працездатності порушується;

1,0 ... 2,0 Гр (100 ... 200 рад) - порушується нормальний

стан, можлива втрата працездатності;

2,0 ... 4,0 Гр (200 ... 400 рад) - втрата працездатності, можливі смертельні наслідки;

4,0 ... 5,0 Гр (400 ... 500 рад) - смертельні наслідки складають 50% від загальної кількості потерпілих;

6 Гр і більше (понад 600 рад) - смертельні випадки досягають 100% загальної кількості потерпілих;

10 ... 50 Гр (1000 ... 5000 рад) - опромінена людина помирає через 1-2 тижні від крововиливу в шлунково-кишковий тракт.

Доза 60 Гр (6000 рад) призводить до того, що смерть, як правило, настає протягом декількох годин або діб. Якщо доза опромінення перевищує 60 Гр, людина може загинути під час опромінення ("смерть під променем").

Репродуктивні органи та очі мають особливо високу чутливість до опромінення. Одноразове опромінення сім'яників при дозі лише 0,1 Гр (10 рад) призводить до тимчасової стерильності чоловіків, доза понад 2 Гр (200 рад) може призвести до сталої стерильності (чи на довгі роки). Яєчники менш чутливі, але дози понад 3 Гр (300 рад) можуть призвести до безпліддя. Для цих органів сумарна доза, отримана за кілька разів, більш небезпечна, ніж одноразова, на відміну від інших органів людини.

Очі людини уражаються при дозах 2...5 Гр (200...500 рад). Встановлено, що професійне опромінення із сумарною дозою 0,5...2 Гр (50...200 рад), отримане протягом 10-20 років, призводить до помутніння кришталика.

Небезпека радіоактивних елементів для людини визначається здатністю організму поглинати та накопичувати ці елементи. Тому при потраплянні

радіоактивних речовин усередину організму уражаються ті органи та тканини, у яких відкладаються ті чи інші ізотопи: йод - у щитовидній залозі; стронцій - у кістках; уран і плутоній - у нирках, товстому кишечнику, печінці; цезій - у м'язовій тканині; натрій поширюється по всьому організму. Ступінь небезпеки залежить від швидкості виведення радіоактивних речовин з організму людини. Більша частина людських органів є мало чутливою до дії радіації. Так, нирки витримують сумарну дозу приблизно 23 Гр (2300 рад), отриману протягом п'яти тижнів, сечовий міхур - 55 Гр (5500 рад) за один місяць, печінка - 40 Гр (4000 рад) за місяць.

Ймовірність захворіти на рак знаходиться в прямій залежності від дози опромінення. Перше місце серед онкологічних захворювань займають лейкози. Їх дія, що веде до загибелі людей, виявляється приблизно через 10 років після опромінення.

Закон України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку" від 8 лютого 1995 р. № 39/95-ВР є основоположним у ядерному законодавстві України. Він встановлює пріоритет безпеки людини та навколишнього природного середовища, права і обов'язки громадян у сфері використання ядерної енергії, регулює діяльність, пов'язану з використанням ядерних установок і джерел іонізуючого випромінювання, встановлює правові основи міжнародних зобов'язань України щодо використання ядерної енергії. До основних принципів радіаційного захисту при використанні ядерної енергії належать такі:

не допускається жодний вид діяльності, пов'язаний з іонізуючим випромінюванням, якщо кінцева вигода від такої діяльності не перевищує заподіяної нею шкоди;

межі індивідуальних доз, кількість осіб, які опромінюються, і ймовірність опромінення від будь-якого з видів іонізуючого випромінювання повинні бути найнижчими з тих, яких можна практично досягти з урахуванням економічних і соціальних факторів;

опромінення людини від будь-яких джерел і видів діяльності не повинно перевищувати встановлених меж.

Цей закон гарантує також право громадян на компенсування шкоди, заподіяної негативним впливом іонізуючого випромінювання в разі використання ядерної енергії.

Питання захисту людини від впливу радіаційних випромінювань постали одночасно з їх відкриттям. Це пояснюється, по-перше, тим, що радіаційне випромінювання швидко почало застосовуватися в науці та на практиці, і, по-друге, комплексом виявлених їхніх негативних впливів на організм людини.

У нашій країні захист працюючих від впливу радіаційного випромінювання забезпечується системою загальнодержавних заходів. Вони складаються з комплексу організаційних і технічних заходів. Ці заходи залежать від конкретних умов роботи з джерелами іонізуючого випромінювання та від типу джерела випромінювання.

Для захисту від зовнішнього опромінювання, яке має місце при роботі із закритими джерелами випромінювання, основні зусилля необхідно направити на попередження переопромінення персоналу шляхом:

- збільшення відстані між джерелом випромінювання і людиною (захист відстанню);
- скорочення тривалості роботи в зоні випромінювання (захист часом);
- екранування джерела випромінювання (захист екранами).

## 9 ЕКОЛОГІЯ

### 9.1 Загальні відомості

Серед соціальних та екологічних тенденцій, що формують наше майбутнє, є стрімке зростання чисельності населення, укорінення хибних моделей споживання, скорочення посівних площ на душу населення, надмірне викачування підземних вод, поширення стійких органічних забруднювачів у ґрунтах, водах, повітрі. Внаслідок цього людство постало перед загрозою виснаження природних ресурсів, проблемами виробництва продовольства та незадовільного харчування, глобальних кліматичних змін, поширення нових хвороб, загибелі місцевих екосистем.

Одним з найскладніших видів виробництва продукції, необхідної для людини, є сільське господарство. Його розвиток і кінцеві результати визначаються якістю і станом основних компонентів біосфери – ґрунту, води, повітря, знанням закономірностей оновлення природних ресурсів. Лише на основі дбайливого ставлення до природи можна розвивати сільське господарство не лише сьогодні, але й в майбутньому. Науково-технічний прогрес в агропромисловому комплексі повинен узгоджуватися із збереженням рівноваги в природі. Сучасне аграрне виробництво повинно максимально врахувати екологічні особливості землеробських регіонів, їх природних ресурсів та умов.

Безумовно вирішальну роль у переорієнтації напрямків і характеру майбутнього розвитку суспільства, гармонізації взаємовідносин між людиною і природою відіграватиме сучасна молодь, зокрема, майбутні фахівці сільського господарства.

### 9.2 Шляхи покращення екологічного стану господарств при експлуатації об'єкту дослідження

В даних господарствах району можна сказати, що вплив на навколишнє середовище є мінімальним. Цьому сприяє те, що використання ПММ

проводиться чітко визначений необхідності, що зменшує нераціональне їх використання. Це стосується і використання мінеральних добрив і засобів захисту. Щодо збереження ґрунтів, то в господарствах району застосовують правильну оранку схилів, але потрібно більш уваги приділяти використанню при обробітку земель більш легких машин і знарядь, а також зменшувати кількість обробітку. Потрібно вдосконалювати контроль за застосуванням різних добрив, до заправки на полі. Проводити жорсткіший контроль за використанням, зберіганням паливо мастильних матеріалів.

В цілому по господарствах потрібно проводити систематичне прибирання побутового сміття. Створити контроль над внесенням мінеральних добрив і отрутохімікатів.

Також існує проблема проведення ремонтних робіт каналізаційної системи та очисних споруд. Потрібно проводити озеленення територій.

### **9.3 Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище**

Під шкідливістю автомобільного транспорту розуміють рівень його негативного впливу на населення, виробничий персонал і навколишнє природне середовище.

Джерелами негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище є: токсичні відпрацьовані гази; токсичні картерні гази; випаровування палива, мастил, кислот; насичення продуктами зношення автошин; спрацьовані деталі машин і т.д.; забруднення виробничих приміщень під час технічного обслуговування, ремонту і зберігання автомобілів; забруднення води, ґрунту під час щоденного обслуговування; споживання кисню для процесу згорання; шум під час руху автомобіля.

Токсичність відпрацьованих газів визначається наявністю в них шкідливих компонентів, а також тетраетилсвинцю під час використання етильованого бензину (для бензинових двигунів).

З відпрацьованими газами в навколишнє середовище викидається близько 1200 елементів і їх сполук, з яких розшифровано не більше 200. Відпрацьовані гази складаються з нешкідливих речовин (пари води,

вуглекислий газ, кисень, азот, водень і інші), а також великої кількості шкідливих речовин, основний склад яких наведено у таблиці 9.1.

Оксид вуглецю – це газ без запаху та кольору, легший за повітря, що дозволяє йому легко переміщуватися у верхніх шарах атмосфери і змішуватися з повітрям в різних співвідношеннях. Оксид вуглецю практично не діє на шкіру людини і живих організмів. Потрапляючи через верхні дихальні шляхи людини, дуже легко в легенях з'єднується з гемоглобіном крові (краще, ніж кисень у 200 разів), утворюючи карбоксигемоглобін. В результаті цього кисень не може потрапити до гемоглобіну і тоді настає кисневе “голодування” організму. Першою вражається центральна нервова система, що призводить до млявості, появи тупого пульсуючого болю у голові, нудоти, забарвлення шкіри у блідий колір. Всі ці ознаки, якщо на них не звернути уваги, можуть призвести до смерті. Оксид вуглецю особливо шкідливий для водіїв тому, що при отруєнні знижується реакція водія, особливо зорова.

Вуглеводні. Причиною їх утворення є недостатня кількість кисню для повного спалювання палива. Вуглеводні подразнюють верхні дихальні шляхи людини і живих організмів. Мають загальну токсичну дію. Деякі з вуглеводнів (ненасичені, такі як етилен) дуже шкідливо діють на рослини.

Таблиця 9.1 – Основний склад шкідливих речовин у відпрацьованих газах

№ п/п	Компонент	Вміст, % (за об'ємом) у відпрацьованих газах		Примітка
		Бенз. дв.	Дизел. дв.	
1.	Оксид вуглецю	1-10	0,02-0,5	токсичний
2.	Оксиди азоту	0-0,8	0,001-0,4	токсичний
3.	Вуглеводні	0,2-3,0	0,01-0,5	токсичний
4.	Альдегіди (акролоїн)	0,02	0-0,09	токсичний
5.	Оксиди сірки	0,2-0,002	0-0,03	токсичний
6.	Сірка	0,008	0,08	токсична
7.	Сажа, г/м <sup>3</sup>	0,05	0,01-1,5	канцерогенний
8.	Бенз-α-пирен, мг/м <sup>3</sup>	до 0,02	до 0,01	високотоксичний



Оксиди азоту. Утворюються в циліндрах двигунів при високій температурі і наявності вільного кисню. Оксиди азоту викидаються, як правило, у двох формах:  $\text{NO}$  і  $\text{NO}_2$ .  $\text{NO}_2$  найбільш шкідливий і є газом бурого кольору з неприємним запахом, практично миттєво діє на рослинний світ. Оксиди азоту, особливо вищі, при з'єднанні з парами води на верхніх дихальних шляхах утворюють ряд азотистих кислот, які руйнують живу тканину, інколи викликаючи хімічні опіки. Їх дія на протязі тривалого часу викликає тяжкі професійні захворювання.

Оксиди сірки. В автомобільному паливі (бензині і дизельному паливі) у вільному стані знаходиться сірка. Згораючи в циліндрах двигунів, сірка утворює оксиди сірки  $\text{SO}_2$  і  $\text{SO}_3$ . З'єднуючись із парами води на слизистій оболонці верхніх дихальних шляхів, може утворювати сірчану або сірну кислоти, які руйнують тканину. Оксиди азоту і сірки негативно діють на рослини, руйнуючи живі тканини. Свинець та його з'єднання. Свинець і його з'єднання відносяться до групи важких металів, які здатні накопичуватися в рухомо-опорному апараті людини і тварини. З організму практично не виводяться, викликаючи тяжкі захворювання, інколи онкологічні. Свинець інтенсивно накопичується в придорожніх смугах, тому не можна використовувати харчові продукти біля доріг (відстань до 120м в обидві сторони).

Альдегіди. Утворюються в циліндрах двигуна особливо тоді, коли він працює з детонацією. Викидається у двох формах: формальдегід – газ без кольору з дуже неприємним різким запахом, подразнює органи дихання і має загальну токсичну дію на організм людини; акролеїн – рідина жовтуватого кольору з низькою температурою кипіння, пари значно тяжчі за повітря, тому акролеїн здатний накопичуватися в низьких місцях, має загальну токсичну дію на організм людини і навколишнє середовище.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні. Утворюються в циліндрах двигуна, коли в камері згорання вигорає мастило, при цьому утворюється бенз- $\alpha$ -пирен і пирен. Найбільш шкідливий бенз- $\alpha$ -пирен – це кристали жовтуватого кольору з температурою плавлення  $50-60^\circ\text{C}$ . При потраплянні в організм викликають

дуже тяжкі захворювання, в тому числі онкологічні.

Сажа. Утворюється в окремих частинах камери згоряння двигуна завдяки нерівномірному розподілу палива по всьому об'єму. При високій температурі і відсутності кисню відбувається піроліз палива, тобто процес утворення вільного вуглецю. Вплив сажі на навколишнє середовище і людину наступний: викликає подразнюючу дію верхніх дихальних шляхів; малі частинки здатні накопичуватися в легенях людини і інших організмах і практично не виводяться; погіршує видимість на автомагістралях (може бути в повітрі до 8 діб); є переносником різних шкідливих речовин (особливо поліциклічних вуглеводнів).

Для нормування шкідливих викидів транспортних засобів в умовах експлуатації використовуються наступні нормативні документи. З 1 січня 1988 року введено в дію держстандарт ГОСТ 17.2.2.03-87 "Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводорода в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями", а в 2004 році ДСТУ 4277:2004 в українській редакції Згідно цього стандарту перевіряється і обмежується вміст оксиду вуглецю і вуглеводнів у двох режимах: мінімальної частоти обертання колінчатого валу двигуна в режимі холостого ходу; підвищення кількості обертів колінчатого валу двигуна в режимі холостого ходу.

Норми вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах бензинового двигуна згідно ГОСТ 17.2.2.03-87 наведено у таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Норми вмісту шкідливих речовин

Режим перевірки	Оксид вуглецю, %	Вуглеводні, млн. <sup>-1</sup>	
		до 4-х циліндрів	більше 4-х циліндрів
Мінімальна частота обертання колінчатого валу в режимі х.х.	1,5	1600	3000
Підвищена частота обертання колінчатого валу в режимі х.х.	2,0	600	1000

При перевірці вмісту оксиду вуглецю органами в режимі мінімальної частоти обертання колінчатого валу двигуна допускається вміст оксиду вуглецю до 3%.

Для дизельних двигунів нормується така шкідлива речовина як сажа, кількість якої у відпрацьованих газах визначає димність. ГОСТ 21393-75 "Автомобіли с дизелем, димність отработавших газів. Норми и методи" обмежує димність відпрацьованих газів автомобілів з дизелем, що знаходяться в умовах експлуатації. У цей стандарт у 1987 році були введені деякі поправки. Стандарт передбачає перевірку димності в двох режимах: вільного прискорення; максимальної частоти обертання колінчатого валу в режимі холостого ходу.

Ці режими легко відтворити в умовах експлуатації без будь-якого спеціального обладнання за винятком димомірів (приладів для вимірювання димності відпрацьованих газів).

Норми димності відпрацьованих газів дизелів транспортних засобів згідно ГОСТ 21393-75 наведені у таблиці 9.3.

Але на автомобільному транспорті джерелом забруднення навколишнього середовища є не тільки автомобілі, а і виробництво по технічному обслуговуванню і ремонту автомобілів.

Таблиця 9.3 – Норми димності відпрацьованих газів дизелів транспортних засобів

Режим перевірки	Димність звичайних дизелів, %	Димність дизелів з турбонаддувом, %
Вільного прискорення	40	50
Максимальної частоти обертання в режимі холостого ходу	15	15

Основними джерелами викидів на автотранспортних підприємствах є:

1) Акумуляторна дільниця. При виконанні робіт на цій дільниці мають місце такі шкідливі компоненти: пари сірної і соляної кислот; сірчаний ангідрид; водневі сполуки та інші компоненти.

2) Зварювальна дільниця. Вміст шкідливих викидів наступний: тверді і газоподібні компоненти, до яких відносяться зварювальний аерозоль у складі марганцю та його оксидів; оксид хрому; сполуки кремнію; фтористий водень; оксиди азоту і вуглецю.

3) Ковальсько-ресорна дільниця. Вміст шкідливих речовин залежить від складу пального або енергії, що використовується для ковальських горнів. До основних шкідливих речовин відносяться: оксид вуглецю; оксид азоту; оксид сірки; пари мастил; хлористий водень; аерозолі солей і золи; пил.

4) Малярна дільниця. Склад і маса забруднюючих речовин при фарбуванні залежить від кількості та складу використаного матеріалу, способу їхнього нанесення і сушіння. Основними шкідливими речовинами є: аерозолі фарб; пари фарборозчинників (хлорбензол, спирти, толуол і інші); інгредієнти плівкоутворюючих речовин та інші речовини.

5) Мідницько-радіаторна дільниця. Вміст шкідливих речовин залежить від виду технологічної підготовки відтворюваної поверхні: механічної (очистка, шліфування, полірування); розчинна (травлення, знежирювання, хромування); нанесення гальванічних та хімічних покриттів, паяння.

При цьому мають місце наступні шкідливі речовини: кальцинована сода; фосфати; сірчана, азотна і фосфорна кислоти; аерозолі; хлориди і інші речовини.

Всі вказані шкідливі речовини, які викидаються виробництвом по технічному обслуговуванню і ремонту автомобілів, шкідливі і небезпечні для здоров'я працівників автотранспортного підприємства, а також для навколишнього середовища, а при перевищенні граничнодопустимих викидів можуть призвести до екологічної катастрофи.

Тому в автотранспортному підприємстві розробляється екологічний паспорт, в якому визначають клас, до якого відноситься АТП, розробляється проект граничнодопустимих викидів в атмосферу і навколишнє середовище, що контролюється природоохоронними органами. При порушенні на АТП може накладатися стягнення згідно з законодавством.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

У даній роботі виконано такі види робіт:

- розраховано тягово-динамічні характеристики автомобіля УАЗ-453, розраховано потужносні характеристики двигуна та зроблено його зовнішню швидкісну характеристику;
- розроблено ТП ремонту передньої підвіски автомобіля УАЗ-453;
- зроблено підбор обладнання яке забезпечить виконання робіт для ремонту передньої підвіски автомобіля УАЗ-453;
- розроблено технологічну карту поточного ремонту передньої підвіски автомобіля УАЗ-453.
- проведено аналіз конструкції електро гідравлічного підйомнику для зняття деталей передньої підвіски автомобіля УАЗ-453;
- описано призначення, будову та принцип дії пристосування, проведено розрахунок основних деталей на міцність.
- розглянуто питання засобів САПР за допомогою яких здійснюється інженерні розрахунки;
- проведено дослідження підшипників ковзання на знос.
- розроблено проект ділянки для ремонту і ТО передньої підвіски автомобіля УАЗ-453;
- наведено організаційно-економічні вимоги до системи забезпечення технічної експлуатації автомобілів та інше.
- приведено графічну частину.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. О.Л. Ляшук, Б.М. Гевко, І.Б. Гевко, Ю.І. Пиндус, В.М. Клендій, П.В. Босюк. Методичний посібник з виконання магістерської роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавр галузі знань 27 Транспорт спеціальності 274 Автомобільний транспорт – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 71 с.
2. Дехтяринский Л.В. и др. Проектирование авторемонтных предприятий М. Транспорт, 1981, 253 с.
3. Карташов В.П. Техническое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания – М. Транспорт, 1985.
4. Крамаренко Г.В., Барашков И.В. Техническое обслуживание автомобилей. Учебник для автотранспортных техникумов. – М.: Транспорт, 1982. – 368с.
5. Крамаренко Г.В., Барашков И.В. Техническое обслуживание автомобилей. Учебник для автотранспортных техникумов. – М.: Транспорт, 1982. – 368с.
6. Методические указания по теории эксплуатационных свойств автомобильных транспортных средств по дисциплине Автомобили для студентов специальности 7.090258 Автомобили и автомобильное хозяйство /Сост. В.Б.Рудасев , Днепродзержинск, ДГТУ, – 39 с.
7. Методические указания по теории эксплуатационных свойств автомобильных транспортных средств по дисциплине Автомобили для студентов специальности 7.090258 Автомобили и автомобильное хозяйство /Сост. В.Б.Рудасев , Днепродзержинск, ДГТУ, – 39 с.
8. Методичні вказівки до дипломного проектування студентів спеціальності 7.090215 “Автомобілі та автомобільне господарство” / Укл. В.М.Литвиненко, О.Г.Чернета, Д.З.Шматко – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 1997 – 81 с.