

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Інститут транспорту і логістики**

**Кафедра залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-  
транспортних машин**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до кваліфікаційної роботи бакалавра**

галузь знань 27 Транспорт  
спеціальність 274 Автомобільний транспорт

на тему: «Проект вантажного АТП з розробкою паливної ділянки».  
Конструкторська частина. Розробка адаптивної пневматичної підвіски  
легкового автомобіля.

Виконав: студент групи ТЛ-341  
Літачевський О.О.

.....  
(підпис)

Керівник ст. викл. Кічкін О.В.

.....  
(підпис)

Завідувач кафедри Горбунов М.І.

.....  
(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Інститут транспорту і логістики

Кафедра залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Галузь знань 27 Транспорт

Спеціальність 274 Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.т.н., проф.

Горбунов М.І.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

Літачевський Олександр Олександрович

1. Тема роботи: Проект вантажного АТП з розробкою паливної ділянки.

Конструкторська частина. Розробка адаптивної пневматичної підвіски легкового автомобіля.

Керівник роботи Кічкін О.В., ст.викл.

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_ року.

3. Початкові данні до проекту:

ПАРАМЕТРЫ	Марка рухомого складу		
	МАЗ 5549	КамАЗ 5511	КрАЗ 256Б
Списочна кількість, шт.	43	17	12
Середньодобовий пробіг, км.	240	210	160
Середня технічна швидкість, км/год.	35	35	35
Середній пробіг від початку експлуатації, км	120000	80000	170000

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (основні питання): *Вступ. Обґрунтування теми проекту. Технологічний розрахунок. Генеральний план. Техніко – економічна оцінка проекту. Технічний проект ділянки. Конструкторська частина.*

Економічна частина. Висновки. Перелік використаної джерел. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень):

Генеральний план-1а.; Виробничий корпус-1а.; Планування ділянки-1а.; Конструкторська частина-5а.; Техніко-економічні показники-1а.

8. Консультанти по проекту:

Розділ	Консультант	Підпис

9. Календарний план виконання проекту:

Назва етапу	Термін виконання	Примітка
Обґрунтування проекту		
Обґрунтування теми проекту		
Технологічний розрахунок		
Генеральний план		
Техніко – економічна оцінка проекту.		
Технічний проект ділянки.		
Конструкторська частина		
Економічна частина		
Оформлення проекту		
Попередній захист		
Рецензування		
Захист в ДЕК		

Студент-дипломник

\_\_\_\_\_

(підпис)

Літачевський О.О.

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

(підпис)

Кічкін О.В.



## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота містить пояснювальну записку і 11 аркуша формату А4 графічної частини. Пояснювальна записка містить 111 аркушів, 17 таблиць, 15 малюнок.

В наведеній роботі виконаний технологічний розрахунок, за результатами якого були прийняті необхідні технічні, організаційні та економічні рішення для проектування автотранспортного підприємства (АТП). Так, зокрема, визначена площа ділянки АТП, розміри виробничого корпусу, зон і ділянок, кількість постів поточного ремонту (ТР), кількість постів технічного обслуговування (ТО) та діагностики (Д), режими роботи дільниць і постів по змінах, прийнято кількість робочих у кожній зміні, дана оцінка основними техніко-економічними показниками.

У конструкторській частині роботи проведено аналіз експлуатаційних властивостей автомобіля, обґрунтування вибору компоновальних схем передньої та задньої пневматичних підвісок, розрахунок підвіски та її елементів, проведено розрахунок плавності ходу автомобіля оздобленого новою пневматичною підвіскою. На підставі проведеної роботи зроблено техніко-економічне порівняння проекту.

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ АТП, ВИРОБНИЧИЙ КОРПУС, ПОСТ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ, ДІАГНОСТИКА, ПАЛИВНА ДІЛЯНКА, РУХОМИЙ СКЛАД, ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН, ПНЕВМОПІДВІСКА, ПНЕВМОЕЛЕМЕНТ.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Літачевський</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кічкін</i>					
<i>Н. контр.</i>					<i>СНУ ім. В. Даля каф. ЗАТ та ПТМ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Горбунів</i>					

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....	4
ЗМІСТ .....	5
ВСТУП.....	8
1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РІШЕННЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТУ .....	9
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК АТП.....	11
2.1. Вибір вихідних нормативів. Приведення різномарочного рухомого складу до однієї марки .....	11
2.2. Коригування нормативів .....	13
2.3. План обслуговування і ремонту.....	17
2.4. Виробнича програма .....	21
2.5. Розподіл трудомісткості ТО і ТР за видами робіт .....	25
2.6. Програма робіт з діагностування.....	26
2.7. Розрахунок чисельності виробничих робітників .....	27
2.8. Розподіл сумарного обсягу робіт з виробничим зонам і ділянкам .....	29
2.9. Розрахунок числа постів ТО, ТР та діагностики.....	29
2.10. Розрахунок числа місць очікування .....	33
2.11. Розрахунок площ виробничо–складських приміщень .....	34
2.12. Розрахунок площ зони зберігання автомобілів і території підприємства. ....	37
3. ПЛАНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ТА ВИРОБНИЧО–СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ .....	39
3.1. Генеральний план.....	39
3.1.1. Розрахунок площі та проектування зони зберігання рухомого складу .....	39
3.1.2. Визначення площі території підприємства .....	41

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

	6
3.1.3. Склад будівель і споруд підприємства і їх призначення .....	42
3.1.4. Опис схеми генерального плану .....	43
3.1.5. Розрахунок основних показників генерального плану .....	44
3.2. Виробничий корпус.....	44
4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....	46
5. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЕКТ ПАЛИВНОЇ ДІЛЯНКИ.....	50
5.1. Призначення і організація робіт на ділянці.....	50
5.2. Вибір технологічного обладнання.....	51
5.3. Розрахунок показників рівня механізації паливного ділянки .....	51
6. ВПЛИВ ПІДВІСКИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АВТОМОБІЛЯ. .....	56
7. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОМПАНОВАЛЬНОЇ СХЕМИ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ .....	60
7.1. Задня підвіска .....	63
7.2. Передня підвіска.....	70
8. РОЗРАХУНОК ПІДВІСКИ .....	72
8.1. Визначення сил, які діють на передню та задню осі автомобіля статично при спорядженій та повній масах автомобіля .....	72
8.2. Визначення жорсткості підвісок.....	75
8.3. Вертикальна пружна характеристика підвіски .....	78
8.4. Обґрунтування вибору типу пружних пневмоелементів.....	80
8.5. Розрахунок пружного пневмоелемента рукавного типу передньої підвіски .....	84
8.6. Розрахунок пружного пневмоелемента рукавного типу задньої підвіски ..	90
8.7. Плавність ходу.....	94

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	7
9. ПЛАВНІСТЬ ХОДУ .....	98
10. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНЕ ПОРІВНЯННЯ ПРОЕКТУ .....	102
11. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК .....	104
ВИСНОВКИ.....	109
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	110

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВСТУП

Підтримання автомобіля в працездатному стані при найменших витратах засобів і праці - основне завдання технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Одним з основних завдань технічної експлуатації автомобілів є визначення шляхів і методів найбільш ефективного управління технічним станом і працездатністю автомобільного парку, тому управління є однією з найважливіших функцій інженера.

Важливість безперервного вдосконалення методів організації та управління визначається швидкорослими масштабами і складністю сучасного виробництва.

При розгляді питання вдосконалення систем ТО і ремонту треба обов'язково враховувати плановість і необхідність інтенсифікації розвитку економіки, досягнення НТП, що забезпечують розробку і реалізацію довгострокових вимог до надійності автомобілів і розвитку технічної експлуатації, заснованих на користь народного господарства в цілому.

Ефективність використання автотранспортних засобів залежить від досконалості організації перевізного процесу та властивості автомобілів зберігати в певних межах значення параметрів, що характеризують їх здатність виконувати необхідні функції. У процесі експлуатації автомобіля його функціональні властивості поступово погіршуються внаслідок зношування, корозії, пошкодження деталей, втоми матеріалу, з якого вони виготовлені, та ін. В автомобілі з'являються різні несправності (дефекти), що знижують ефективність його використання. Для попередження появи дефектів і своєчасного їх усунення автомобіль піддають технічному обслуговуванню (ТО) і ремонту.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РІШЕННЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТУ

Для повного і своєчасного задоволення потреб країни і населення в перевезеннях, підвищення ефективності та якості робіт транспорту потрібно підвищення надійності рухомого складу, зміцнення матеріально-технічної бази транспорту, поліпшення ТО і ТР автомобілів.

У сучасних умовах важливим напрямком в розвитку виробництва і господарства в цілому є централізація, концентрація і спеціалізація виробництва. Зростання концентрації виробництва створює можливість впровадження сучасних технологічних процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів, підвищення рівня механізації виконуваних робіт за рахунок впровадження більш сучасних технічних засобів і кращого їх використання.

Якість реконструкції, розширення технічного переоснащення і нового будівництва виробничо-технічної бази, багато в чому визначається якістю відповідних проектів, які повинні відповідати всім сучасним вимогам, що пред'являються до капітального будівництва.

Основні вимоги полягають у забезпеченні високого технічного рівня і високої економічної ефективності проєктованих підприємств, будівель, споруд шляхом максимального використання новітніх досягнень науки і техніки.

Основними необхідними умовами високоякісного проєктування є:

- належне обґрунтування призначення місцевості та місця розташування, а також його відповідність прогресивним формам організації та експлуатації автотранспорту;

- вибір земельної ділянки з урахуванням кооперування місцевих мережевих комунікацій;

- уніфікація об'ємно - планувальних рішень будівлі з застосуванням найбільш економічних збірних конструкцій, типових деталей промислового виготовлення і сучасних будівельних матеріалів;

*- мирне використання зарубіжного досвіду.*

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.

Особливу роль при розробці проекту грає технологічне проектування, результати якого багато в чому визначають рівень виробництва, ТО і ТР автомобілів і служать основою для розробки інших частин проекту. В основу технологічного проектування повинні бути покладені сучасні технології, організація виробництва та обслуговування автомобілів, максимальна механізація виробничих процесів, ефективне використання виробничих площ, раціональне взаємне розташування виробничих, складських та допоміжних площ.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК АТП

### 2.1. Вибір вихідних нормативів. Приведення різномарочного рухомого складу до однієї марки

Крім основних вихідних даних, зазначених у завданні на технологічне проектування, для виконання розрахунків необхідно вибрати періодичності технічного обслуговування ТО–1 і ТО–2, пробіг до капітального ремонту (КР), трудомісткості щоденного обслуговування (ЕО), ТО–1, ТО–2, поточного ремонту (ТР), а також тривалість простоїв ТО і ремонті. Ці дані приймаємо відповідно до нормативних документів та вимогами з експлуатації даних марок автомобілів [1,2,3,4].

Таблиця 2.1–Основні вихідні дані розрахунку АТП

ПАРАМЕТРИ	Марка рухомого складу		
	МАЗ	КамАЗ	КрАЗ
Списочное число, шт.	5549	5511	256Б
Середньодобовий пробіг, км.	43240	17	12
Середня технічна швидкість, км / ч.	240	210	160
Середній пробіг з початку експлуатації, км.	35	35	35
	1200 00	80000	1700 00

В вихідних даних до технологічного розрахунку АТП заданий різний за марками рухомий склад, що передбачає складання плану обслуговування та виробничої програми для кожної моделі автомобіля. Для спрощення розрахунків всі автомобілі можна наводити по скоригованій трудомісткості ТО і ТР до однієї моделі.

Вибрані значення основних нормативів ТО і ТР, а також результати розрахунку сумарної трудомісткості зводимо в таблицю 2.2.

Приведення заданих автомобілів здійснюємо до марки: МАЗ–5549

$$A_{ПР} = A_m + \sum_{i=1}^n (A_i \cdot \frac{T_i}{T_m}) \quad (2.1)$$

де:  $A_m$  – кількість автомобілів марки, до якої наводяться всі інші;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

$A_i, T_i$  – Відповідно кількість і сумарна питома трудомісткість всіх видів впливів приводяться марок автомобілів;

$T_m$  – Сумарна питома трудомісткість всіх видів впливів автомобілів марки, до якої наводяться всі інші.

Таблиця 2.2–Основні нормативи ТО і ТР

ПАРАМЕТРИ	Марка рухомого складу		
	МАЗ 5549	КамАЗ 5511	КрАЗ 256Б
Трудомісткість одного обслуговування, чол.год:			
ТО–1	3,5	1,91	3,5
ТО–2	13,7	8,73	14,7
Періодичність, км.:			
КР	320 000	300 000	250 000
ТО–1	4000	4000	2500
ТО–2	16 000	12 000	12 500
Питома трудомісткість, чол.год/1000 км:			
ТО–1	0,875	0,4775	1,4
ТО–2	0,85625	0,7275	1,176
ТР	6,3	6,7	6,2
Сумарна питома трудомісткість, чол.год/1000 км	8,03	7,905	8,776

Підставляючи чисельні значення, отримаємо:

$$A_{np} = 43 + 17 \cdot \frac{7,905}{8,03} + 12 \cdot \frac{8,776}{8,03} = 72,85$$

Приймаємо  $A_{np} = 73$  автомобілів марки МАЗ–5549.

Так як в завданні на проектування визначений різний середньодобовий пробіг для різних марок автомобілів, то необхідно визначити його середню величину:

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l_{cc} = \frac{\sum_{i=1}^n (l_{cc} \cdot A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2.2)$$

де:  $l_{cci}$  – середньодобовий пробіг  $i$ -ої марки рухомого складу, км.;

$A_i$  – облікове число  $i$ -ої марки рухомого складу.

Тоді:

$$l_{cc} = \frac{240 \cdot 43 + 210 \cdot 17 + 160 \cdot 12}{43 + 17 + 12} = 219,58 \text{ км.}$$

До подальшого розрахунку приймаємо:  $l_{cc} = 220$  км.

## 2.2. Коригування нормативів

Вихідні нормативи встановлені для:

- першої категорії умов експлуатації;
- базових моделей автомобілів;
- помірного кліматичного району;
- пробігу з початку експлуатації рівного 60 ... 80% від пробігу до КР;
- чисельність одиниць рухомого складу в АТП–200 ... 300 автомобілів.

В зв'язку з цим вихідні нормативи повинні бути відкориговані стосовно до умов розраховується АТП за допомогою коефіцієнтів коригування  $K_v, K_{II}, K_K$ .

Коефіцієнти коригування характеризують:

$K_v$  – умови експлуатації автомобілів;

$K_{II}$  – пробіг з початку експлуатації;

$K_K$  – розмір АТП і кількість технологічно сумісних груп рухомого складу.

Значення відкоригованого нормативу за заданими умовами експлуатації визначимо за формулами для:

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– пробігу до капітального ремонту:

$$L_{KP} = L_{KP} \cdot K_Y \quad (2.3)$$

– періодичності ТО:

$$L_{TO-1} = L_{TO-1} \cdot K_Y; \quad (2.4)$$

$$L_{TO-2} = L_{TO-2} \cdot K_Y; \quad (2.5)$$

– трудомісткості ТО:

$$t_{YMP} = t_{YMP} \cdot K_K; \quad (2.6)$$

$$t_{TO-1} = t_{TO-1} \cdot K_K; \quad (2.7)$$

$$t_{TO-2} = t_{TO-2} \cdot K_K; \quad (2.8)$$

– трудомісткості ТР:

$$t_{TP} = t_{TP}^H \cdot K_Y^{-1} \cdot K_{II} \cdot K_K \quad (2.9)$$

– простою в ТО-2 і ТР:

$$d_{TO-2,TP} = d_{TO-2,TP} \cdot K'_{II} \quad (2.10)$$

Значення коефіцієнтів коригування приймаємо відповідно до рекомендацій [1,2,3,4], наведеними в літературі і заносимо в таблицю 2.3.

$$K_Y = 0,77; \quad 1/K_Y = 1,3; \quad K_K = 1,15;$$

$$K_{II} = 0,7; \quad K'_{II} = 0,7.$$

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунків заносимо в таблицю 1.3.

Виходячи з практичної доцільності і зручності подальших розрахунків, пробіг між окремими видами ТО і ТР повинен бути скоректований з середньодобовим пробігом, тобто ТО–1, ТО–2, і КР повинні здійснюватися через ціле число днів [5].

Циклічність виконання ТО–1 складає:

$$\frac{L_{TO-1}}{l_{cc}} = \frac{3080}{220} = 14$$

Приймаємо, що ТО–1 буде виконуватися через 14 робочих днів.

Тоді приймається значення  $L_{TO-1}$  дорівнюватиме добутку середньодобового пробігу на прийняте число робочих днів:

$$L_{TO-1} = l_{cc} \cdot 14 = 3080 \text{ км.}$$

У зв'язку з тим, що в обсяг робіт ТО–2 входить обслуговування ТО–1, то перевіримо кратність між ними:

$$\frac{L_{TO-2}}{L_{TO-1}} = \frac{12320}{3080} = 4$$

Приймаємо, що ТО–2 буде виконуватися через кожні 4 ТО–1.

Тоді:

$$L_{TO-2} = L_{TO-1} \cdot 4 = 12320 \text{ км.}$$

З урахуванням середньодобового пробігу чергове ТО–2 планується до виконання через:

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$\frac{L_{TO-2}}{l_{cc}} = \frac{12320}{220} = 56 \text{ дн.}$$

Циклічність відправки автомобілів в капітальний ремонт визначимо як відношення пробігу до КР до пробігу до ТО–2:

$$\frac{L_{KP}}{L_{TO-2}} = \frac{246400}{12320} = 20$$

Приймаємо, що відправка автомобілів в капітальний ремонт буде здійснюється через 20 чергових ТО–2.Тогда прийняте значення  $L_{KP}$  буде дорівнювати виробленню пробігу до ТО–2 на прийняту циклічність виконання капітального ремонту. Прийняті значення зводимо в табл. 2.3.

Значення прийнятих величин дещо відрізняються від відкоригованих нормативів, але не перевищують 10%–го відхилення, що припустимо.

Таблиця 2.3–Коригування нормативів ТО і ТР

НОРМАТИВ	Умовні позначення	Значення вихідного нормативу	Значення коефіцієнтів					Значення нормативів	
			$K_Y$	$K_Y^{-1}$	$K_{II}$	$K'_{II}$	$K_K$	відкоректоване	прийняте
Періодичність, км: ТО–1 ТО–2	$L_{TO-1}$ $L_{TO-2}$	4000	0,77	–	–	–	–	3080	3080
		16000	0,77	–	–	–	–	12320	12320
Пробіг до КР, км	$L_{KP}$	320 000	0,77	–	–	–	–	246 400	246 400
Трудоєм–кість, чол.год: ЄВ ТО–1 ТО–2	$t_{EO}$ $t_{TO-1}$ $t_{TO-2}$	0,5	–	–	–	–	1,15	0,58	0,58
		3,5	–	–	–	–	1,15	4,03	4,03
		13,7	–	–	–	–	1,15	15,76	15,76
Трудоєм–кість, чол. ч/1000км	$t_{TP}$	6,3	–	1,3	0,7	–	1,15	6,76	6,76
Продовж–ність простою в ТО–2 і ТР, дні/1000км	$d_{TO-2,TP}$	0,4	–	–	–	0,7	–	0,28	0,28

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.274.11.12.000.ПЗ					

### 2.3. План обслуговування і ремонту

План обслуговування і ремонту (табл.2.4) складаємо на один автомобіль за циклової пробіг, тобто за пробіг до капітального ремонту. Перший показник плану – середньодобовий пробіг, другий – періодичності впливів представлені в таблиці 2.3. Що стосується періодичності ЄВ (або точніше збирально–мийних робіт), то вони проводяться за потреби від кліматичних і сезонних умов з метою забезпечення санітарних вимог та належного зовнішнього вигляду рухомого складу. У розрахунках приймаємо, що збирально–мийні роботи (УМР) проводяться при кожному ЄВ. У даному розрахунку для МАЗ–5549 періодичність УМР дорівнює середньодобовим пробігу, тобто 220 км.

Кількість впливів за цикл на автомобіль одно:

$$N_{KP} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{KP}} = 1 \text{ раз.} \quad (2.11)$$

$$N_{TO-2} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{TO-2}} - 1 = \frac{246400}{12320} - 1 = 19 \text{ раз.} \quad (2.12)$$

$$N_{TO-1} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{TO-1}} - (N_{TO-2} + 1) = \frac{246400}{3080} - (19 + 1) = 60 \text{ раз.} \quad (2.13)$$

$$N_{YMP} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{YMP}}, \quad (2.14)$$

$$L_{YMP} = n \cdot l_{\text{cc}}, \quad (2.15)$$

де:  $n = 1, 2, 3, 4$

Приймаємо  $n = 1$ , тоді:

$$N_{YMP} = \frac{246400}{220} = 1120 \text{ раз.}$$

Значення трудоемкостей кожного виду впливів переносимо з табл.2.3.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як УМР і ТО–1 повинні виконуватися в неробочий для автомобіля час, то в план обслуговування і ремонту вносимо простий тільки ТР, ТО–2, і КР.

Простий в КР  $D_{кр}$  ()передбачає загальна кількість днів виведення автомобіля з експлуатації. Він дорівнює: 20 днів.

Приймаючи, що ТО–2 буде виконуватися із зняттям машин з експлуатації на 1 день і враховуючи, що за цикл має бути виконане 19 ТО–2, простий у ТО–2 дорівнює 19 днів.

Так як простий у ТО –2 дорівнює 12,32 тис. км., то питома простий в ТЕ–2 складе:

$$d_{ТО-2} = \frac{1\text{день}}{12,32} = 0,08 \text{ дня/1000 км}$$

Дні простою автомобіля в ТР за цикл визначимо за формулою:

$$D_{ТР} = \frac{\gamma \cdot d_{ТР} \cdot L_{ц}}{1000} \quad (2.16)$$

де:  $\gamma = 0,8$  – частка обсягу робіт, планована в робочий для автомобіля час;

$d_{ТР}$  – Питома простій автомобіля в ТР, дні / 1000км.

$$d_{ТР} = d_{ТО-2,ТР} - d_{ТО-2} = 0,28 - 0,08 = 0,2 \text{ дн /1000км.} \quad (2.17)$$

Приймаючи, що частка обсягу робіт у розмірі 20% буде виконуватися в неробочий для автомобіля час, отримаємо:

$$D_{ТР} = \frac{0,8 \cdot 0,2 \cdot 246400}{1000} = 39,4 \text{ дн.} \quad (2.18)$$

Загальна кількість днів простою одного автомобіля за цикл:

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$D_{PEM} = D_{KP} + D_{TO-2} + D_{TP} = 20 + 19 + 39,4 = 78,4 \text{ дн.} \quad (2.19)$$

Робочу тривалість циклу визначимо:

$$D_{ЭЦ} = \frac{L_{Ц}}{l_{cc}} = \frac{246400}{220} = 1120 \text{ дн.} \quad (2.20)$$

Загальна тривалість готовності:

$$D_{Ц} = D_{ЭЦ} + D_{PEM} = 1120 + 78,4 = 1198,4 \text{ дн.} \quad (2.21)$$

Коефіцієнт технічної готовності:

$$\alpha_{ТГ} = \frac{D_{ЭЦ}}{D_{Ц}} = \frac{1120}{1198,4} = 0,93 \quad (2.22)$$

Для розрахунку кількості впливів за рік визначимо коефіцієнт переходу від циклу до року:

$$\eta = \frac{L_{Г}}{L_{Ц}}, \quad (2.23)$$

де:  $L_{Г}$  – пробіг одного автомобіля за рік:

$$L_{Г} = D_{PG} \cdot l_{cc} \cdot \alpha_{ТГ}. \quad (2.24)$$

При числі днів роботи автомобіля в році  $D_{PG} = 305$  дн.:

$$L_{Г} = 305 \cdot 220 \cdot 0,93 = 62403 \text{ км.}$$

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді:

$$\eta = \frac{62403}{246400} = 0,253 \quad (2.25)$$

Кількість впливів за рік на один автомобіль:

$$N_{zi} = N_{\text{ци}} \cdot \eta, \quad (2.26)$$

де:  $N_{\text{ци}}$  – кількість впливів і-го виду за цикл.

Таблиця 2.4 – План обслуговування та ремонт автомобілів

Показники	Умовні позначення	Вплив					Разом
		УМР	ТО-1	ТО-2	ТР	КР	
Средньодобовий пробіг, км	$l_{cc}$	–	–	–	–	–	220
Періодичність впливів, км	$L_i$	220	3080	12320	–	246 400	–
Кількість впливів за цикл	$N_i$	1120	60	19	–	1	–
Трудомісткість впливів, чол.г (для ТР–чол.г/1000км)	$t_i$	0,58	4,03	15,76	6,76	–	–
Тривалість простою в ТО-2 і ТР у робочий для автомобіля час, дні	$D_{PC}$	–	–	19	39,4	20	78,4
Робоча тривалість циклу, дні	$D_{\text{ЭЦ}}$	–	–	–	–	–	1120
Загальна тривалість циклу, дні	$D_{\text{Ц}}$	–	–	–	–	–	1198,4
Коефіцієнт технічної готовності	$\alpha_{TG}$	–	–	–	–	–	0,93
Річна тривалість роботи автомобіля, дні	$D_{PG}$	–	–	–	–	–	305
Річний пробіг, км	$L_G$	–	–	–	–	–	62403
Коефіцієнт переходу від циклу до року	$\eta$	–	–	–	–	–	0,253
Кількість впливів на рік	$N_{Gi}$	283,36	15,18	4,807	–	0,253	–

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

Тоді:

$$N_{ГКР} = N_{ЦКР} \cdot \eta = 1 \cdot 0,253 = 0,253 \text{ раз.} \quad (2.27)$$

$$N_{ГТО-2} = N_{ЦТО-2} \cdot \eta = 19 \cdot 0,253 = 4,807 \text{ раз.} \quad (2.28)$$

$$N_{ГТО-1} = N_{ЦТО-1} \cdot \eta = 60 \cdot 0,253 = 15,18 \text{ раз.} \quad (2.29)$$

$$N_{ГУМР} = N_{ЦУМР} \cdot \eta = 1120 \cdot 0,253 = 283,36 \text{ раз.} \quad (2.30)$$

Результати розрахунків значень показників плану обслуговування і ремонту зводимо в таблицю 2.4.

#### 2.4. Виробнича програма

Виробничу програму складаємо на підставі плану обслуговування і ремонту автомобілів. Форма побудови виробничої програми та її показники представлені в таблиці 2.5.

Визначимо значення показників виробничої програми: експлуатаційне кількість автомобілів:

$$A_{э} = A_{СП} \cdot \alpha_{ТГ} = 73 \cdot 0,93 = 67,89 \text{ авт.}; \quad (2.31)$$

сумарний річний пробіг всіх автомобілів АТП визначимо як:

$$\sum L_{Г} = L_{Г} \cdot A_{СП} = 73 \cdot 62403 = 4555419 \text{ км.}; \quad (2.32)$$

річна кількість впливів кожного виду по АТП:

$$\sum N_{zi} = N_{ri} \cdot A_{СП}; \quad (2.33)$$

$$\sum N_{ГУМР} = N_{ГУМР} \cdot A_{СП} = 283,36 \cdot 73 = 20685,28 \text{ раз}; \quad (2.34)$$

$$\sum N_{ГТО-1} = N_{ГТО-1} \cdot A_{СП} = 15,18 \cdot 73 = 1108,14 \text{ раз}; \quad (2.35)$$

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum N_{ГТО-2} = N_{ГТОГ-2} \cdot A_{СП} = 4,807 \cdot 73 = 350,91 \text{ раз}; \quad (2.36)$$

річну тривалість робочого періоду зон  $D_{zi}$  приймаємо:

$$\text{УМР} = 305 \text{ днів};$$

$$\text{ТО-1} = 305 \text{ днів};$$

$$\text{ТО-2} = 255 \text{ днів};$$

$$\text{ТР} = 255 \text{ днів};$$

Стічну кількість впливів визначимо шляхом ділення їх річної кількості на число днів роботи зони:

$$N_{ci} = \frac{\sum N_{ri}}{D_{ri}}; \quad (2.37)$$

тоді:

$$N_{СУМР} = \frac{20685,28}{305} = 67,82 \text{ раз}; \quad (2.38)$$

$$N_{ТО-1} = \frac{1108,14}{305} = 3,63 \text{ раз}; \quad (2.39)$$

$$N_{ТО-2} = \frac{350,91}{255} = 1,38 \text{ раз}; \quad (2.40)$$

Приймаємо такі режими роботи зон: для зони УМР–2смени; для зони ТО–1–1 зміни; для зони ТО–2–1 зміна; для зони ТР–2 зміни.

Виконання впливів по змінах наведено в таблиці 2.5.

Загальний річний обсяг робіт УМР, ТО–1, ТО–2 визначимо множенням скоригованих значень їх трудоемкостей на річне кількість впливів кожного виду.

$$T_{zi} = t_i \cdot \sum N_{zi}. \quad (2.41)$$

Поставляючи чисельні значення, отримаємо:

					<i>KPB.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ГУМР} = 0,58 \cdot 20685,28 = 11997,46 \text{ чол.год.}$$

$$T_{ГТО-1} = 4,03 \cdot 1108,14 = 4465,80 \text{ чол.год.}$$

$$T_{ГТО-2} = 15,76 \cdot 350,91 = 5530,34 \text{ чол.год.}$$

Річна трудомісткість УМР визначена для випадку виконання їх без засобів механізації, а так як в АТП планується механізувати зону УМР, то розрахункову трудомісткість скорегуємо за допомогою коефіцієнта механізації –  $K_M$  :

$$K_M = 1 - \left( \frac{M}{100} \right), \quad (2.42)$$

де:  $M$  – ступінь механізації збирально-мийних робіт, %. З урахуванням даних табл.1.7 [2] приймаємо  $M = 70\%$ .

Таблиця 2.5 – Виробнича програма

Показатели	Умовні позначення	Впливи				Разом
		УМР	ТО-1	ТО-2	ТР	
Списочне число автомобілів, шт.	$A_{СП}$	–	–	–	–	73
Експлуатаційне число автомобілів,	$A_{Э}$	шт.	–	–	–	67,89
Сумарний річний пробіг всього парку автомобілів, млн.	$\sum L_{Г}$	км.	–	–	–	4,55
Річна кількість впливів за видами, раз.	$\sum N_{Г}$	20685,28	1108, 14	350,91	–	–
Річна тривалість робочого періоду, дні.	$D_{ri}$	305	305	255	255	–
Добова кількість впливів, раз.	$N_{ci}$	67,82	3,63	1,38	–	–
Виконання впливів по змінах.	I, II, III	I, II	II	I	I, II	–
Добова тривалість робочого періоду, ч.	–	16	8	8	16	–
Загальний річний обсяг робіт, чол.год.	$T_{zi}$	3599,24	4465,80	5990,53	30794,6	44850,17

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ



Тоді:

$$K_M = 1 - \left(\frac{70}{100}\right) = 0,3, \quad (2.43)$$

а

$$T'_{ГУМР} = T_{ГУМР} \cdot K_M = 11997,46 \cdot 0,3 = 3599,24 \text{ чел.год.} \quad (2.44)$$

Річний обсяг робіт ТР, в силу того, що його трудомісткість планується в людини–годинах на 1000 км. пробігу, визначаємо за формулою:

$$T_{ГТР} = t_{ТР} \cdot \frac{\sum L_{Г}}{1000} = 6,76 \cdot \frac{4555419}{1000} = 30794,63 \text{ чел.год.} \quad (2.45)$$

Крім зазначених видів впливів, відповідно до [1] має виконуватися сезонне обслуговування (СО), яке проводиться два рази на рік перед холодним і теплим порою року із збільшенням трудомісткості чергового ТО–2 на 20 %.

$$T_{ГСО} = 2 \cdot (0,2 \cdot t_{ТО-2} \cdot A_{СП}) = 2 \cdot 0,2 \cdot 15,76 \cdot 73 = 460,19 \text{ чел.год.} \quad (2.46)$$

Відповідно трудомісткість з урахуванням СО становитиме:

$$T'_{ГТО-2} = T_{ГТО-2} + T_{ГСО} = 5530,34 + 460,19 = 5990,53 \text{ чел.год.} \quad (2.47)$$

Сумарна річна трудомісткість всіх видів впливів з підтримки працездатності рухомого складу автомобільного парку складе:

$$\begin{aligned} \sum T_{Г} &= T'_{ГУМР} + T_{ГТО-1} + (T_{ГТО-2} + T_{ГСО}) + T_{ГТР} = \\ &= 3599,24 + 4465,80 + 5990,53 + 30794,6 = 44850,17 \text{ чел.год.} \end{aligned} \quad (2.48)$$

						<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Річний обсяг допоміжних робіт встановлюється в межах не більше 30% [1] до сумарної трудомісткості ТО і ТР по АТП. Тоді:

$$T_{ВСП} = 0,2 \cdot \sum T_{Г} = 0,2 \cdot 44850,17 = 8970,03 \text{ чол.год.} \quad (2.49)$$

З цієї трудомісткості 40 ... 50% припадає на роботи з самообслуговування АТП робочими відділу головного механіка (ОГМ). Тоді:

$$T_{ОГМ} = 0,5 \cdot T_{ВСП} = 0,5 \cdot 8970,03 = 4485,01 \text{ чол.год.} \quad (2.50)$$

## 2.5. Розподіл трудомісткості ТО і ТР за видами робіт

З метою розрахунку чисельності виробничих робітників різних спеціальностей та прийняття рішення про створення зон та ділянок АТП, розподілимо трудомісткості ТО–1, ТО–2, і ТР за видами робіт. Для цього використовуємо дані табл. А15 і А16 [4] про приблизний розподіл трудомісткості робіт у відсотках. Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.6.

При розподілі робіт ТО–2 прийнята сумарна трудомісткість власне робіт ТО–2 і СО.

Таблиця 2.6 – Розподіл трудомісткості ТО і ТР за видами работ

Работы	Трудомісткість						Разом
	ТО–1		ТО–2		ТР		
	%	чол.год	%	чол.год	%	чол.год	
Діагностичні	8	357,26	10	599,05	2	615,89	1572,2
Кріпильні	37	1652,34	35	2096,69	–	–	3749,03
Регулювальні	10	446,58	17	1018,39	1	307,95	1772,92
Масильні, заправляльно–очисні	21	937,83	15	898,58	–	–	1836,41
Електротехнічні	10	446,58	10	599,05	5	1539,73	2585,36
З обслуговування системи живлення	6	267,95	10	599,05	4	1231,78	2098,78
Шинні	8	357,26	3	179,72	1	307,95	844,93
Розбірно–складальні	–	–	–	–	35	10778,1	10778,1

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

Зварювальні–жестяніцкі	–	–	–	–	2	615,89	615,89
Малярські	–	–	–	–	4	1231,78	1231,78
Агрегатні	–	–	–	–	20	6158,92	6158,92
Слюсарно–механічні	–	–	–	–	12	3695,35	3695,35
Акумуляторні	–	–	–	–	1	307,95	307,95
Вулканізаційні	–	–	–	–	1	307,95	307,95
Ковальсько–ресорні	–	–	–	–	3	923,84	923,84
Медніцькі	–	–	–	–	2	615,89	615,89
Зварювальні	–	–	–	–	4	1231,78	1231,78
Жестяніцкі	–	–	–	–	1	307,95	307,95
Арматурні	–	–	–	–	1	307,95	307,95
Обойні	–	–	–	–	1	307,95	307,95
Разом	100	4465,80	100	5990,53	100	30794,6	41250,93

## 2.6. Програма робіт з діагностування

Згідно [1] діагностування як окремий вид технічних впливів не планується. Однак, враховуючи специфіку діагностичних робіт і застосовується при цьому обладнання, в проектованому АТП передбачимо окрему зону діагностики.

Річна кількість діагностування механізмів і систем, що забезпечують безпеку руху та охорону навколишнього середовища, тобто Д–1 приймаємо рівним:

$$\sum N_{ГД-1} = 1,1 \cdot \sum N_{ГТО-1} + \sum N_{ГТО-2} = 1,1 \cdot 1108,14 + 350,91 = 1569,86 \text{ раз. (2.51)}$$

Добова кількість діагностування Д–1 (при  $D_{РГД-1} = 305$  днів):

$$N_{СД-1} = \frac{\sum N_{ГД-1}}{D_{РГД-1}} = \frac{1569,86}{305} = 5,14 \text{ раз. (2.52)}$$

Приймаємо добову програму діагностування Д–1 рівну 5 разів.

Річна кількість поглиблених діагностування Д–2 рекомендують приймати рівним [5]:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.274.11.12.000.ПЗ			Арк.

$$\sum N_{ГД-2} = 1,2 \cdot \sum N_{ГТО-2} = 1,2 \cdot 350,91 = 421,09 \text{ раз.} \quad (2.53)$$

Добова кількість з діагностування Д-2 дорівнюватиме:

$$N_{СД-2} = \frac{N_{ГД-2}}{D_{РГД-2}} = \frac{421,09}{305} = 1,38 \text{ раз.} \quad (2.54)$$

До подальшого розрахунку приймаємо 1 раз.

Річна трудомісткість діагностування:

$$T_{ГД-1} = T_{Д(ТО-1)} + 0,5 \cdot T_{Д(ТР)} = 357,26 + 0,5 \cdot 615,89 = 665,20 \text{ чол.год.} \quad (2.55)$$

$$T_{ГД-2} = T_{Д(ТО-2)} + 0,5 \cdot T_{Д(ТР)} = 599,05 + 0,5 \cdot 615,89 = 906,995 \text{ чол.год.} \quad (2.56)$$

Трудомісткість одного діагностування дорівнює:

$$t_{Д-1} = \frac{T_{ГД-1}}{\sum N_{ГД-1}} = \frac{665,20}{1569,86} = 0,42 \text{ чол.год.} \quad (2.57)$$

$$t_{Д-2} = \frac{T_{ГД-2}}{\sum N_{ГД-2}} = \frac{906,995}{421,09} = 2,15 \text{ чол.год.} \quad (2.58)$$

## 2.7. Розрахунок чисельності виробничих робітників

Розрізняють технологічно необхідний (явочное)  $P_T$  і штатний (списочное)

$P_{Ш}$  число робітників. Для їх визначення скористаємося формулами:

$$P_T = \frac{T_{ri}}{\Phi_{я}}; \quad (2.59)$$

$$P_{Ш} = \frac{T_{ri}}{\Phi_{ш}}. \quad (2.60)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

де:  $T_{ri}$  – річний обсяг робіт і-го виду, чол.год.:

$\Phi_{я}, \Phi_{шт}$  – Річні фонди часу відповідно явочного і штатного робітника, ч.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.7.

Відповідно до рекомендацій [5], річний фонд часу явочного робочого приймаємо рівним 2070 годин, а річні фонди часу штатних робітників, в залежності від спеціальності, дорівнюють : 1840 годин, 1830 годин, 1820 годин, 1610 годин.

Таблиця 2.7–Чисельність робітників АТП за видами робіт

Роботи	Річна трудомісткість, чол.год	Річний фонд штатного робітника, год	Число штатних робітників, чел.	
			Расчетное	Принятое
Диагностические	1572,2	1840	0,84	0,75
Крепежные	3749,03	1840	2,03	2
Регулировочные	1772,92	1840	0,96	1
Смазочные, заправочно–очистительные	1836,41	1840	0,99	1
Электротехнические	2585,36	1840	1,44	1,5
По обслуговування системи питания	2098,78	1820	1,18	1
Шинные	844,93	1840	0,49	0,5
Разборочно–сборочные	10778,1	1840	5,96	6
Сварочно–жестяницкие	615,89	1830	0,34	0,25
Малярные	1231,78	1610	0,78	0,75
Агрегатные	6158,92	1840	3,4	3,5
Слесарно–механические	3695,35	1840	2,04	2
Аккумуляторные	307,95	1820	0,17	0,25
Вулканизационные	307,95	1820	0,17	0,25
Кузнечно–рессорные	923,84	1820	0,52	0,5
Медницкие	615,89	1820	0,34	0,25
Сварочные	1231,78	1820	0,69	0,75
Жестяницкие	307,95	1840	0,17	0,25
Арматурные	307,95	1840	0,17	0,25
Обойные	307,95	1840	0,17	0,25
ИТОГО	41250,93		23,05	23

						<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## 2.8. Розподіл сумарного обсягу робіт з виробничим зонам і ділянкам

Для розрахується АТП, на підставі рекомендацій літератури та результатів розрахунку чисельності виробничих робітників, приймаємо такі самостійні зони:

Таблиця 2.8–Чисельність виробничих робітників зон і ділянок

Найменування зон і ділянок	Річна трудомісткість, чол. год.	Річний фонд часу штатного робітника, год.	Кількість штатних робітників		Річний фонд часу явочного робітника год.	Кількість явочних робітників		Розподіл робітників по сменам		
			Розрахункове	Прийняте		Розрахункове	Прийняте	I	II	III
Зони:										
УМР (ЕО)	3599,24	1860	1,93	2	2070	1,74	1,75	1	0,75	
ТО-1	4108,54	1840	2,23	2,25	2070	1,98	2	–	2	
ТО-2	5391,48	1840	2,93	3	2070	2,6	2,5	2,5	–	
Д-1 і Д-2	1572,2	1840	0,85	0,75	2070	0,76	0,75	0,75	–	
ТРразб.–сбор.	12551,02	1840	6,82	7	2070	6,06	6	3	3	
ТРсв.–жест.	615,89	1830	0,34	0,25	2070	0,30	0,25	0,25	–	
ТРмал.	1231,78	1610	0,77	0,75	1830	0,68	0,75	0,75	–	
ИТОГО	29070,15		15,87	16		14,12	14	8,25	5,75	0
Виробничі ділянки:										
Агрегатний	6158,92	1840	3,35	3,25	2070	2,97	3	2	1	
Слюсарно-механічний	3695,35	1840	2,01	2	2070	1,79	1,75	1	0,75	
Електротехнічний	2585,36	1840	1,4	1,5	2070	1,25	1,25	1,25	–	
Акумуляторний	307,95	1820	0,17	0,25	2070	0,15	0,25	0,25	–	
Паливної апаратури	2098,78	1820	1,15	1,25	2070	1,01	1	1	–	
Шиномонтажний	844,93	1830	0,46	0,5	2070	0,41	0,5	0,5	–	
Вулканізаційний	307,95	1830	0,17	0,25	2070	0,15	0,25	0,25	–	
Кувально-ресорний	923,84	1820	0,51	0,5	2070	0,45	0,5	0,5	–	
Медніцький	615,89	1820	0,34	0,25	2070	0,30	0,25	0,25	–	
Зварювальний	1231,78	1840	0,68	0,75	2070	0,60	0,5	0,5	–	
Арматурний	307,95	1840	0,17	0,25	2070	0,15	0,25	0,25	–	
Жестяніцький	307,95	1840	0,17	0,25	2070	0,15	0,25	0,25	–	
Обойний	307,95	1840	0,17	0,25	2070	0,15	0,25	0,25	–	
ИТОГО	19694,6		10,75	11,25		9,53	10	8,25	1,75	0
ОГМ	4485,01	1840	2,44	2,5	2070	2,17	2,25	1,25	1	
ВСЕГО	53249,76		29,06	29,75		25,82	26,25	17,75	8,5	0

## 2.9. Розрахунок числа постів ТО, ТР та діагностики

Число постів зони УМР (ЕО) розраховуємо за формулою:

$$X_{УМР} = \frac{A_{СП} \cdot \alpha_{ТГ} \cdot 0,75}{t_B \cdot R}, \quad (2.61)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

де: 0,75 – коефіцієнт "пікового" повернення автомобілів;

$R$  – продуктивність мийного обладнання, авт./год (по технічній характеристиці мийного обладнання  $R = 10 \dots 40$  авт./год);

$t_B$  – тривалість виконання робіт (приймаємо рівною тривалості повернення рухомого складу на підприємство).

Тривалість повернення залежить від кількості рухомого складу в АТП і відповідно до рекомендацій [4] дорівнює 1,5 години.

$$X_{УМР} = \frac{73 \cdot 0,93 \cdot 0,75}{1,5 \cdot 40} = 0,849 \text{ пост.} \quad (2.62)$$

Для виконання збиральних робіт та підготовки автомобіля до мийки приймаємо 1 пост. Всього зона УМР матиме 3 поста.

Число постів зони ТО–1 ( $X_{ТО-1}$ ) визначимо як відношення такту поста  $\tau$  до ритму  $R_{II}$  виробництва.

Такт поста (середній час зайнятості поста):

$$\tau = \frac{t'_{ТО-1} \cdot 60}{P_{II}} + t_n, \quad (2.63)$$

де:  $t'_{ТО-1}$  – продуктивність виконання одного ТО–1 без урахування діагностування, чол.год.;

$P_{II}$  – середнє число робітників, що одночасно працюють на одному посту;

$t_n$  – Час, що витрачається на пересування автомобіля, при установці його на пост і з'їзді з поста, 2–3 хв.

Трудомісткість одного власне ТО–1 (без урахування діагностики) можна визначити як частка від ділення сумарної трудової трудомісткості ТО–1 без діагностики на річне кількість ТО–1 всіх автомобілів.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.274.11.12.000.ПЗ					

$$t'_{TO-1} = \frac{T'_{ГТО-1}}{\sum N_{ГТО-1}} = \frac{4108,54}{1108,14} = 3,82 \text{ чол.год.} \quad (2.64)$$

Беручи  $P_{II} = 2$  людини, отримаємо:

$$\tau = \frac{3,82 \cdot 60}{2} + 3 = 117,6 \text{ хв.} \quad (2.65)$$

Ритм виробництва (інтервал часу між випуском двох послідовно обслужених автомобілів) знайдемо з виразу:

$$R_{II} = \frac{T_{CM} \cdot C \cdot 60}{N_{СТО-1}}, \quad (2.66)$$

де:  $T_{CM}$  – тривалість робочої зміни зони ТО–1, ч.;

$C$  – число змін;

$N_{СТО-1}$  – Добова програма ТО–1.

Тоді:

$$R_{II} = \frac{8 \cdot 1 \cdot 60}{3,63} = 132,23 \quad (2.67)$$

Кількість постів зони ТО–1 дорівнюватиме:

$$X_{ТО-1} = \frac{\tau}{R_{II}} = \frac{117,6}{132,23} = 0,89 \text{ поста.} \quad (2.68)$$

Приймаємо 1 робочий постів.

Кількість постів зони ТО–2 знайдемо за формулою:

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$X_{TO-2} = \frac{N_{C_{TO-2}} \cdot C_{TH}}{C_{TO-2}}, \quad (2.69)$$

де:  $N_{C_{TO-2}}$  – добова програма ТО–2;

$C_{TH}$  – Технологічно необхідний число змін для виконання одного ТО–2;

$C_{TO-2}$  – Число змін роботи зони ТО–2.

Так як робота зони ТО–2 планується в 1 зміну, то:

$$X_{TO-2} = \frac{1.38 \cdot 1}{1} = 1.38 \text{ поста.} \quad (2.70)$$

Приймаються 2 робочих поста.

Число постів зон ТР визначимо за формулою:

$$X_{TRi} = \frac{T_{ГТРi}^n \cdot \varphi \cdot K_{ТР}}{D_{РГ} \cdot T_{СМ} \cdot \eta_{П} \cdot P_{П}}, \quad (2.71)$$

де:  $T_{ГТРi}^n$  – річний обсяг робіт, виконуваних на постах ТР, чол.год.;

$\varphi$  – Коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на пости ТР;

$K_{ТР}$  – Коефіцієнт, що враховує частку обсягу робіт виконуваних в  
най–більшзавантажену зміну;

$D_{РГ}$  – Дні роботи в році зони ТР;

$T_{СМ}$  – Тривалість зміни;

$\eta_{П}$  – Коефіцієнт використання робочого часу поста;

$P_{П}$  – Середнє число робітників на посаді зони ТР.

Так як трудомісткість розбірно–складальних та регульованих робіт дорівнює 32028,77 чол.год. число постів для цих видів робіт дорівнюватиме:

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$X_{TPP.-C.P.} = \frac{12551,02 \cdot 1,15 \cdot 0,65}{255 \cdot 8 \cdot 0,92 \cdot 1,5} = 3,43 \text{ поста.}$$

Приймаємо 4 поста.

Визначимо число постів для виконання зварювально–жестянніцких робіт ( $T_{CB-Ж} = 615,89$  чол.год.) і малярських робіт ( $T_{МАЛ} = 1231,78$ чол.год.):

$$X_{TPCЖ} = \frac{615,89 \cdot 1,25 \cdot 0,65}{255 \cdot 8 \cdot 0,98 \cdot 1,5} = 0,17 \text{ поста;}$$

$$X_{TRМАЛ} = \frac{1231,78 \cdot 1,25 \cdot 0,65}{255 \cdot 8 \cdot 0,9 \cdot 2} = 0,28 \text{ поста.}$$

Приймаємо відповідно число постів для цих видів робіт: 1 і 1 пост.

Пости зварювально–жестянніцких і малярських робіт передбачається розмістити окремо від основної зони ТР.

Число постів зони діагностики визначаємо за річним обсягом діагностичних робіт:

$$X_D = \frac{T_{ГД}}{D_{РГ} \cdot T_{СМ} \cdot \eta_D \cdot C \cdot P_{II}}, \quad (2.72)$$

Так як діагностування Д–1 і Д–2 планується організувати в одному приміщенні, то:

$$X_D = \frac{1572,2}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 2} = 0,34 \text{ поста.}$$

Приймаємо, що в зоні діагностики буде 1 пост.

## 2.10. Розрахунок числа місць очікування

Число місць очікування рухомого складу перед виконанням ТО і ТР визначимо з умов:

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для потокових ліній – по одному для кожної потокової лінії;
- для індивідуальних постів – 20% від кількості робочих постів ТО і ТР.

Таким чином загальна кількість постів очікування приймаємо рівним 4 постам. Вони розташовуватимуться на відкритих майданчиках в поблизу в'їздів до відповідні зони, а за наявності вільних площ у виробничому корпусі.

### 2.11. Розрахунок площ виробничо–складських приміщень

Площі зон ТО, ТР та діагностики визначаємо в залежності від числа постів у зоні ( $X_i$ ), площі займаної автомобілем в плані ( $f_a$ ) і коефіцієнта розстановки площі постів ( $K_{II}$ ):

$$F_{zi} = f_a \cdot X_i \cdot K_{II} \quad (2.73)$$

Площа горизонтальної проекції автомобіля МАЗ–5549 дорівнює  $14,46225 \text{ м}^2$ . Приймаємо  $K_{II}$  від 4 до 6, отримаємо:

$$F_{зУМР} = 14,46225 \cdot 3 \cdot 6 = 260,3 \text{ м}^2;$$

$$F_{зТО-1} = 14,46225 \cdot 1 \cdot 6 = 86,8 \text{ м}^2;$$

$$F_{зТО-2} = 14,46225 \cdot 2 \cdot 6 = 173,5 \text{ м}^2;$$

$$F_{зД} = 14,46225 \cdot 1 \cdot 6 = 86,8 \text{ м}^2;$$

$$F_{зТРР.-С.Р.} = 14,46225 \cdot 4 \cdot 6 = 347,1 \text{ м}^2;$$

$$F_{зТРС.Ж.} = 14,46225 \cdot 1 \cdot 6 = 86,8 \text{ м}^2;$$

$$F_{зТРМ} = 14,46225 \cdot 1 \cdot 6 = 86,8 \text{ м}^2.$$

Площі ділянок приймаємо за кількістю працюючих в найбільш завантажену зміну.

Чисельність виробничих робітників у найбільш завантажену зміну приймаємо відповідно до таблиці 2.8.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.9.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площі приміщень складів визначаємо за питомою площею на 1 млн. кілометрів пробігу ( $f_{ydi}$ ), з урахуванням чисельності технологічно сумісного рухомого складу ( $K_q$ ), типу рухомого складу ( $K_T$ ), висоти складування ( $K_B$ ) і групи умов експлуатації ( $K_{yЭ}$ ):

$$F_{скли} = f_{ydi} \cdot K_q \cdot K_T \cdot K_B \cdot K_{yЭ} \cdot \sum L_T, \quad (2.74)$$

де:  $\sum L_T$  – сумарний річний пробіг парку автомобілів.

Значення коефіцієнтів  $K_T$ ,  $K_q$ ,  $K_B$  і  $K_{yЭ}$  приймаємо відповідно до [4]:  
 $K_q = 1,2$ ,  $K_T = 1,0$ ,  $K_{yЭ} = 1,3$ ,  $K_B = 1,15$ .

Так, наприклад, площа складу запасних частин і деталей при висоті складування 4,2 м. дорівнюватиме:

$$F_{склизч} = 3,4 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,15 \cdot 4,55 = 27,7 \text{ м}^2.$$

Результати решти розрахунків зводимо в таблицю 2.10.

Сумарна розрахункова площа виробничих та складських приміщень становить:

$$\sum F = \sum F_{зОН} + \sum F_{yч} + \sum F_{скли} = 1215,8 + 218,5 = 1434,3 \text{ м}^2 \quad (2.75)$$

Знаючи сумарну площу (без зон УМР) можна визначити довжину і ширину виробничого корпусу, що підлягає проектуванню.

Відповідно до рекомендацій [5] доцільно витримувати співвідношення довжини ( $D$ ) і ширини ( $Ш$ ) в межах 1 ... 2.

Приймаючи,  $D = 1,5Ш$  будемо мати:

$$\sum F'_{пр.скли} = D \cdot Ш = 1,5Ш^2, \quad (2.76)$$

$$Ш = \sqrt{\frac{F'_{пр.скли}}{1,5}} = \sqrt{\frac{1434,3}{1,5}} = 31 \text{ м.} \quad (2.77)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

Таблиця 2.9 – Площі виробничих приміщень

Найменування виробничих приміщень	Розрахункова площа, м <sup>2</sup>
<b>Зони:</b>	
Прибирально–мийних робіт	260,3
Технічного обслуговування № 1	86,8
Технічного обслуговування № 2	173,5
ТР розбірно–складальних робіт	347,1
ТР зварювально–жестяніцких робіт	86,8
ТР малярних робіт	86,8
Діагностики	86,8
<b>РАЗОМ:</b>	<b>1128,1</b>
<b>Виробничі ділянки:</b>	
Агрегатний	54
Слюсарно–механічний	54
Електротехнічний	14
Акумуляторний	36
Паливної апаратура	14
Шиномонтажний	27
Вулканізаційний	18
Кувально–ресорний	27
Медніцкий	18
Зварювальний	18
Арматурний	14
Жестяніцкий	27
Обойний	27
<b>РАЗОМ:</b>	<b>348</b>
<b>УСЬОГО</b>	<b>1476,1</b>

Таблиця 2.10 – Площі складських приміщень

Найменування приміщень складів	Площа, м <sup>2</sup>	
	питома	розрахункова
Запасні частини, деталі	3,4	27,7
Двигуни, агрегати і вузли	3,8	31
Експлуатаційні матеріали	2,6	21,2
Масильні матеріали	2,4	19,6
Лакофарбові матеріали	0,7	5,7
Інструмент	0,2	1,6
Кисень і ацетилен в балонах	0,25	2
Пиломатеріали	0,5	4,1
Метал, металобрухт, цінний утиль	0,35	2,8
Автомобільні шини нові	2,4	19,6
Запчастини та матеріали ділянки ОГМ	0,7	5,7
<b>Разом приміщень:</b>		<b>141</b>
Підлягають списанню автомобілі, агрегати на відкритій площадці	9,5	77,5
<b>Всього</b>		<b>218,5</b>

У відповідності з будівельними вимогами розміри прольотів і крок колон повинні бути кратні 6 м . У зв'язку з цим приймаємо ширину виробничого корпусу рівний 36м, а довжину 54 м.

Прийнята розрахункова площа виробничого корпусу дорівнює  $m^2$  1764.

У процесі розробки планувального рішення виробничого корпусу його довжина і ширина, а отже і площа можуть бути дещо змінені.

## 2.12. Розрахунок площ зони зберігання автомобілів і території підприємства

При прямокутній розстановці площа зберігання визначаємо:

$$\sum F_{CT} = \sum (f_{ai} \cdot A_{cni}) K_{II}, \quad (2.78)$$

де:  $f_{ai}$  – площа горизонтальної проекції і-ї моделі рухомого  $m^2$  складу,;

$A_{cni}$  – Число автомобілів і-ї моделі;

$K_{II}$  – Коефіцієнт щільності розміщення автомобілів на стоянці.

Площі горизонтальній проекції автомобілів рівні:

$$f_{KamA35511} = 7,1 \cdot 2,5 = 17,75 m^2;$$

$$f_{KpA3256B} = 8,1 \cdot 2,65 = 21,465 m^2$$

$$f_{MA35549} = 5,785 \cdot 2,5 = 14,4625 m^2$$

Тоді:

$$F_{CT} = 17,75 \cdot 17 \cdot 3 + 21,465 \cdot 12 \cdot 3 + 14,4625 \cdot 43 \cdot 3 = 3543,65 m^2$$

Площа допоміжних приміщень приймаємо рівною:

					<i>KPB.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\text{ВСП.ЗД}} = 864 \text{ м}^2$$

Площа території підприємства визначимо за формулою:

$$F_{\text{ТЕР}} = (\sum F_{\text{ПР}} + F_{\text{ВСП}} + F_{\text{СТ}} + F_{\text{УМР}}) \cdot 100 / K_3, \quad (2.79)$$

Де:  $F_{\text{ПР}}$ ,  $F_{\text{ВСП}}$ ,  $F_{\text{СТ}}$  – відповідно площі виробничо–складських

приміщень, допоміжних будівель і зони  $\text{м}^2$  зберігання,;

$K_3$  – щільність забудови АТП, %.  $K_3$  (=45 ... 60%).

Приймаємо  $K_3 = 55\%$ .

Тоді:

$$F_{\text{ТЕР}} = (1434,3 + 864 + 3543,65 + 260,3) \cdot \frac{100}{55} = 11095 \text{ м}^2.$$

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. ПЛАНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ТА ВИРОБНИЧО-СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

#### 3.1. Генеральний план

##### 3.1.1. Розрахунок площі та проектування зони зберігання рухомого складу

Для зони зберігання приймаємо місця зберігання на відкритому майданчику при установці автомобілів переднім ходом без додаткового маневру під кутом  $90^\circ$  з незалежним виїздом 100% рухомого складу.

Більш точно площа зони зберігання можна знайти, визначивши довжину і ширину рядів кожної моделі за формулою:

Площа зони зберігання можна знайти, визначивши її довжину і ширину:

$$F'_X = D_X \cdot Ш_X \quad (3.1)$$

Довжина ряду машин  $i$ -тієї моделі, в зоні зберігання дорівнює:

$$L_i = a_i \cdot \cos \lambda_i + \frac{b_i + K_i}{\sin \lambda_i} \cdot A_{cni} + b_i \sin \lambda_i; \quad (3.2)$$

а ширина:

$$Ш_i = a_i \cdot \sin \lambda_i + b_i \cdot \cos \lambda_i; \quad (3.3)$$

де  $a_i$  та  $b_i$  - довжина і ширина АТС  $i$ -тієї моделі, м<sup>2</sup> (відповідно до [7]):

МАЗ-5549 - 7,25×2,5;

КАМАЗ-5511 - 7,435×2,9;

КрАЗ-256Б - 8, 11×2,45;

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$K_i$  - нормоване відстань між бічними сторонами автомобілів в зонах зберігання, м ( $K_i = 0,5 - 0,8$  м [4,6]);

$\lambda_i$  - кут установки АТС на місце зберігання до осі проїзду, град.

При  $K_i = 0,8$  м. і  $\lambda_i = 90^\circ$ , довжина і ширина ряду машин МАЗ-5549 при установці в 3 ряди по 50 автомобілів будуть рівні:

$$L_{\text{МАЗ-5549}} = a_{\text{МАЗ-5549}} \cdot \cos 90^\circ + \frac{b_{\text{МАЗ-5549}} + K_i}{\sin 90^\circ} \cdot A_{\text{МАЗ-5549}} + b_{\text{МАЗ-5549}} \cdot \sin 90^\circ =$$

$$= 0 \cdot 7,25 + \frac{2,5 + 0,8}{1} \cdot 50 + 2,5 \cdot 1 = 125 \text{ м}; \quad (3.4)$$

$$\text{Ш}_{\text{МАЗ-5549}} = 7,25 \text{ м}.$$

При  $K_i = 0,8$  м. і  $\lambda_i = 90^\circ$ , довжина і ширина ряду машин КАМАЗ-5511 будуть рівні:

$$L_{\text{КАМАЗ-5511}} = a_{\text{КАМАЗ-5511}} \cdot \cos 90^\circ + \frac{b_{\text{КАМАЗ-5511}} + K_i}{\sin 90^\circ} \cdot A_{\text{КАМАЗ-5511}} + b_{\text{КАМАЗ-5511}} \sin 90^\circ =$$

$$= 7,345 \cdot 0 + \frac{2,9 + 0,8}{1} \cdot 50 + 2,9 = 118,9 \text{ м}; \quad (3.5)$$

$$\text{Ш}_{\text{КАМАЗ-5511}} = 7,443 \text{ м}$$

При  $K_i = 0,5$  м. і  $\lambda_i = 90^\circ$ , довжина і ширина ряду машин КрАЗ-256Б буде дорівнює:

$$L_{\text{КрАЗ-256Б}} = 8,11 \cdot 0 + \frac{2,45 + 0,5}{1} \cdot 50 + 2,45 \cdot 1 = 149,95 \text{ м}; \quad (3.6)$$

$$\text{Ш}_{\text{КрАЗ-256Б}} = 8,11 \text{ м}$$

Виходячи, з доцільності компактної постановки автомобілів в зоні зберігання приймаємо: 3 ряду автомобілів ГАЗ-3307, один ряд УАЗ-2206, один ряд для автомобілів ВАЗ-2104, один ряд для автомобілів ЗІЛ-431410. Ширину проїздів між

						КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

рядами автомобілів приймаємо 9,4 м [4]. Тоді площа зони зберігання дорівнюватиме:

$$F_X = (161,38 \cdot 6,33) \cdot 3 + 193,74 \cdot 4,36 + 109,15 \cdot 4,1 + 233,5 \cdot 6,67 + 9,4 \cdot 193 \cdot 7 = 18613 \text{ м}^2 \quad (3.7)$$

### 3.1.2. Визначення площі території підприємства

Площа території підприємства визначаємо за виразом:

$$F_{yч} = (\Sigma F_{п.с} + \Sigma F_{в.з} + F_X) \cdot \frac{100}{K_3}; \quad (3.8)$$

де  $\Sigma F_{п.с}$ ,  $\Sigma F_{в.з}$  і  $F_X$  - відповідно сумарні площі виробничо-складських приміщень, допоміжних будівель і зони зберігання АТС, м<sup>2</sup>;

$K_3$  - щільність забудови території АТП, % (приймаємо відповідно до табл. а.39 [4]).

Сумарну площу допоміжних будівель і зони зберігання АТС визначимо за формулою:  $\Sigma F_{в.з} = F_{АБК} + F_{УМР}$  ;

де  $F_{АБК}$ ,  $F_{УМР}$ ,  $F_{ОП}$  - відповідно площі адміністративно-побутового комплексу, будівлі збирально-мийних робіт і відкритого майданчика для тимчасового складування автомобілів і агрегатів, що підлягають списанню (відповідно до табл. 2.10). Рекомендують приймати [5] довжину адміністративно побутового комплексу рівний 36 метрам, а ширину 18 метрам, тоді:

$$F_{АБК} = D_{АБК} \cdot Ш_{АБК} = 18 \cdot 36 = 648 \text{ м}^2. \quad (3.9)$$

Тоді:

$$F_{yч} = (\Sigma F_{п.с} + \Sigma F_{в.з} + F_X) \cdot \frac{100}{K_3} = (2160 + 240 + 648 + 207 + 18613) \cdot \frac{100}{45} = 48595,5 \text{ м}^2. \quad (3.10)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.
					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	

Слідуючи рекомендаціям приймемо, що:  $D = 1,5 Ш$ , маємо:

$$F_{yч} = 1,5 \times Ш \times Ш = 48595,5 \text{ м}^2 \quad (3.11)$$

$$Ш = \sqrt{\frac{F_{yч}}{1,5}} = \sqrt{\frac{48595,5}{1,5}} = 180 \text{ м}; \quad (3.12)$$

$$D = \frac{F_{yч}}{Ш} = \frac{48595,5}{180} = 270 \text{ м} \quad (3.13)$$

Беручи довжину і ширину відповідно 180 і 270 метрів уточнимо площа підприємства:

$$F_{yч} = 180 \cdot 270 = 48600 \text{ м}^2; \quad (3.14)$$

Похибка становить,

$$\left| \frac{48595,5 - 48600}{48595,5} \right| \times 100 = 0,01\% \quad (3.15)$$

що знаходиться в межах норми.

### 3.1.3. Склад будівель і споруд підприємства і їх призначення

На території підприємства розташовані наступні будівлі і споруди:

- виробничий корпус, призначений для проведення планових ТО, діагностування, поточного і капітального ремонтів рухомого складу;
- адміністративно-побутовий корпус, призначений для розміщення керуючого персоналу АТП та виконання послуг побутового характеру для співробітників АТП;
- корпус збирально-мийних робіт, призначений для миття рухомого складу;
- майданчик зони зберігання рухомого складу;

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- очисні споруди з оборотним водопостачанням;
- відкритий майданчик для зберігання металобрухту, списаного рухомого складу тощо

### 3.1.4. Опис схеми генерального плану

На схемі генерального плану представлені будівлі і споруди, необхідні для забезпечення безперебійної роботи АТП.

Розташування адміністративно-побутового корпусу приймаємо з міркування найбільш короткого відстані до виробничого корпусу і можливістю виходу за територію підприємства з будівлі (також має місце економія коштів на придбання огороження).

Виробничий корпус розташований з урахуванням одностороннього руху по території підприємства.

Корпус зони УМР розташований поблизу КПП, що забезпечує менше забруднення території АТП. Весь рухомий склад, що повертається з лінії проходить через зону УМР, після чого направляється або в зону зберігання, або у виробничий корпус. Рухомий склад, що вимагає ремонту або обслуговування, що знаходиться в зоні зберігання, також проходить зону УМР.

Рухомий склад ставиться в зону зберігання переднім ходом без додаткового маневру під кутом 90° з незалежним виїздом 100% рухомого складу. Ширина проїздів між рядами вибирається у відповідність з [4] і становить 9,4 метра.

Відстані від будинків і споруд до осі проїзду рухомого складу приймаємо виходячи з протипожежних і санітарних норм. Воно складає 10 метрів.

На території підприємства є дві зони відпочинку, оточені по периметру листяними і хвойними деревами. Одна із зон відпочинку розташована між корпусом УМР і виробничим корпусом, а інша близько адміністративно-побутового корпусу.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

*КРБ.274.11.12.000.ПЗ*

### 3.1.5. Розрахунок основних показників генерального плану

Площа ділянки у відповідність до пункту 3.2 становить 48600 м<sup>2</sup> або 48,6 га.

Площа забудови у відповідність із пунктом 2.11 та 2.12 становить 6120 м<sup>2</sup>.

Щільність забудови визначається за формулою:

$$P_3 = \frac{F_3}{F_{Yч}} \cdot 100\% = \frac{21868}{48600} \cdot 100 = 44,996\% \quad (3.16)$$

Коефіцієнт озеленення

$$K_{зел} = \frac{F_{зел}}{F_{Yч}} \times 100 = \frac{6123,6}{48600} \times 100 = 12,6\% \quad (3.17)$$

### 3.2. Виробничий корпус

Виробничий корпус являє собою одноповерхову будівлю розміром 36х60 метрів з сіткою колон 12х30, висота будівлі від рівня підлоги до низу несучих конструкцій дорівнює 6 метрів. Для переміщення агрегатів і вузлів рухомого складу з постів зони ТР в ділянки ремонту агрегатів і вузлів приймаємо кран мостовий вантажопідйомністю 3 тонни.

Виробничі дільниці поєднані зі складськими приміщеннями відповідного призначення. Склад мастильних матеріалів розташований поблизу зон ТО-1 і ТО-2, склад експлуатаційних матеріалів поблизу зони ТР.

Пости зон діагностики, ТО-1 і ТО-2 проїзні, крім того зона ТО-2 має два тупикових поста. Рух всередині виробничого корпусу одностороннє.

Для зон, ТО-2 та діагностики передбачені власні ворота на кожну зону (для в'їзду, для виїзду). Для в'їзду в зону зварювально-жестяніцьких і малярських робіт передбачені окремі в'їзди з власними воротами. Усього встановлено 8 воріт розміром 4х3 метри. Двері воріт двопільні розстібні

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зона ТО-1 обладнана чотирьохстійковими електромеханічним підйомником

Пости зони поточного ремонту мають оглядові канали. У відповідність з типом рухомого складу прийняті наступні розміри оглядових каналів: довжина - 7 м; ширина для всіх типів п.с.-1, 0 м; глибина для всіх типів п.с.-1.3 м; глибина сполучних траншей-2 м; ширина траншей-1 м; траншеї виконані підземними.

По периметру корпусу прокладені трубопроводи для підведення холодної і теплої води. На ділянках, що працюють з легкозаймистими матеріалами і ділянках, що мають вогнебезпечна обладнання (зварювальний, малярський і т.п.) встановлені вогнегасники.

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

Розроблено та встановлено ряд техніко-економічних показників АТП. Основними з них є:

- число виробничих робітників на 1 млн. км. пробігу рухомого складу (Р);
- кількість робочих постів на 1 млн. км. пробігу (Х);
- площа виробничо-складських приміщень на 1 автомобіль ( $f_{пр.скл.}$ );
- площа допоміжних приміщень на 1 автомобіль;
- площа стоянки на одне місце зберігання ( $f_{xp}$ )
- площа території АТП на 1 автомобіль.

Оцінку результатів розрахунків і проектування виробляємо шляхом порівняння еталонних скоригованих значень основних техніко-економічних показників (ОТЕП) з фактичними.

Значення ОТЕП для еталонних умов приймаємо згідно табл. 10 [3] і записуємо в табл.

Приведення еталонних значень ОТЕП до умов проєктованого підприємства виробляємо за допомогою коефіцієнтів, які враховують:

- облікове число рухомого складу ( $K_1$ );
- тип рухомого складу ( $K_2$ );
- наявність причепів ( $K_3$ );
- середньодобовий пробіг ( $K_4$ );
- умови зберігання рухомого складу ( $K_5$ );
- групу умов експлуатації ( $K_6$ ).

Чисельні значення коефіцієнтів  $K_1 \dots K_6$  вибираємо з табл. Б.1 ... Б.7 [4].

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення приведених ОТЕП для умов проектуваного підприємства визначаємо множенням показника еталонних умов на значення відповідних коефіцієнтів, що враховують відміну конкретних умов від еталонних.

Визначимо фактичні ОТЕП.

Відповідно до результатів розрахунків кількість штатних робітників, безпосередньо зайнятих ТО і ТР рухомого складу, становить 26 осіб, а сумарний річний пробіг всіх автомобілів АТП 4,55 млн. км, тоді:

$$P^{\Phi} = \frac{\sum P_{шт}}{\sum L_{г}} = \frac{26}{4,55} = 5,71 \quad (4.1)$$

Сумарна кількість постів для виконання ТО і ТР дорівнює:

$$\sum X = X_{EO} + X_{TO-1} + X_{TO-2} + X_{д} + X_{ТР.РСП} + X_{ТР.СЖ} + X_{ТР.МАЛ}. \quad (4.2)$$

Так як кожна потокова лінія для виконання УМР приймається за 1 пост [4], то:

$$\sum X = 1+1+2+1+4+1+1 = 11 \text{ постів.} \quad (4.3)$$

Кількість постів на 1 млн. км пробігу:

$$X^{\Phi} = \frac{\sum X}{\sum L_{г}} = \frac{11}{4,55} = 2,41 \quad (4.4)$$

При сумарної площі виробничо-складських приміщень в 1694,6 м<sup>2</sup> та чисельності машин у 72 одиниці:

						Арк.
					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$f^{\phi}_{\text{прскл}} = \frac{\sum F_{\text{ПРСКЛ}}}{A_{\text{СП}}} = \frac{1694,6}{72} = 23,54 \quad (4.5)$$

Фактичні питомі площі зони зберігання рухомого складу і території підприємства, при  $F_{\text{СТ}} = 3543,65 \text{ м}^2$  і  $F_{\text{ТЕР}} = \text{м}^2 11095$ , будуть рівні:

$$f^{\phi}_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{СТ}}}{A_{\text{СП}}} = \frac{3543,65}{72} = 49,21 \frac{\text{м}^2}{\text{авто}}; \quad (4.6)$$

$$f^{\phi}_{\text{тер}} = \frac{F_{\text{ТЕР}}}{A_{\text{СП}}} = \frac{11095}{72} = 154,1 \frac{\text{м}^2}{\text{авто}}. \quad (4.7)$$

Значення основних техніко-економічних показників проекту відрізняються від еталонних скоригованих на:

$$\Delta P = 13\%$$

$$\Delta X = 37\%$$

$$f^{\phi}_{\text{прскл}} = 11,5\%$$

$$f^{\phi}_{\text{ст}} = 20\%$$

$$f^{\phi}_{\text{тер}} = 1\%$$

Так як сумарна площа допоміжних приміщень не визначалася, то її величину знайдемо за формулою:

$$F_{\text{ВСП}} = f_{\text{всп}} \cdot A_{\text{СП}} = 12,36 \cdot 72 = 889 \text{ м}^2. \quad (4.8)$$

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1-Значення основних ТЕП і коефіцієнтів їх коригування

Показники	Значення показників для еталонних умов	Коефіцієнти коригування						Результуючий коефіцієнт	Откориговане значення
		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>		
Чисельність виробничих робітників на 1 млн. км пробігу, чол.	3,23	1,26	1,35	1,0	1,024	1,17	-	2,035	6,57
Кількість робочих постів на 1 млн. км пробігу, постів	0,82	1,39	1,3	1,0	1,042	1,14	-	2,15	1,76
Площа виробничо-складських приміщень на одиницю рухомого складу, м <sup>2</sup>	10,4	1,36	1,4	1,0	0,934	1,14	-	2,03	21,11
Площа допомоготельних приміщень на одиницю рухомого складу, м <sup>2</sup>	7,35	1,52	1,1	1,0	0,958	1,05	-	1,68	12,36
Площа стоянки на одне автомобільне місце зберігання, м <sup>2</sup>	34,0	-	1,09	1,0	-	-	1,12	1,22	41,05
Площа території підприємства на одиницю рухомого складу, м <sup>2</sup>	90,0	1,34	1,16	1,0	0,976	1,05	1,07	2,905	153,4

З урахуванням розмірів адміністративно побутового корпусу число його поверхів має дорівнювати:

$$n_{\text{Э}} = \frac{F_{\text{ВСП}}}{432} = \frac{889}{432} = 2 \text{ поверху.} \quad (4.9)$$

Як показують розрахунки значення основних техніко-економічних показників відповідно до розрахунків.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

## 5. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЕКТ ПАЛИВНОЇ ДІЛЯНКИ

### 5.1. Призначення і організація робіт на ділянці

Ділянка ТО і ремонту паливної апаратури призначений для ремонту та обслуговування паливних насосів високого тиску, форсунок та інших приладів системи живлення автомобілів, знятих з них на посадах ТО і ремонту. Паливна апаратура, що вимагає поглибленої перевірки, надходить на ділянку ремонту з ділянки постових робіт з ТО, ремонту та діагностики.

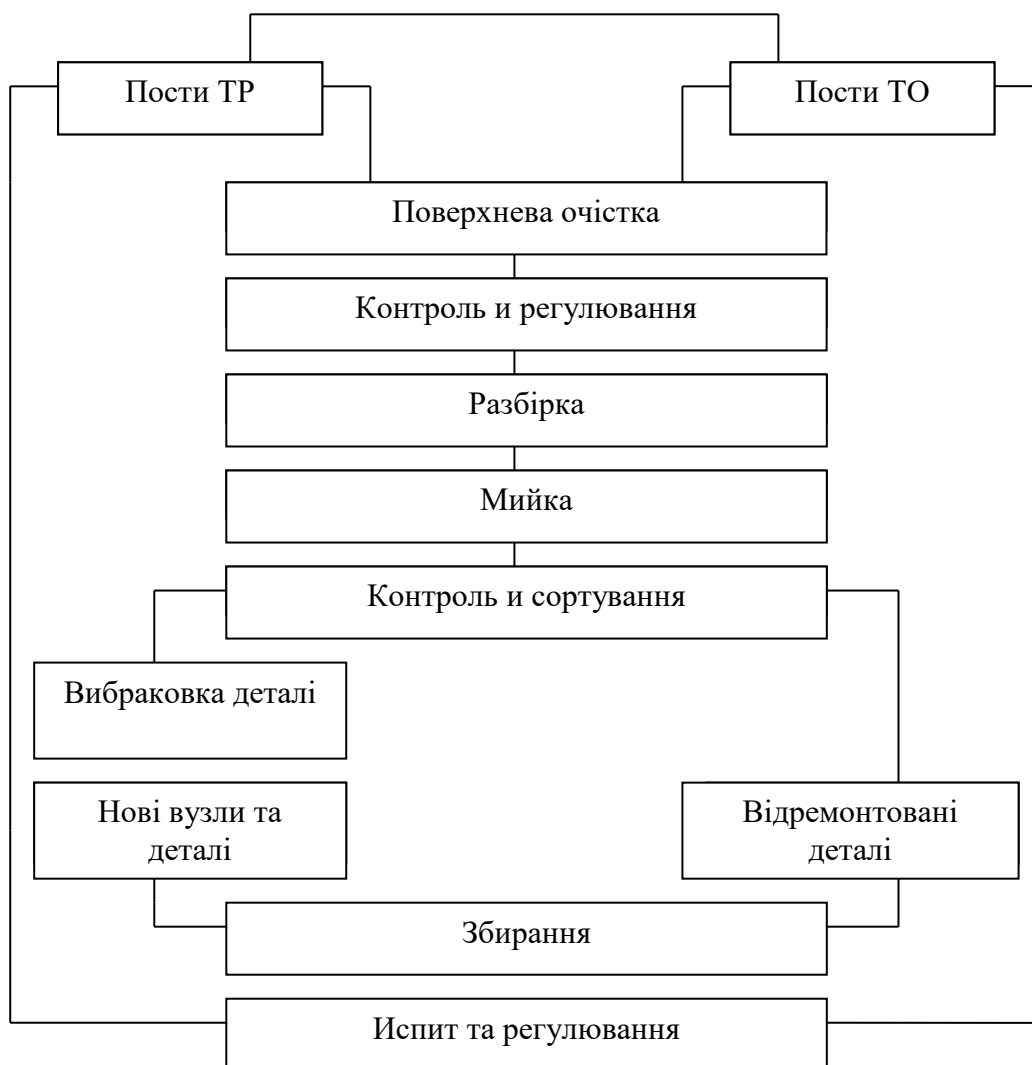


Рис. 5.1 Схема технологічного процесу на дільниці ремонту паливної апаратури

Прилади й вузли системи харчування, що надійшли на ділянку, очищають від бруду, перевіряють і ремонтують (рис. 5.1). після випробування відремонтовані прилади і деталі встановлюють на автомобіль, де здійснюють остаточну перевірку якості ремонту і регулювання паливної апаратури для досягнення мінімальної димності відпрацьованих газів і максимальної економічності.

Робота на ділянці паливної апаратури з деталями, обробленими по високому класу точності, вимагає високої культури. Приміщення цеху та верстачної обладнання пофарбовані у світлі тони.

Для запобігання від забруднень столи та обладнання для контролю і приладів в неробочий час прикриваються фанерним ковпаком.

На ділянці вивішені таблиці з основними характеристиками ремонттованих паливних насосів, фільтрів та іншої апаратури. Тут же знаходиться набір технологічних карт за основними видами робіт і моделям автомобіля, а також обладнання.

Розташування робочих місць, а також розміщення устаткування на ділянці передбачають дотримання технологічної послідовності виконання робіт з найменшими витратами сил і часу на переміщення приладів системи живлення з однієї на іншу.

## 5.2. Вибір технологічного обладнання

Підвищення продуктивності праці і якості ремонту в першу чергу залежить від правильного оснащення ділянки технологічним обладнанням. Стенди, прилади, пристосування, спеціалізований інструмент дозволяють удосконалювати технологію ремонту і знижувати трудомісткість. Технологічне обладнання та організаційно-технологічну оснастку вибираємо за каталогами в основному з числа випускається промисловістю [10,11].

## 5.3. Розрахунок показників рівня механізації паливного ділянки

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Операції технологічних процесів ТО і ремонту автомобілів здійснюється двома способами: механізованим (за допомогою устаткування зі спеціальним джерелом енергії) і ручним.

Під механізацією виробничого процесу розуміється заміна в ньому ручної праці роботою машин і механізмів, а також заміна менш досконалих машин і механізмів більш досконалими. Механізація виробничих процесів - один з головних напрямків технічного процесу, забезпечує розвиток виробничих сил і служить матеріальною основою для підвищення ефективності виробництва, поліпшення умов праці та підвищення його безпеки.

Одним з основних критеріїв оцінки діяльності технічної служби автотранспортних підприємств є рівень механізації процесів обслуговування і ремонту. Рівень механізації технологічних процесів (операцій) визначається відношенням обсягу робіт виконуваних механізованим способом і вручну.

Крім рівня механізації визначаються додаткові показники:

- ступінь охоплення робітників механізованою працею;
- енергоозброєність робітників.

Розрахунок показників рівня механізації проводиться з метою виявлення підрозділів підприємства, що вимагають технічного переозброєння, їх зіставлення з очікуваними значеннями, які можуть бути досягнуті в результаті впровадження рекомендацій проекту.

Основні і додаткові показники визначаються спочатку для кожного підрозділу, а потім зводяться по підприємству в цілому.

Перший етап визначення показників рівня механізації - вихідних даних, до складу яких входять:

- чисельність виробничих і допоміжних робітників, а також водіїв, що виконують роботи з обслуговування та ремонту рухомого складу;

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 - Відомість технологічного обладнання

Найменування устаткування	Тип, модель	Кількість одиниць	Розмір одиниці облад. у плані, м <sup>2</sup>	Площа, м <sup>2</sup>		Споживана потужність		Вартість	
				єди-ниці	общая	оди-ниці	обща	оди-ниці	обща
Стенд для перевірки форсунок і плунжерних пар ТНВД		1	0,7×0,6	0,42	0,42	0,2	0,2		
Стенд для перевірки топливopідкачуючих насосів	398	1	0,5×0,5	0,25	0,25	0,1	0,1		
Ванна для мийки деталей									
Слюсарні лещата	M-408A	1	1,5×0,8	1,2	1,2	0,3	0,3		
Прилад для перевірки герметичності паливної апаратури		2	-	-	-	-	-		
Прилад для перевірки герметичності апаратури	383	1	0,4×0,2	0,08	0,08	0,1	0,1		
Пристосування для розбирання та складання ТНВД	6361	1	0,5×0,4	0,2	0,2	-	-		
Стенд для регулювання ТНВД	СДТА-2	1	1,3×0,4	0,52	0,52	0,6	0,6		
Пост для поточного ремонту форсунок	P-610	1	1,5×0,8	1,2	1,2	-	-		
Пост для поточного ремонту ТНВД	P-611	1	0,5×0,8	0,4	0,4	-	-		
Верстат настільно-свердильний	ГМ-112	1	0,7×0,4	0,28	0,28	0,6	0,6		
Прес гідравлічний	ОКС-918	1	0,9×0,3	0,27	0,27	-	-		
Пневматичне затискний пристрій для розбирання та збирання	ПРС-22	2	0,2×0,3	0,06	0,12	0,2	0,4		
Пристосування для промивки розпилувачів форсунок	ПД-24	1	0,2×0,3	0,06	0,06	0,1	0,1		
Шафа для приладів		1	1,2×0,6	0,72	0,72	-	-		
Сушильна шафа для деталей	НП-014	1	0,7×0,6	0,42	0,42	1,2	1,2		
Верстат слюсарний	P-968	1	1,6×0,7	1,12	1,12	-	-		
Стіл для приладів	1010-П	2	1,5×0,8	1,2	2,4	-	-		
Скрина для відходів	2317-П	1	0,5×0,5	0,25	0,25	-	-		
Скрина для обтиральних матеріалів	2250-П	1	0,8×0,4	0,32	0,32	-	-		
Електроточільний верстат	МВ-0,1 2445	1	0,5×0,3	0,15	0,15	1,5	1,5		
Комплект інструменту		3	-	-	-	-	-		
Комплект інструменту слюсаря-монтажника	И-132	2	-	-	-	-	-		
Пристосування для обдування деталей стиснутим повітрям	199	2	0,2×0,1	0,02	0,04	0,1	0,2		
Тумбочка для зберігання інструменту	СТД-3715	1	0,8×0,5	0,04	0,04	-	-		
Стілець підйомно-поворотний металлический	2211М	1	0,6×0,4	0,24	0,24	-	-		
ИТОГО:					11,42		5,3		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

Арк.

- перелік обладнання, що застосовується при механізованому виконанні робіт;

- вартість і встановлена потужність обладнання;

- кількість змін роботи обладнання;

- частка часу завантаження обладнання по змінах;

- кількість робітників, зайнятих механізованою працею.

У загальну чисельність допоміжних робітників включаються робітники, які виконують роботи, супутні ТО і ТР рухомого складу (зберігання і роздача агрегатів, запасних частин, матеріалів, шин, транспортні та інші роботи комплексу підготовки виробництва, а також ремонт обладнання та інструменту, обслуговування та ремонт інженерних мереж та комунікацій, прибирання приміщень та інше.)

При визначенні середньої кількості водіїв, зайнятих виконанням ТО і ТР, слід враховувати відпрацьований ними час.

До робітників, зайнятих механізованою працею, відносять тих, які зайняті в механізованих технологічних процесах (операціях) не менше 50% свого змінного часу.

Рівень механізації виробничих процесів визначається за формулою:

$$Y_M = \frac{K_1 \cdot N_1 + K_2 \cdot N_2 + \dots + K_n \cdot N_n}{P_{ОСН} + P_{ВСП} + P_{ВОД}}, \quad (5.1)$$

де:  $K_1, K_2, \dots, K_n$  - середній коефіцієнт завантаження обладнання відповідно 1,2, ... n-й

$N_1, N_2, \dots, N_n$  - кількість одиниць обладнання 1,2, ..., n-ї моделі

$P_{ОСН}, P_{ВСП}, P_{ВОД}$  - явочне кількість основних і допоміжних робітників даного підрозділу, а також водіїв, зайнятих протягом всіх робочих змін безпосередньо на виконання ТО і ТР рухомого складу, чол.

$$Y_M = \frac{20 \cdot 1 + 20 \cdot 1 + 30 \cdot 1 + 15 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 20 \cdot 1 + 15 \cdot 1 + 15 \cdot 2 + 20 \cdot 1 + 30 \cdot 1 + 15 \cdot 1 + 10 \cdot 2}{4} = 61,25 \%$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

Ступінь охоплення робітників механізованою працею у виробничому підрозділі підприємства визначається за формулою:

$$C = \frac{P_M}{P} \cdot 100\% . \quad (5.2)$$

де:  $P_M$  - кількість явочних робітників, зайнятих механізованою працею в денном виробничому підрозділі, чол.;

$P$  - кількість явочних робітників, зайнятих в даному виробничому підрозділі підприємства (з урахуванням допоміжних робітників водіїв), чол.

$$C = \frac{3}{4} \cdot 100\% = 75\% \quad (5.3)$$

Енергооснащеність робітників даного виробничого підрозділу:

$$\mathcal{E}_B = \frac{\mathcal{E}_1 \cdot N_1 + \mathcal{E}_2 \cdot N_2 + \dots + \mathcal{E}_n \cdot N_n}{P} , \quad (5.4)$$

де:  $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_n$  - встановлена потужність 1,2, ..., n-й моделі кВт обладнання,.

$$\mathcal{E}_B = \frac{5,3}{4} = 1,325 \text{ кВт/чел.}$$

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 6. ВПЛИВ ПІДВІСКИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АВТОМОБІЛЯ.

Робота підвіски ґрунтується на перетворенні енергії удару при наїзді на нерівність у переміщення пружного елемента підвіски, унаслідок чого сила удару, що передається на кузов, зменшується і плавність ходу зростає. Підвіска автомобіля забезпечує пружний зв'язок рами кузова з мостами і колісьми, плавність ходу, стійкість і прохідність автомобіля. Плавність, у свою чергу, визначає комфортність їзди. Стійкість визначає здатність протидіяти заметам і перекиданню, тобто безпека. Прокідність визначає здатність переборювати різні перешкоди. Помітимо, що ці вимоги дуже суперечливі, тому тут не обходиться без компромісів. Наприклад, м'яке підресорювання іноді погіршує стійкість автомобіля. І навпаки - підвищення твердості погіршує комфортність їзди, зменшує ресурс. І так далі.

Підвіска складається з трьох основних частин: пружного елемента, що направляє пристрій і гасительного елемента.

Як пружний елемент у підвіски використовуються металеві листові елементи, циліндричні пружини, торсионі. Крім цього існують неметалічні пружинні елементи підвіски, що забезпечують пружинні властивості, за рахунок пружності гуми. Направляюче пристрій підвіски передає що штовхають, гальмові і бічні зусилля від коліс на раму корпус автомобіля. У випадку пружинної підвіски направляючим пристроєм служать вантажі і штанги підвіски.

Гасильний елемент підвіски призначений для гасіння коливань кузова і коліс у випадку наїзду на перешкоди і називається амортизатором. На автомобілях використовуються рідинні, газо-рідинні і газові амортизатори. Принцип їхньої дії полягає в перетворенні енергії коливання за рахунок тертя рідини (тиску газу) у теплову енергію з наступним її розсіюванням.

Підвіски звичайно класифікуються по їхній кінематиці і по пружному елементі.

Кінематичні підвіски розділяються на два основних типи: залежні і незалежні.

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По пружному елементу - пружині, де як пружний елемент використовуються кручена пружина, ресорні, торсионні і навіть гідравлічні і пневматичні.

Незалежна підвіска характеризується відсутністю твердого зв'язку між колісьми одної осі. Кожне колесо підвішене незалежно від іншого. У результаті чого при наїзді одним колесом на нерівність, його коливання не передаються іншому колесу, зменшується нахил кузова і підвищується в цілому стійкість автомобіля під час руху.

Дані підвіски і їхня конструкція досить різноманітні. Вони поділяються на два основних типи: свічкові і ричажні. Свічкові - Макферсон, ричажні - поперечноричажні, двухричажні, продольноричажні, косоричажні.

Ричажні гарні тим, що досить прості по своїй конструкції. Вони відповідають вимогам керованості автомобіля. Навіть на самих нерівних ділянках дороги при правильному балансі і розподілі сил і моментів підйому підвіски забезпечують належну керованість і стійкість.

Найбільш розповсюдженим варіантом незалежної підвіски є варіант, запропонований шотландським інженером, що працював на заводах Форда, Макферсоном (McPherson).

Макферсон і висунув ідею кріплення підвіски тільки в двох точках (не вважаючи стабілізатора) з кожної сторони. При цьому амортизатор ставав направляючим елементом підвіски, а на колесо приходився один нижній поперечини важіль, - причому не трикутний, а одинарний. Він, звичайно, не міг передавати подовжні зусилля, скажемо, при гальмуванні. Для цього Макферсон запропонував використовувати плече стабілізатора поперечної стійкості. Але головним у запропонованій конструкції було відмовлення від верхнього важеля.

Виробників така конструкція дуже влаштувала, а от експлуатаційників не зовсім. При вертикальному ході колеса нижній важіль описував дугу, і крапка контакту шини з дорогою постійно переміщалася вправо і вліво. Більш того, по тій же причині досить помітно змінювався кут розвалу коліс. У результаті траєкторна стійкість автомобіля залишала бажати кращого. Винахід Макферсона стали називати підвіскою типу "хитна свіча".

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практика виявила кілька найважливіших недоліків такої підвіски. До них відносяться зайва чутливість до дисбалансу коліс, посилене тертя між штоком і циліндром амортизатора (а отже, і знос), підвищена передача на кузов дорожніх вібрацій і шумів, а також недостатня твердість у подовжньому напрямку пари "важіль - плече стабілізатора". Однак компактність такої підвіски змусила конструкторів надалі невпинно удосконалювати схему McPherson.

При передньому приводі силовий агрегат вигідно встановлювати поперечно. У цьому випадку тільки підвіска McPherson могла існувати з таким розташуванням двигуна. Далі інженери знову повернулися до трикутного важеля який має дві, а не одну точку опори (це підвищило твердість) у подовжньому напрямку. Пружину змістили щодо осі амортизатора, так ще обоє ці вузли нахилили усередину, щоб одержати негативне плече обкатування. Ці міри дозволили помітно знизити тертя в амортизаторній стійці і зменшити знос. Для кращої ізоляції кузова від дорожніх шумів довелося знову узвичаїти поперечку підвіски - так називаний підрамник, що з'єднується з кузовом через гумові подушки. У верхній опорі амортизаторної стійки шток з'єднали з кузовом за допомогою гумової шайби хитрої конструкції. Для пружини ввели завзятий кульковий підшипник.

Для того, щоб автомобіль не сприймав усі нерівності на дорозі, у підвіску машини обов'язково використовується який-небудь пружний елемент. Звичайно застосовується пружина. Крім пружини, може використовуватися ресора, але це вже повна архаїка. Інші альтернативи пружини - пневмопідвіска, що давно вже стала фішкою деяких концернів і яка працює на стиснутому газі.

Головна задача амортизатора і полягає в тому, щоб гасити коливання, чи демпфірувати.

Звичайні механічні підвіски (пружинні, ресорні) мають одну безсумнівну перевагу - дешевину. А тепер поговоримо про недоліки.

Почнемо з того, що при зміні завантаження автомобіля міняється рівень кузова: навантажили - опустився, розвантажили - піднявся. Причому не завжди рівномірно.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

Неважко помітити, що при звичайній підвісці навантажений автомобіль погойдується на пружинах повільніше, плавніше, чим порожній. Говорячи технічною мовою - міняється частота власних коливань підресореної маси. Чим це погано? Справа в тім, що наш мозок, та й усі внутрішні органи "розраховані" природою на визначені частоти коливань, що відповідають ходьбі і бігу. Якщо ж нас розгойдувати з "невідповідною" частотою, то нас гойдає, або ми починаємо скаржитися на тряску. Проектуючи підвіску, конструктор повинний забезпечити найбільший комфорт для водія і пасажирів. Але як його забезпечити, якщо при зміні навантаження усе міняється?

У результаті при виборі пружних елементів (пружин, ресор) і амортизаторів приходиться іти на компроміс - "ні нашим, ні вашим, але в цілому прийнятно".

Інша справа - пневматичні підвіски: вони гнучкі по можливостях регулювання, і забезпечують постійний рівень кузова.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 7. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОМПАНОВАЛЬНОЇ СХЕМИ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ

Підвіска, автомобіля необхідна в першу чергу для зменшення динамічних впливів, переданих від дорожніх нерівностей пасажирам, перевезеним вантажам і самому автомобілю.

Якість підвіски не тільки визначає плавність ходу автомобіля, але і значно впливає і на інші експлуатаційні показники: стійкість, прохідність, надійність, довговічність і т.і. Швидкість руху автомобілів по нерівних дорогах звичайно обмежується не розташовуваною потужністю двигуна, а якістю підвіски. Таким чином, недостатня плавність ходу веде до загального зниження продуктивності автомобільного транспорту.

У порівнянні з підвісками зі сталевими пружними елементами пневматична підвіска має наступні переваги:

У більшості випадків може бути отримана нелінійна прогресивна характеристика, що сприяє підвищенню плавності ходу, зменшує можливості ударів. Характеристика сталевих пружних елементів звичайно лінійна і необхідна прогресивність характеристики підвіски досягається за рахунок ускладнення її конструкції.

Легко досягається автоматичне регулювання твердості і динамічного ходу підвіски відповідно до умов нагрюження, унаслідок чого збільшується можливість підвищення плавності ходу і поліпшуються інші експлуатаційні якості.

При однакових розмірах пневматичного пружного елемента, змінюючи тиск повітря в ньому, можна одержати елементи різної вантажопідйомності, що розширює можливості застосування даної конструкції.

Пневматичні пружні елементи деяких типів мають надзвичайно високу довговічність яка при сталевих пружних елементах може бути досягнута лише при значному збільшенні ваги і розмірів.

Легко здійснюється автоматичне регулювання сталості положення кузова щодо поверхні дороги незалежно від величини статичного навантаження. Це

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

підвищує зручність входу і виходу пасажирів (що має важливе значення для автобусів), усуває бічні крени кузова через несиметричне навантаження, поліпшує зовнішній вигляд розвантаженого автомобіля чи автобуса.

Унаслідок постійного положення кузова полегшується рішення задачі забезпечення правильної кінематики підвіски і кермовий привід, знижується центр ваги розвантаженого автомобіля і, отже, підвищується його стійкість. При будь-якій навантаженні забезпечується належне положення фар, що підвищує безпеку руху в нічний час.

Легко здійснюється примусове регулювання положення кузова щодо поверхні дороги. Таким чином, водій одержує можливість за бажанням підняти чи опустити кузов, у результаті чого збільшується прохідність, полегшуються умови навантаження і т.і.

Розглянемо переваги, що можуть дати різні системи пневматичних підвісок у відношенні підвищення плавності ходу, а також інших експлуатаційних якостей.

Теорія, експеримент і практичний досвід показують, що для забезпечення гарної плавності ходу необхідно в першу чергу виконання наступних умов:

Власні частоти коливань підресорених мас автомобіля повинні бути досить низькими. Тривалий час вважалось, що оптимальною є частота 60 - 70 кол/хв і що при подальшому зниженні частот, хоча і зменшуються прискорення, що впливають на пасажирів, викликаються симптоми морської хвороби. Однак за останні роки з'явилися і з успіхом застосовуються підвіски, що забезпечують ще більш низьку частоту коливань.

Підвіска повинна володіти достатньою динамічною енергоємністю і динамічним ходом, щоб при русі по поганих дорогах уникнути ударів об обмежники ходу. Крім того, значний вплив на плавність ходу роблять м'якість шин, опір амортизаторів, розподіл мас автомобіля й інші параметри, однак зазначені вище дві умови є найбільш важливими.

При практичному здійсненні цих умов зустрічаються серйозні труднощі конструктивного характеру. Перша умова знаходиться у визначеному протиріччі з другим: для зниження власної частоти варто зменшувати твердість пружних

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

елементів підвіски, що одночасно зменшує їх динамічну енергоємність. Підвищення енергоємності за рахунок збільшення значень динамічного ходу підвіски зв'язаний з підвищенням центра ваги автомобіля, погіршенням його зовнішнього вигляду і стійкості. Крім того при великому ході значно затруднено забезпечення правильної кінематики підвіски і рульове керування.

Нові автомобілі, можуть укомплектовуватися адаптивною пневмопідвіскою. Сполучення пневматичної підвіски і керованою електронікою системи демпфірування забезпечують підвісці, по характеристиках керованості явно тяжіє до спортивних автомобілів, чудові властивості з погляду комфорту. Центральний блок керування мультимедійного інтерфейсу MMI дозволяє вибрати одну з трьох запрограмованих настроювань: від самої спортивної до розслаблено-комфортної.

Автоматичний режим керування настроюванням пневмопідвіски воістину універсальний. При русі на швидкості вище 120 км/год висота автомобіля автоматично знижується на 15 мм, що насамперед забезпечує зниження центра ваги. Одночасно знижується коефіцієнт лобового опору автомобіля, забезпечуючи на швидкісній магістралі економію палива. Коли водій скидає швидкість нижче 70 км/год, пневматична підвіска повертає кузов у первісне положення.

М'яка робота підвіски і високий рівень комфорту в тривалих поїздках забезпечує режим "comfort". При виборі цього режиму функція зміни висоти кузова в залежності від швидкості руху автоматично відключається.

Вибравши режим "upatic", водій може змусити пневматику працювати як гарну спортивну підвіску, оснащену сталевими пружинами. У режимі "upatic" висота автомобіля примусово зменшується на 15 мм.

Якщо при русі на низької швидкості включити режим "Hft mode", адаптивна пневматична підвіска на 15 мм збільшить дорожній просвіт. Це дасть додаткові переваги на нерівній дорозі. При збільшенні швидкості до 100 км/год і вище автоматично відновлюється стандартна висота дорожнього просвіту. В усіх режимах роботи підвіски адаптивна система демпфірування підбудовується до типу дороги і стилю водіння.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

У конструкції передньої підвіски проектуемого автомобіля використані оснащені пневмобалонами стійки. Навколо безступеневорегульованих амортизаторів концентрично

розташовані захисні чохла. Чохли виконані зі спеціального багатошарового еластомера, для посилення міцності армованого поліамідним волокном. Перевага такого рішення в тім, що тонкостінні, а виходить, м'яко працюючі чохла повідомляють проєктованому авто чудові їздові властивості і роблять підвіску надзвичайно чуттєвої навіть до незначних поштовхів.

На задній осі пневмобалони і керовані елементи, що демпфірують, рознесені. Головна перевага цієї конфігурації, як і при застосуванні традиційної підвіски, полягає в тім, що вона дозволяє забезпечити достатню ширину між колісними арками в багажному відділенні і зробити підлогу багажника максимально низьким.

Незалежно від завантаження автомобіля пневмобалони забезпечують незмінну величину дорожнього просвіту, цілком приймаючи на себе навантаження на передню і задню осі.

Завдяки передовій конструкції пневматична підвіска надає цілий ряд характерних переваг: поза залежністю від завантаження автомобіля водій і пасажери подорожують з постійним комфортом: твердість підвіски постійно регулюється в залежності від навантаження.

### 7.1. Задня підвіска

Підвіска на косих важелях являє собою свого роду компроміс між підвіскою на поздовжніх важелях і двохшарнірною підвіскою з хитними піввісями. У ній намагаються об'єднати технічні переваги названих конструкцій, одночасно відмовивши від їхніх недоліків.

Підвіска на косих важелях у двох своїх варіантах використовується винятково як задню підвіску. Один з цих варіантів більш обґрунтований економічними розуміннями, а іншої застосовується через його сприятливі

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



кінематичні якості і забезпечує тому технічні переваги. У нових конструкціях знаходить застосування тільки цей останній варіант. Опис кінематичної схеми.

Як можна бачити на рис.7.1. осі EG хитання важелів розташовані таким чином, що вони перетинають шарніри С, що з'єднують півосі з відомими елементами головної передачі, у результаті чого з кожної сторони досить лише одного шарніра. Косі важелі, що без ускладнень можуть сприймати і пружини підвіски, при ході коліс роблять просторі переміщення, обумовлені положенням їхньої осі хитання. Цьому варіанту ще притаманні два основних недоліки двухшарнирної підвіски з хитними півосями: високий центр крену і велика зміна колії, але він має і визначені переваги. Зовнішнє колесо при швидкому проходженні повороту "підламується" у трохи меншому ступені, а наявні полюси подовжнього крену забезпечують (як на автомобілі ""Фольксваген-кефер") зменшення подовжнього крену при гальмуванні. Фірми "Фіат" і "Сеат" застосовують таку підвіску на відносно легких заднемоторних автомобілях із шинами діаметром 12 і 13 дюймів (тобто з маленькими колісьми). Для одержання достатнього дорожнього просвіту під піддоном чи двигуна картером головної передачі внутрішні шарніри півосей повинні бути розташовані вище центра коліс. При цьому півосі одержують похиле положення, а знаходяться до них під прямим кутом колеса - позитивний розвал. У статичному розрахунку доведено, що описане положення сприяє підламуванню зовнішнього колеса при русі на повороті.

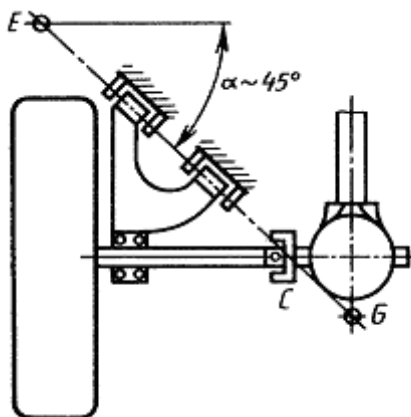


Рис. 7.1.

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

Економічно сприятливий варіант підвіски на косих важелях, де на виду зверху вісь ЕО хитання важеля перетинає внутрішній шарнір С піввіссі. Недоліком є великий кут стрілоподібності альфа та обумовлений цим високий центр крену, а також велика зміна розвалу та сходження коліс.

З розуміння економії на вищеописаному варіанті передбачався кут стреловидности.

З технічної точки зору більш сприятливий кут від 100 до 250, до якого може ще додатися невеликий нахил на виді позаду на кут схилу (рис.7.2). Осі таких важелів розташовані косо в просторі і вже не перетинають внутрішні шарніри півосей по обох сторонам від головної передачі. Між колесом і головною передачею виникають у цьому випадку не тільки кутові переміщення, але і лінійні, так що з кожної сторони потрібно по два шарніра, здатних компенсувати зміну довжини.

При відсутності кута схилу вісь колеса М, продовжена до полюса Р1, переміщається при ході підвіски по бічній поверхні конуса, віссю якого є вісь хитання важеля ЕО. Як видно в плані на рис. 7. Також, на виді позаду, показано, що при наявності додаткового кута схилу продовження осі М колеса в конструктивному положенні автомобіля не перетинається з прямої ЕОР2. Ці прямі проходять у просторі одна повз інший, а крапка М переміщається по гіперболоїду обертання. Якщо кузов перемістився вниз настільки, що негативний розвал колеса збігається по величині з кутом, тобто коли виконується умова нейтрального положення, полюси Р1 і Р2 розташовуються на однаковій висоті і продовження осі М колеса і прямої ЕО перетинаються в одній крапці. Якщо ж кут схилу негативний, то, навпаки, для досягнення нейтрального положення потрібно позитивний розвал на колесах при ході відбою. При заданій довжині г важелів можна сполученням кутів і погодити один з одним бажані кінематичні характеристики. У цьому відношенні підвіска на косих важелях схожа з підвіскою на подвійних поперечних важелях де відіграють роль як кут і на верхньому важелі і кут на нижньому, так і довжина і взаємне положення обох важелів. Однак з обліком еластокінематики двома важелями можна досягти більшого, ніж одним з кожної сторони. Це є однією

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з причин того, що подвійні поперечні важелі почали витісняти підвіску на косих важелях у випадку ведучих задніх коліс. Нижче розглядаються основні кінематичні характеристики:

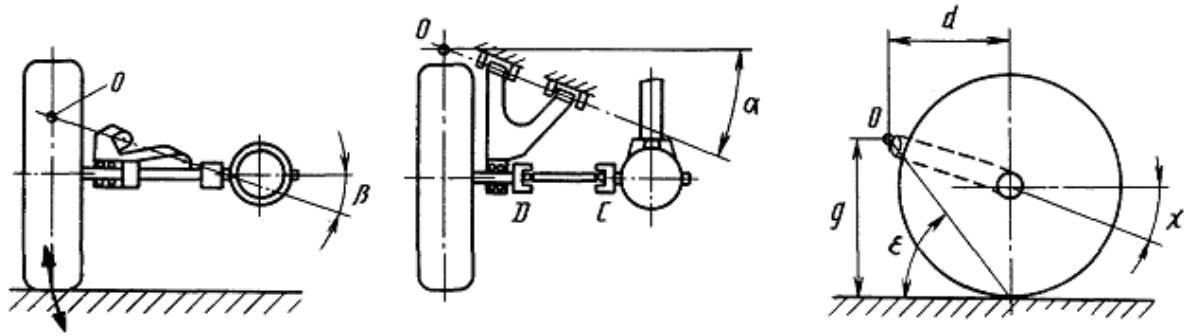


Рис. 7.2.

Технічно більш прийнятним варіантом підвіски на косих важелях з кутом стрілоподібності альфа та кутом скату бетта; він потребує, двох шарнірів С і Б та компенсації зміни довжини на кожній піввіссі. Центр повздовжнього крену  $O$  є точка перетину віссі рычага з центральною площиною обертання колеса. Щоб знайти відстань  $d$  цього центру від вісі колеса та його висоту  $g$ , необхідно протянути вісь важеля на виду зверху та ззаду,  $\epsilon$  - опорний кут при гальмуванні,  $\chi$  - опорний кут при розгоні, одночасно визначаючий величину повздовжнього зміщення колеса при ході підвіски.

а) Центр крену. Збільшення кута стреловидности, а на виді зверху приводить до підвищення центра крену "", що, однак, знову може бути опущений за рахунок кута. Мала довжина важеля допускає лише обмежені ходи підвіски, але приводить до підвищення центра крену. Довгий же важіль дозволив би відсунути полюс Р від колеса, у результаті чого опуститься крапка " і зменшиться зміна колії (див. рис. 7.3.). Здійснюючи узгодження з передньою підвіскою, за допомогою косих важелів можна одержати майже будь-яку висоту центра крену. Наявні піддатливості при цьому не враховувалися.

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

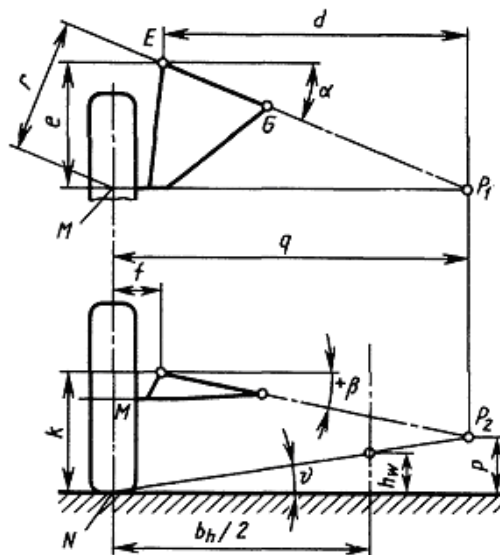


Рис. 7.3.

Положення полюса Р і центра крену W визначається довжиною  $g$  важеля, а також кутами  $\alpha$  і  $\beta$ . З збільшенням навантаження точки Е і О зміщуються до низу, а разом з тим Р і W. Раптова зміна колії знаходиться дугою з центром в точці Р2. Висота  $\wedge$  центру крену на віссі симетрії автомобіля знаходиться наступними рівняннями:

$$p = k - \operatorname{tg}\beta \cdot d, \quad (7.1)$$

$$h_w = \frac{b}{2} \times \frac{p}{f + d}, \quad (7.2)$$

$$d = e \cdot \operatorname{ctg}\alpha. \quad (7.3)$$

б) Зміна колії. Кривизна кривої зміни колії визначається довжиною відрізка  $NP_2$  (див. рис. 7.3.), а для відхилення від вертикалі дотичної до цієї кривої в нульовій крапці вирішальним є кут. Довжина відрізка  $NP_2$  залежить, у першу чергу, від величини кута стреловидности  $i$ , а кут - як від, так і від. Для спрощення при визначенні миттєвого значення зазначеної зміни можна використовувати відношення висоти центра крену до половини колії  $(0,5 b)$ .

						КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Ця висота при ході стиску зменшується, а при ході відбою збільшується; разом з нею змінюється і кут. Тому можна розглядати лише невеликі ходи і розраховувати для них миттєву величину зміни.

в) Центр подовжнього крену. Зменшення кута, точно так само, як збільшення кута впливає на протидію подовжньому крену при гальмуванні. Обое ці зміни обумовлюють більш сприятливе положення показаного на рис. 7.2. центра подовжнього крену ПРО, а виходить, і більш сильне підтягування вниз задньої частини кузова при гальмуванні. Визначальний ступінь зазначеної протидії опорний кут збільшується, а якщо крапка ПРО знаходиться вище осі коліс, то додатково виникає опорний кут при розгоні, що визначає одночасно величину подовжнього зсуву колеса при ході підвіски. Однак на відміну від кута, кут змінюється значно сильніше; якщо задня частина кузова опускається при розгоні (чи при завантаженні). ПРО переміщається нижче осі коліс, і замість протидії (опори) виникає додаткове підтягування кузова вниз. Переваги протидії крену при гальмуванні можуть бути використані, однак, лише при розташуванні гальм у колесах. З цієї причини, зокрема, на жодному легковому автомобілі з підвіскою на косих важелях не застосовуються внутрішні гальма (на головній передачі).

г) Зміна розвалу. Чим більше значення кута стреловидности, тим менше відстань до полюса, що визначає зміна розвалу, і тим більше зміна розвалу при ходах підвіски. Кут схилу практично не робить впливу на довжину. Відрізок  $d$  може бути визначений по співвідношеннях, приведеним на рис. 7.3. До величини потрібно додати значення розвалу для автомобіля без або з навантаженням в розглянутому конструктивному положенні. При визначеному ході стиску фактичний розвал.

Занадто велика зміна розвалу при ході стиску підвіски разом із установленим негативним розвалом при малому навантаженні може привести до несприятливого положення коліс при повному навантаженні автомобіля.

У залежності від ходу підвіски встановлюються кути у вид, при який повинні працювати шини, так ще з повним навантаженням. Високі швидкості руху, літні температури і, можливо, знижене тиск легкий можуть привести до зносу

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протектора, що грозить аварією. Імовірно, у зв'язку з цим останні моделі легкових автомобілів мають значення не більш при ході стиску 100 мм, а розвал без навантаження складає біля - 30'.

д) Зміна сходження. При наявності тільки кута стріловидности колесо як при ході стиску, так і при ході відбою небагато повертається в напрямку позитивного сходження. Якщо до цього додається ще позитивний кут схилу, то крива повертається проти вартовий стрілки, тоді при ході стиску колесо повертається в напрямку негативного сходження, а при ході відбою підсилюється позитивне сходження. Така підвіска на повороті сприяла б надлишкового звороту автомобіля під дією крену і при швидкій зміні смуги руху здійснювала б небажане "підрулювання". І навпаки, негативний кут сприяв би недостатного звороту. Усі показані криві мають кривизну, що приблизно відповідає дузі радіуса. Ця величина сприятливим образом зростає при збільшенні довжини важеля і можливого зменшенні кута стріловидности. Приблизно зазначений радіус може бути розрахований по формулі. Найменша зміна випробує сходження при нейтральному положенні важеля; у цьому випадку дотична до кривої - якщо зневажити всіма податливостями - буде проходити вертикально. Якщо конструктивно передбачений кут схилу, то по куті розвалу (наприклад) визначається хід підвіски при який більш вигідно розташовувати важелі таким чином, щоб зовнішнє колесо при ході стиску поверталось убік позитивного сходження, а внутрішнє при ході відбою - убік негативного. Досягається за рахунок цього недостатність звороту під дією крену послабляє еластокінематичний надлишковий зворот під дією бічних сил, який навряд чи можна уникнути.

е) Вплив регулювання рівня. Перевага будь-якої системи регулювання рівня складається в сталості положення (незалежно від навантаження) як кузова, так і фар відносно дороги. Недоліками ж можуть бути підвищення центра мас за рахунок посадки пасажирів і не змінюється при навантаженні кінематика. При ході стиску збільшується колія, тобто без регулювання рівня опорна база під навантаженням була б ширше. Крім того, задні колеса вже не нахиляються убік

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

негативного розвалу, шини можуть передавати лише менші бічні сили і посиленої тенденції до надлишкового звороту, ймовірно не вдасться запобігти.

## 7.2. Передня підвіска

Трапецевидна підвіска на поперечних важелях володіє рядом переваг у розташуванні основних компонентів: амортизатор закріплений незалежно, поперечні важелі надійно передають що штовхають і гальмові сили від коліс до кузова, амортизатор спираються на нижній важіль. Трапецевидна підвіска на поперечних важелях з коротким верхнім і довгої нижнім важелями забезпечує мінімальні поперечні переміщення колеса, а також незначного кутового переміщення при ході нагору і вниз.

Тип і конструкція підвіски забезпечують плавність ходу і стійкість автомобіля при високій швидкості.

Направляюче пристрій підвіски визначає характер руху колеса відносно дороги і кузова і передає сили і моменти від колеса до кузова. До цього пристрою відносяться верхній і нижній важелі підвіски і шарнірно зв'язаний з ними поворотний куркуль.

Нижній важіль підвіски зварений із двох частин, що, з'єднуючись, утворюють гніздо для кріплення нижнього кульового шарніра. Важіль з'єднується з кузовом віссю через гумоометалеві шарніри.

Гумова втулка шарніра встановлена з великим радіальним натягом між зовнішньою і внутрішньою втулками. Зовнішня втулка шарніра запресована в отвір важеля; через внутрішню втулку проходить вісь. З торців гумова втулка шарніра затиснута між завзятими шайбами. При хитанні важеля підвіски відбувається деформація гумової втулки без провертання її щодо деталей шарніра.

Між торцевими поверхнями гумоометалевих шарнірів і втулками осі поперечки встановлені завязі шайби і набір технологічних шайб товщиною 0,5 мм.

Верхній важіль підвіски на зовнішньої вилчатій частини має посадкове гніздо для кріплення верхнього кульового шарніра; у вушка важеля запресовані

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

гумовометалеві шарніри, конструкція яких аналогічна шарнірам нижніх важелів, але розмір іншої.

Кульові опори з'єднують важелі підвіски з поворотним кулаком. Конструкції шарнірів, верхні і нижні однакової конструкції, взаємозамінні.

До пружних елементів підвіски відносяться пневмоелемент і гумові буфери відбою і стиску. Пневмоелемент знаходиться в корпусі амортизатора, амортизатор верхньою частиною кріпиться до кузова, а нижньою частиною до нижнього речагу.

Маточина переднього колеса обертається на двох радіально-завязятих конічних підшипниках, зовнішні кільця яких запресовані в гнізда поворотного куркуля, а внутрішні посаджені з невеликим зазором на оброблені паски маточини колеса. Така посадка кілець підшипників забезпечує регулювання зазору в підшипниках маточини колеса при затягуванні гайки.

Внутрішня порожнина поворотного кулака і підшипники захищені від бруду і вологи двома сальниками. Зовні маточина закрита ковпаком.

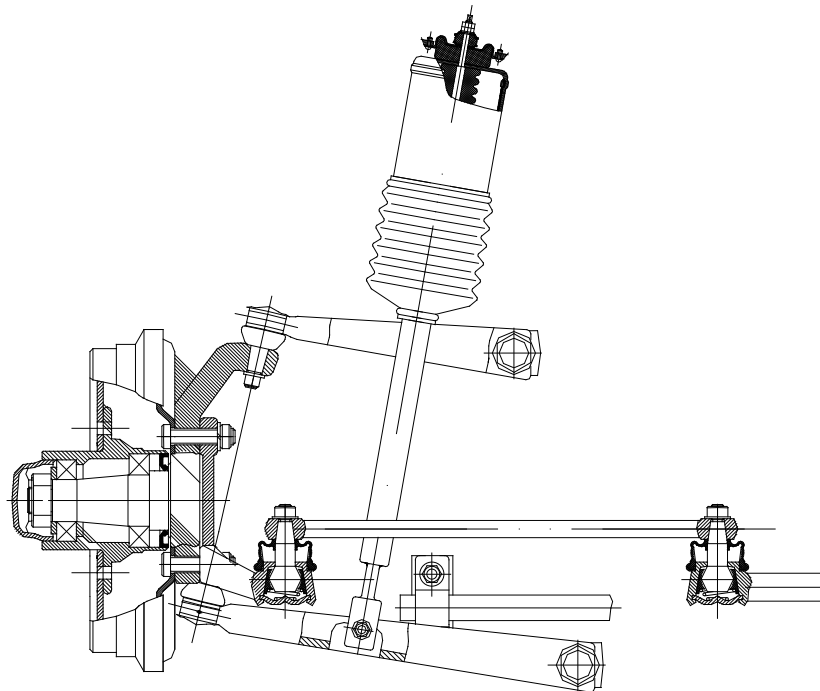


Рис.

7.4. Трапецевидна підвіска на поперечних важелях в зборі.

						КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



## 8. РОЗРАХУНОК ПІДВІСКИ

### 8.1. Визначення сил, які діють на передню та задню осі автомобіля статично при спорядженій та повній масах автомобіля

У конструкції передньої підвіски проектуемого автомобіля використані оснащені пневмобалонами стійки. Підвіска: важільна з розташуванням та коливанням важилів в поперечній площині автомобіля. Підвіска незалежна. Пружнім елементом є пневмобалонна стійка, яка розташована між важелем та кузовом автомобіля. На передній підвісці встановлено телескопічного типу амортизатори з пневмобалонними стійками, які служать для гасіння коливань коліс і кузова, що виникають під час руху автомобіля по нерівностях дороги. Амортизатори також додатково з'єднують важілі з кузовом автомобіля. Задня підвіска автомобіля виконана на косих важелях, незалежна. Амортизатори задньої підвіски обладнані також пневматичним упругим елементом.

Найбільш звичні коливання 1 - 1,5 Гц (60 - 90 коливань за хвилину). В цих межах повинна знаходитись низька частота коливань автомобіля: легкові автомобілі 0,8 - 1,2 Гц.

Досвід сучасного автомобілебудування показує, що для легкових автомобілів зі звичайною нерегульованою підвіскою між частотою та вагою, які приходяться на підвіску, визначений зв'язок.

На рис. 7.1. приведений графік залежності частоти коливання від навантаження  $E$  ст, яке приходиться на підвіску легкових автомобілів в ненавантаженому стані, побудований по літературним даним та матеріалам конструкторсько- експериментального відділу автомобілебудівного заводу.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

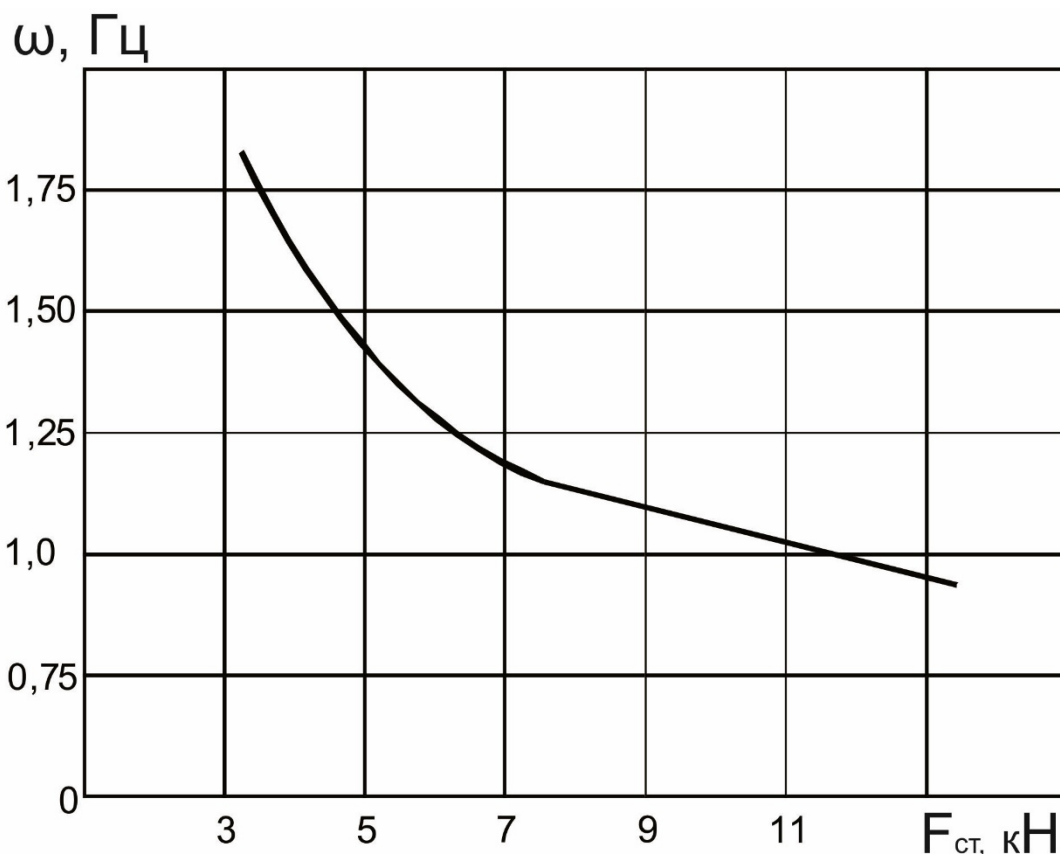


Рис. 8.1. Залежність частоти власних коливань кузова легкових автомобілів від ваги, яка приходить на підвіску автомобіля у ненавантаженому стані.

Збільшення частот відносно значень, вказаних на рис. 8.1, погіршує плавність ходу автомобіля. Суттєве зниження вимагає введення статичного регулювання положення кузова та забезпечення протиклинового ефекту.

Збільшення частот відносно значень, вказаних на рис. 8.1, погіршує плавність ходу автомобіля. Суттєве зниження вимагає введення статичного регулювання положення кузова та забезпечення протиклинового ефекту.

Отже знайдені значення сил для зручності зведемо у таблицю 8.1.

Таблиця 8.1.- Значення сил

Найменування	Сили, які діють на підвіску, Н	
	Передню	Задню
При спорядженій масі автомобіля	5990	2290
При повній масі автомобіля	9718	3740

За малюнком залежності частоти власних коливань кузова легкових автомобілів від ваги, яка приходить на підвіску автомобіля в навантаженому стані знаходимо, знаючи навантаження на передню та задню осі автомобіля, частоти вільного коливання автомобіля:

Таблиця 8.2. - Значення частоти вільного коливання автомобіля

Найменування	Частота вільного коливання автомобіля, Гц	
	Передню	Задню
При спорядженій масі автомобіля	1,30	1,60
При повній масі автомобіля	1,12	1,50

Ці частоти обрано за заданою вище залежністю, а також з умови забезпечення найбільш сприятливих (комфортних) коливань автомобіля при русі. Але вони при подальших розрахунках будуть підкоректовані, або змінені при необхідності.

Тепер залежно від частоти визначимо статичний прогиб підвіски. З умовним статичним прогибом однозначно зв'язана парціальна частота власних коливань підресореної маси при нерухомій непідресореній масі та відсутності амортизаторів:

$$\omega = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{cm}}} \quad (8.1)$$

де  $f_{cm}$  - статичний прогиб підвіски, м;

$f_{cm} = 0,15 \dots 0,25$ , м у легкових автомобілів.

Менші значення мають задні підвіски, більші - передні.

$$f_{cm} = \frac{g}{\omega^2 \cdot 4\pi^2} \quad (8.2)$$

						КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Звідки будемо мати:

Таблиця 8.3 - Значення статичного прогину підвіски

Найменування	Статичний прогиб підвіски, м	
	Передню	Задню
При спорядженній масі автомобіля	0,147	0,097
При повній масі автомобіля	0,198	0,110

## 8.2. Визначення жорсткості підвісок

Жорсткість пружних елементів підвіски кузова мають слідуєть розмірність: в старій системі (кгс/см) чи (кгс/м); в системі СІ (Н/м). Для забезпеченості комфортабельності слід прагнути до  $\omega = 60$  хв.<sup>-1</sup>, що може бути досягнуто навіть для передніх підвісок відносно легкових автомобілів. Однак для задньої підвіски це можливо тільки в тому випадку, якщо автомобіль обладнаний системою регулювання рівня кузова. Різниця у навантаженні між положеннями "одна людина" та повне навантаження ускладнює забезпечення м якості підвіски. По заданій частоті коливань можна розрахувати жорсткість пневмоелемента (в Н/мм) за допомогою рівняння:

$$C = 5,59 \cdot 10^{-6} \cdot \omega^2 \cdot (F - N) \quad (8.3)$$

де  $F$  – маса , яка діє на підвіску;

$N$  – маса непересорених частин.

При використанні системи СІ слід врахувати коефіцієнт  $5,48 \cdot 10^{-3}$ . Для частоти коливань  $\omega$  (в хв.<sup>-1</sup>) та маси (в кг) жорсткість (в Н/м).

$$C = 5,48 \cdot 10^{-3} \cdot \omega^2 \cdot (F - N) \quad (8.4)$$

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{n.n.} = 40 \text{кг} \cdot 9,81 = 392,4 \text{ Н};$$

$$N_{з.п.} = 60 \text{кг} \cdot 9,81 = 588,6 \text{ Н};$$

$$C_{nn}^{повн} = 5,48 \cdot 10^{-3} \cdot 67^2 \cdot (990 - 40) = 23369 \text{ Н / м};$$

$$C_{nn}^{спор} = 5,48 \cdot 10^{-3} \cdot 78^2 \cdot (611 - 40) = 19037 \text{ Н / м};$$

$$C_{zn}^{повн} = 5,48 \cdot 10^{-3} \cdot 90^2 \cdot (381 - 60) = 14248 \text{ Н / м};$$

$$C_{zn}^{спор} = 5,48 \cdot 10^{-3} \cdot 96^2 \cdot (233 - 60) = 8737 \text{ Н / м}.$$

Тепер, визначивши жорсткості, маємо по два значення, при повній та спорядженій масі, на кожен вісь автомобіля, що реально не досягається, отже потрібно обрати оптимальну жорсткість для кожної осі.

Для зручності визначені жорсткості заносимо до таблиці.

Таблиця 8.4.- Значення жорсткості підвіски

Найменування	Значення жорсткості підвіски Н/м	
	Передньої	Задньої
При спорядженій масі автомобіля	19037	8737
При повній масі автомобіля	23369	14248

Визначимо теоретичні статичні прогиби при отриманій жорсткості:

$$f_{ст} = \frac{F}{C} \quad (8.5)$$

$$f_{ст.н.п.}^{повн} = \frac{9718}{23369} = 0,416 \text{ м}$$

$$f_{ст.з.п.}^{повн} = \frac{3740}{14248} = 0,262 \text{ м}$$

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f_{ct.nn.}^{спор} = \frac{5990}{19037} = 0,315 м$$

$$f_{ct.з.н}^{спор} = \frac{2290}{8737} = 0,262 м$$

З умов комфортності підвіски можна обрати значення жорсткості для передньої підвіски, тому що при даному жорсткості задовольняє вимогам повністю.

Тепер виконаємо перевірочні розрахунки для передньої та задньої підвіски, за формулою:

$$\omega = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{ct}}} \quad (8.6)$$

$$\omega_{n.n}^{повн} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{ct}}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{9,81 / 0,416} = 0,8 Гц ;$$

$$\omega_{n.n}^{спор} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{ct}}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{9,81 / 0,315} = 0,88 Гц ;$$

$$\omega_{з.н}^{повн} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{ct}}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{9,81 / 0,262} = 0,97 Гц ;$$

$$\omega_{з.н}^{спор} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{ct}}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{9,81 / 0,262} = 0,97 Гц .$$

Отже перевірочний розрахунок показав, що частоти коливань підвісок, як при повному, так і при спорядженому навантаженні автомобіля знаходяться в межах комфортних коливань, тобто підресорені маси автомобіля на всіх режимах будуть створювати коливання, які знаходяться в межах поставлених умов, за яких підвіска автомобіля забезпечує йому сприятливу характеристику, підвіска з такою характеристикою є м'якою, а їзда на автомобілі приємною.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.274.11.12.000.ПЗ					

### 8.3. Вертикальна пружна характеристика підвіски

Вертикальна пружна характеристика підвіски автомобіля виражає залежність між вертикальною силою  $E$  навантаження на підвіску та її деформуванням  $Y$ , вимірюваного над віссю колеса.

На рис. 8.3. прийняті наступні визначення:

$F_{ст}$  – статичне навантаження на підвіску;

$S_B$  і  $S_C$  – повні динамічні ходи відбою та стиску від статичного положення до включення буферів;

$S_{ст}$  – умовний статичний прогиб підвіски;

$S$  – повний хід підвіски;

$\Delta S$  – деформація підвіски при навантаженні автомобіля від спорядженого стану до повного навантаження;

$P_{тр}$  – сила сухого тертя в підвісці.

Обозначення величин зі штрихом відповідає спорядженому автомобілю, без штриха повністю навантаженому. Лінії I та II пружної характеристики, відповідні навантаженню та розвантаженню, не співпадають. Відстані між ними по вертикалі з врахуванням масштабу сил рівні подвоєній величині сухого тертя. Середня лінія є пружною характеристикою без врахування тертя. Жорсткість підвіски  $C$  для будь-якої точки пружної характеристики визначається з формули:

$$C = \frac{dF}{dS} \quad (8.7)$$

Якщо відсутня аналітична формула для пружної характеристики, то жорсткість може бути визначена диференціюванням кривої пружної характеристики.

Жорсткість підвіски в будь якій точці пружної характеристики:

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{M(F)}{M(S)} \quad (8.8)$$

де  $M(S)$  - масштаб сил по осі ординат;

$M(F)$  - масштаб деформацій по осі абсцис.

В середній частині характеристики підвіски легкового автомобіля звичайно близька до лінійної.

В кінці динамічного ходу відбою та стиску жорсткість підвіски зростає, це може бути досягнуто декількома шляхами. Одним з розповсюджених є встановлення додаткових пружних елементів, по краях ходу підвіски, наприклад, гумових, що є доцільним з технічного плану, а також це найбільш дешевий варіант можливості падання підвісці прогресивної характеристики, а оскільки в проектуємій підвісці присутній пневматичний упругий елемент то завдяки його властивостям зі збільшенням тиску збільшується жорсткість і навпаки. Його характеристики можна побачити на графіку:

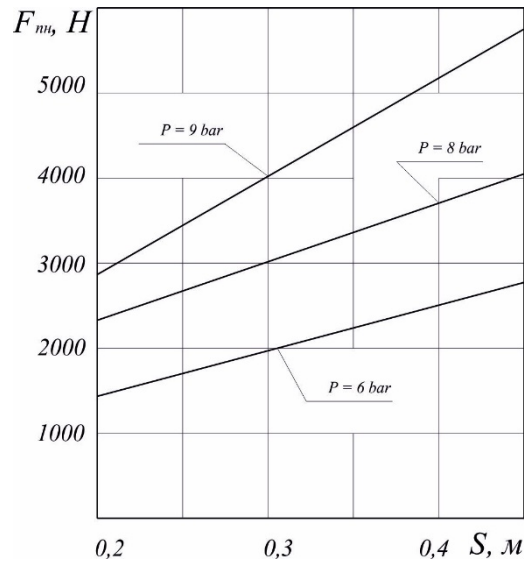


Рис. 8.2. Пружна характеристика пневмоелемента.

В цьому й заключається робота пневмоелемента.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



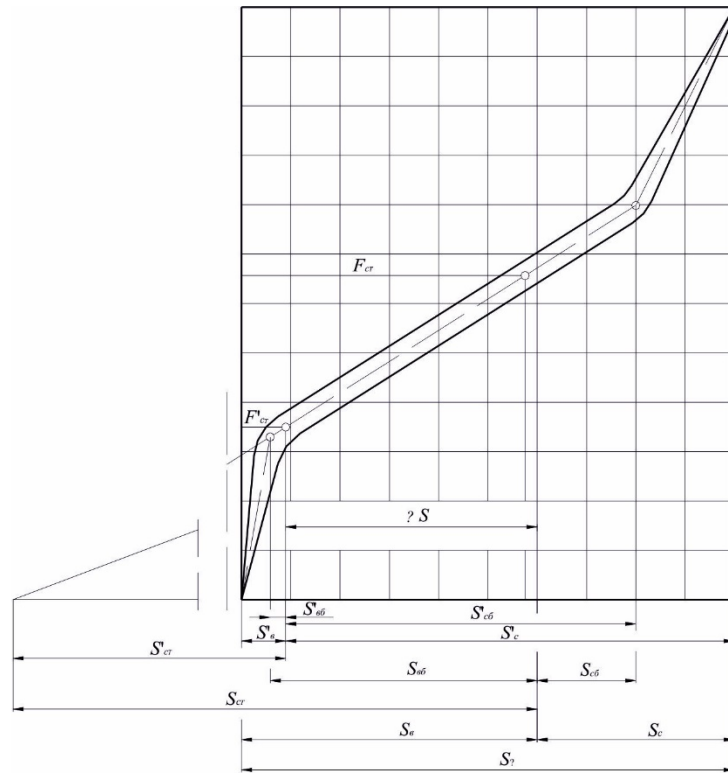


Рис. 8.3. Пружна характеристика незалежної підвіски легкового автомобіля.

В даному проекті для повної оцінки пружної характеристики підвіски автомобіля, її зображення, для передньої та задньої підвіски окремо, вносимо на аркуш формату А1, з доповненням кінематичними схемами та розмірами.

#### 8.4. Обґрунтування вибору типу пружних пневмоелементів

На рис. 8.4. показаний діафрагменний пружний елемент рукавного типу. Він складається з резино-кордної оболонки 2, поршня 3, опорного фланця 9 і затискного кільця 8. Ліворуч на фігурі зображена резино-кордна оболонка у вільному стані.

						КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

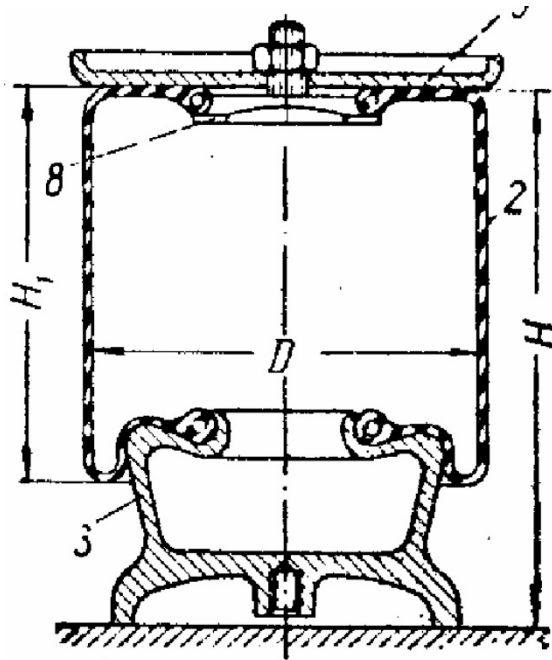


Рис. 8.4. Діафрагменний пружний елемент рукавного типу

При підкачуванні повітря в зібраний пружний елемент діаметр оболонки спочатку різко зростає. Потім після досягнення визначеної величини діаметр оболонки залишається близьким до постійного. При роботі пружного елемента поршень входить всередину рукава, і відбувається навернення оболонки.

Як було з'ясовано, твердість гумово-кордного пружного елемента визначається збільшенням внутрішнього тиску повітря й ефективної площі.

Якщо діафрагменний пружний елемент має циліндричний поршень і циліндрична напрямна і діафрагма на всім робочому ході не виходить з кільцевого зазору між поршнем і направляючою, ефективна площа, мабуть, залишається постійною і визначається діаметром.

Додаючи поршню чи направляючій більш складну форму, можна домогтися бажаного закону зміни ефективної площі, зокрема, зменшення її на деякій ділянці робочого ходу.

На закон зміни ефективної площі за допомогою зміни форми поршня можна впливати в широких межах і у випадку діафрагмених елементів інших типів.

Рукавні пружні елементи були спочатку застосовані в США в підвісках легкових автомобілів спільно зі сталевими пружинами чи ресорами. Ці пружні

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

Арк.

елементи були розраховані на невеликі навантаження, тому що основна частина ваги автомобіля сприймалася ресорами. В даний час застосовуються рукавні пружні елементи також і великої вантажопідйомності, призначені для вантажних автомобілів і автобусів, як основні пружні елементи підвіски. Конструкція, схематично показана на фігурі розроблена фірмою Континенталь (ФРН). Вантажопідйомність рукавних пружних елементів у залежності від їхнього розміру складає 100-450 кг на кожну атмосферу надлишкового внутрішнього тиску. Тому що в рукавних пружних елементах застосовується тиск до 6 - 8 кг/см<sup>2</sup>, це відповідає вантажопідйомності до 2700-3600 кг.

Приклад динамічної характеристики рукавного пружного елемента показаний на рис. 8.5. суцільною лінією штриховою лінією показаний характер зміни ефективної площі.

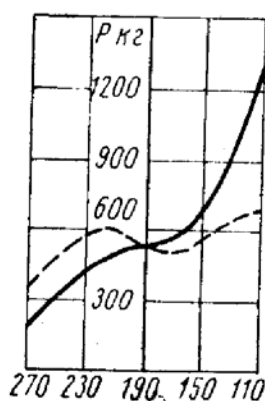


Рис. 8.5. Характеристика рукавного упругого елемента.

Характеристика побудована для тиску 5 кг/см<sup>2</sup> без додаткового резервуара, за винятком обсягу 0,25 л, ув'язненого в порожньому поршні. Графік показує, що на середній ділянці ефективна площа при стиску пружного елемента зменшується; це відбувається як через увігнуту форму поршня, так і внаслідок зменшення на цій ділянці діаметра оболонки. На первісній ділянці, вважаючи від нижнього положення поршня, діаметр збільшується, потім починає зменшуватися і на останній ділянці знову зростає. Відповідно до зміни ефективної площі характеристика має 8-образну форму. На середній ділянці, поблизу статичного

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

положення, твердість пружного елемента мала, незважаючи на відсутність резервуара.

Характеристика, як і в діафрагмених пружних елементах інших типів, значною мірою залежить від форми поршня. Увігнута форма поршня, сприяє зменшенню ефективної площі на середній ділянці ходу; однак і при циліндричному поршні, хоча й у меншій мірі, таке зменшення зберігається.

На рис. 8.6. показана одна з більш нових конструкцій рукавних пружних елементів великої вантажопідйомності (Файрстон, США), застосовувана, зокрема, для автобусів. Форма оболонки не зберігається строго циліндрично. Спосіб герметизації пружного елемента за допомогою пластини і центрального стяжного болта не відрізняється від способу, застосовуваного для діафрагмених пружних елементів інших типів.

Перевагою рукавних пружних елементів у порівнянні з іншими діафрагменими елементами є можливість зменшення габаритних розмірів по діаметрі. Завдяки малому радіусу перегину оболонки ефективний діаметр рукавного пружного елемента близький до зовнішнього діаметра оболонки, тому займана площа при заданій вантажопідйомності виходить меншою. У цьому відношенні рукавний елемент подібний з діафрагменним, що має напрямну; однак на відміну від останнього він не має ні виступаючих деталей кріплення діафрагми, ні металевого корпусу, і діаметр оболонки визначає габаритні розміри всього елемента. Унаслідок відсутності корпусу також зменшується вага елемента.

Рукавний пружний елемент, так само як і балонні, допускає значні перекося і не вимагає точності установки. Траєкторія поршня при роботі підвіски не обов'язково повинна бути прямолінійною, тому що оболонка самоцентрується по поршні.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

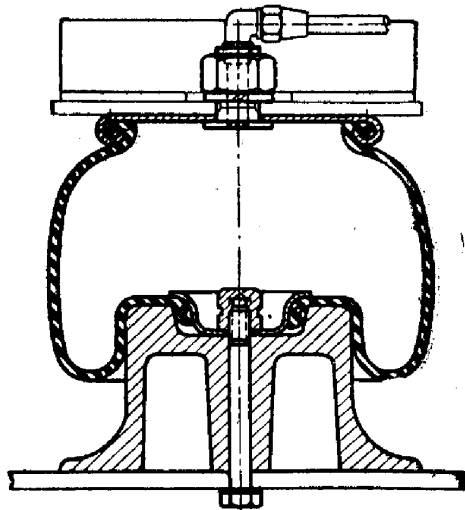


Рис. 8.6. Пневматичний гумово-кордний упругий елемент рукавного типу.

Конструювання і виготовлення оболонки рукавного пружного елемента і забезпечення її необхідної довговічності викликають відомі труднощі. Оболонка виконує більш складні функції і несе великі навантаження, чим в інших типах гумово-кордних елементів. Звичайно для оболонки застосовують високоякісні сорти поліамідних кордів. Товщина оболонки складає близько 4 мм. Діаметр оболонки у вільному стані значно менше її діаметра в зібраному пружному елементі під навантаженням.

У процесі деформації пружного елемента діаметр оболонки змінюється в порівняно невеликих межах, як це видно на рис. 8.5. Діаметр оболонки міняється також при зміні статичного навантаження і, отже, внутрішнього тиску. При низьких тисках діаметр оболонки помітно зменшується.

Динамічна твердість рукавних пружних елементів звичайно значно перевищує статичну. Це підрозумівається наявністю ділянки характеристики, на якому ефективна площа зменшується, а також відсутністю резервуара і порівняно малим обсягом стисливого повітря.

#### 8.5. Розрахунок пружного пневмоелемента рукавного типу передньої підвіски

Визначення основних розмірів рукавного елемента:

$F_{y1} := 5991$  - статистичне навантаження;

						<i>KPB.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$d_e := 0,150$  - ефективний діаметр упругого елемента;

$P_a := 0,000001$  - нормальний атмосферний тиск;;

$$P_1 = 4 \cdot \frac{F_{y1}}{(\pi \cdot d_e^2)} + P_a \quad (8.9)$$

$P_1 = 339021,249$  - (МПа)- тиск повітря в упругому елементі;

$$d_e = \sqrt{\frac{F_{y1}}{[\pi \cdot (p_1 - P_a)]}} \quad (8.10)$$

$d_e = 0,15$  - діаметр упругого елемента у положенні статичної рівноваги;

$D = 0,195$

$d = 2d_e - D$

$d = 0,105$  - діаметр поршня у положенні статичної рівноваги.

Висота рукавного елемента:

$$H = \Delta_{y.c.} + h_y + h_c \quad (8.11)$$

$H = 0,17$  м.

$\Delta_{y.c.}$  - хід стиску пружнього елемента;

$h_y$  - звів оболочки у положенні статичної рівноваги;

$h_c$  - вільна довжина поршня.

При максимальному стисненні упругого елемента нижня кромка оболочки переміститься на  $\Delta/2$  тому мінімальна вільна довжина поршня:

$$h_c \geq \frac{\Delta_{y.c.}}{2} + r \geq \frac{\Delta_{y.c.}}{2} + \frac{(D - d)}{4} \quad (8.12)$$

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звіс оболонки знаходиться ходом відбія, но, як правило:  $h_y \leq \frac{\Delta_{y.o.}}{2}$ . Оскільки  $h_y$  визначає всю висоту епрутного елемента.

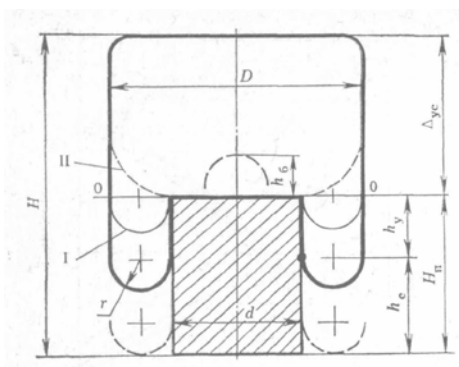


Рис. 8.7

Частина ходу відбою при цьому приходить на ділянку, початок якого збігається з положенням I (рис. 8.7.), і при подальшому переміщенні поршня (положення II) звисаюча частина оболонки буде мати не тороїдну, а сферичну поверхню. Для цього випадку:

$$h_y = \frac{\Delta_{o.y.}}{2} - \frac{(D - d_k)}{4} \quad (8.13)$$

де  $h_y = 0,06$

$d_k = 0,15$

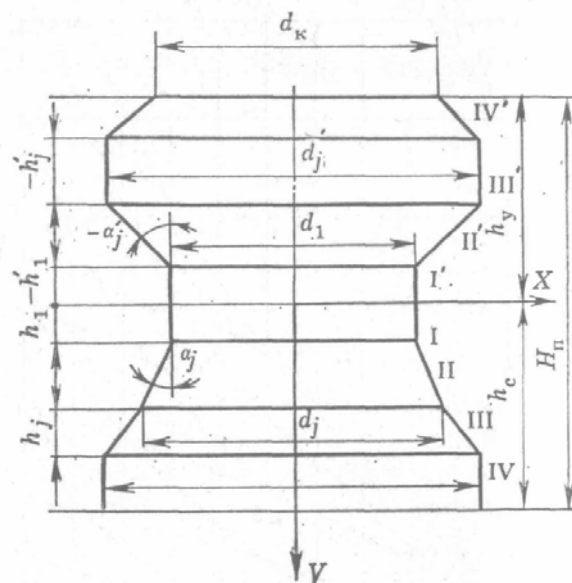


Рис. 8.8. Діаметр верхньої частини поршня

Загальна висота поршня:

$$H_{11} = h_y + h_c = 0.5 \cdot \left( \Delta_{y.c.} + \Delta_{y.o.} - \frac{(D - d_k)}{2} \right) \quad (8.14)$$

$$H_{11} = 0,07 \text{ м}$$

Висота пружнього елемента:

$$H = 0.5 \cdot \left( 3 \cdot \Delta_{y.c.} + \Delta_{y.o.} - \frac{(D - d_k)}{2} \right) \quad (8.15)$$

$$H = 0,18 \text{ м}$$

Характеристика рукавного елемента визначається зміною його ефективної площі, що залежить від конфігурації профілю поршня. Для забезпечення мінімальної твердості поршень у положенні статичною рівноваги повинний мати найменший діаметр, що поступово збільшується на ходах стиску і відбою з метою одержання найбільшої енергоємності.

Для спрощення розрахунків характеристики пружнього елемента криволінійний профіль поршня розділяється на ряд циліндричних і конічних ділянок, що мають різні кути нахилу:  $a_j = 7^\circ$  утворюючих поверхонь. Кут нахилу утворюючої конічної ділянки приймається позитивним, якщо при ході стиску діаметр поршня збільшується. Початок координатної системи ХОУ відповідає положенню статичного рівноважся. Число ділянок може бути будь-яким, однак чим більше ділянок, тим вище точність відтворення профілю реального поршня.

При розрахунку приймаються наступні допущення: довжина утворюючої оболонки і її зовнішній діаметр  $B$  не залежать від внутрішнього тиску; анізотропія оболонки і кут розташування ниток корду не враховуються; профіль вільної нижньої частини оболонки, що не прилягає до поршня, описується дугою

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ



окружності, дотичної як до профілю поршня, так і до зовнішнього діаметра оболонки.

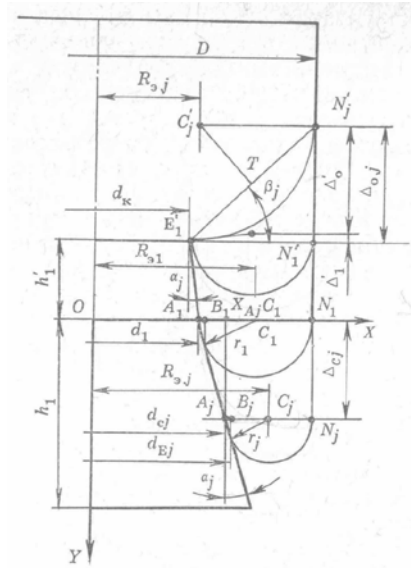


Рис. 8.9.

Ефективна площа рукавного елемента залежить від ефективного радіуса що дорівнює відстані від осі елемента до центра окружності вільної частини оболонки і для будь-якого положення (рис. 8.7.) оболонки радіус окружності вільної частини оболонки на  $j$ -м ділянці. З іншого боку:

$$r_j = r_1 - \frac{\Delta_{cj} \cdot \sin(\alpha_j)}{1 + \cos(\alpha_j)} \quad (8.16)$$

$$R_{эj} = R_{э1} + \frac{\Delta_{cj} \cdot \sin(\alpha_j)}{1 + \cos(\alpha_j)} \quad (8.17)$$

де  $R_{эj}$  і  $r_1$  - відповідно ефективний радіус і радіус окружності вільної частини оболонки на початку ділянки поршня:

$$R_{э1} = \frac{(D + d_1 \cdot \cos(\alpha_j))}{(2 \cdot (1 + \cos(\alpha_j)))} \quad (8.18)$$

$$R_{э1} = 0,55 \text{ м.}$$

						Арк.
					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_1 = \frac{((D - d_1) \cdot \cos(\alpha_j))}{(2 \cdot (1 + \cos(\alpha_j)))} \quad (8.19)$$

$$r_j = 0,15 \text{ м.}$$

Ефективна площа рукавного елемента:

$$A_{эj} = \pi \cdot R_{эj}^2, A_{эj} = 0,955 \quad (8.20)$$

Діаметр поршня в точці Е торкання оболонки з поршнем:

$$d_{Ej} = d_1 + 2 \cdot (r_j \cdot \sin(\alpha_j) + \Delta_{Cj} \cdot \text{tg}(\alpha_j)) \quad (8.21)$$

$$d_{Ej} = 0,2 \text{ м}$$

При ході відбою, коли точка торкання оболонки з поршнем знаходиться на верхньому краї поршня і при подальшій деформації на ході відбою ефективний радіус:

$$R_{эj} = \frac{D}{2} - \frac{\sqrt{(E_1 \cdot N_1)^2 + \Delta_{Oj}^2}}{2 \cdot \cos(\beta_i)} \quad (8.22)$$

де  $R_{эj} = 0,42 \text{ м}$

$\Delta_{Oj}$  - переміщення центра окружності вільної частини оболонки на ході відбою;

$$\Delta_1 = \frac{(D - d_k) \cdot \sin(2 \cdot \alpha_j)}{(4 \cdot (1 + \cos(\alpha_j)))} \quad (8.23)$$

$$\Delta I = 0,07 \text{ м.}$$

						<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Деформація пневмоелемента в залежності від переміщення центра окружності вільної частини оболонки:

$$\Delta_{yi} = \left( \frac{(1+1)}{\cos(\alpha_j) - lk} \right) \cdot \Delta_{cj} \quad (8.24)$$

$$\Delta_{yi} = 0,002 \text{ м.}$$

### 8.6. Розрахунок пружного пневмоелемента рукавного типу задньої підвіски

Визначення основних розмірів рукавного елементу:

$F_{y1} = 2290$  - статистичне навантаження;

$d_e = 0,150$  - ефективний діаметр упругого елементу;

$p_a = 0,00000$  - нормальний атмосферний тиск;

$$p_1 = 4 \cdot \frac{F_{y1}}{(\pi \cdot d_e^2)} + p_a, \quad (8.25)$$

$p_1 = 129587,491$  (МПа) - тиск повітря в упругому елементі;

$$d_e = 2 \cdot \sqrt{\frac{F_{y1}}{(\pi \cdot (p_1 - p_a))}}, \quad (8.26)$$

$d_e = 0,15$  м - діаметр упругого елементу у положенні статичної рівноваги;

$$d = 2 \cdot d_e - D \quad (8.27)$$

$$D = 0,19$$

$$d = 2 \cdot d_e - D$$

$d = 0,105$ - діаметр поршня у положенні статичної рівноваги.

Висота рукавного елементу:

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = \Delta_{y.c} + h_y + h_c \quad (8.28)$$

де  $H = 0,17$  м;

$\Delta_{y.c}$  - хід стиску пружнього елемента;

$h_y$  - звів оболочки у положенні статичної рівноваги;

$h_c$  - вільна довжина поршня.

При максимальному стисненні упругого елемента нижня кромка оболочки переместиться на  $\Delta/2$  тому мінімальна вільна довжина поршня :

$$h_c \geq \frac{\Delta_{y.c}}{2} + r \geq \frac{\Delta_{y.c}}{2} + \frac{(D-d)}{4} \quad (8.29)$$

Звів оболочки знаходиться ходом відбія, але, як правило,  $h_y \leq \frac{\Delta_{y.o}}{2}$ .

Оскільки  $h_y$  визначає всю висоту упругого елемента.

Частина ходу відбою при цьому приходиться на ділянку, початок якого збігається з положенням I (рис.7.8.), і при подальшому переміщенні поршня (положення II) звисаюча частина оболонки буде мати не тороїдну, а сферичну поверхню. Для цього випадку:

$$h_y = \frac{\Delta_{y.o}}{2} - \frac{(D-d_k)}{4}, \quad (8.30)$$

де  $h_y = 0,06$

$d_k = 0,15$ - діаметр верхньої частини поршня.

Загальна висота поршня:

$$H_{11} = h_y + h_c = 0,5 \cdot \left( \Delta_{y.c} + \Delta_{y.o} - \frac{(D-d_k)}{2} \right), \quad (8.31)$$

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$H_{11} = 0,07 \text{ м.}$$

Висота пружнього елемента:

$$H = 0,5 \cdot \left( 3 \cdot \Delta_{y.c} + \Delta_{y.o} - \frac{(D - d_k)}{2} \right), \quad (8.32)$$

$$H = 0,18 \text{ м.}$$

Характеристика рукавного елемента визначається зміною його ефективної площі, що залежить від конфігурації профілю поршня. Для забезпечення мінімальної твердості поршень у положенні статичної рівноваги повинний мати найменший діаметр, що поступово збільшується на ходах стиску і відбою з метою одержання найбільшої енергоємності.

Для спрощення розрахунків характеристики пружного елемента криволінійний профіль поршня розділяється на ряд циліндричних і конічних ділянок, що мають різні кути нахилу  $\alpha_j = 70^\circ$  утворюючих поверхонь. Кут нахилу утворюючої конічної ділянки приймається позитивним, якщо при ході стиску діаметр поршня збільшується. Початок координатної системи ХОУ відповідає положенню статичного рівноважся. Число ділянок може бути будь-яким, однак чим більше ділянок, тим вище точність відтворення профілю реального поршня. При розрахунку приймаються наступні допущення: довжина утворюючої оболонки і її зовнішній діаметр  $D$  не залежать від внутрішнього тиску; анізотропія оболонки і кут розташування ниток корду не враховуються; профіль вільної нижньої частини оболонки, що не прилягає до поршня, описується дугою окружності, дотичної як до профілю поршня, так і до зовнішнього діаметра оболонки.

Ефективна площа рукавного елемента залежить від ефективного радіуса  $R_{ej}$ , що дорівнює відстані від осі елемента до центра окружності вільної частини оболонки і для будь-якого положення (рис. 8.10.) оболонки радіус окружності вільної частини оболонки на  $j$ -м ділянці. З іншого боку:

$$r_j = r_1 - \frac{\Delta_{ej} \cdot \sin(\alpha_j)}{1 + \cos(\alpha_j)} \quad (8.33)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

$$R_{\alpha_j} = R_{\alpha_1} + \frac{\Delta_{c_j} \cdot \sin(\alpha_j)}{1 + \cos(\alpha_j)} \quad (8.34)$$

де  $R_{\alpha_1}$  і  $r_1$  - відповідно ефективний радіус і радіус окружності вільної частини оболонки на початку ділянки поршня:

$$R_{\alpha_1} = \frac{(D + d_1 \cdot \cos(\alpha_j))}{(2 \cdot (1 + \cos(\alpha_j)))}, \quad (8.35)$$

$$R_{\alpha_1} = 0,55 \text{ м}$$

$$r_1 = \frac{((D - d_1) \cdot \cos(\alpha_j))}{(2 \cdot (1 + \cos(\alpha_j)))}, \quad (8.36)$$

$$r_1 = 0,15 \text{ м}$$

Ефективна площа рукавного елемента:

$$A_{\alpha_j} = \pi \cdot R_{\alpha_j}^2 \quad A_{\alpha_j} = 0,955 \quad (8.37)$$

Діаметр поршня в точці Е торкання оболонки з поршнем:

$$d_{Ej} = d_1 + 2 \cdot (r_j \cdot \sin(\alpha_j) + \Delta_{c_j} \cdot \text{tg}(\alpha_j)), \quad (8.38)$$

$$d_{Ej} = 0,2 \text{ м}$$

При ході відбою, коли точка торкання оболонки з поршнем знаходиться на верхньому краї поршня і при подальшій деформації на ході відбою ефективний радіус:

$$R_{\alpha_j} = \frac{D}{2} - \frac{\sqrt{(E_1 \cdot N_1)^2 + \Delta_{oj}^2}}{2 \cdot \cos(\beta_i)}, \quad (8.39)$$

де  $R_{\alpha_j} = 0,42 \text{ м}$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

$\Delta_0$  - переміщення центра окружності вільної частини оболонки на ході відбою;

$$\Delta_1 = \frac{(D - d_k) \cdot \sin(2 \cdot \alpha_j)}{4 \cdot (1 + \cos(\alpha_j))}, \quad (8.40)$$

$$\Delta_1 = 0.07 \text{ м}$$

Деформація пневмоелемента в залежності від переміщення центра окружності вільної частини оболонки.

$$\Delta_{yi} = \left( \frac{(1+1)}{\cos(\alpha_j) - l_k} \right), \quad (8.41)$$

$$\Delta_{yi} = 0.002 \text{ м}$$

### 8.7. Плавність ходу

Основними оцінюючими показниками плавності ходу є частота вільних коливань підресорених і непідресорених мас, прискорення і швидкість зміни прискорення підресорених мас при коливаннях автомобіля.

Підресорені маси здійснюють низькочастотні коливання з частотою, Гц:

$$\omega_H = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{cm}}}, \quad (8.42)$$

Однак в попередньому розділі, вже було визначено частоти коливань підвісок, тому для розрахунків в даному розділі приймемо відомі значення:  $\omega_H^{\text{п}} = 0,8$  Гц;  $\omega_H^{\text{с}} = 0,97$  Гц.

Плавність ходу легкових автомобілів вважається задовільною, якщо  $\omega_H = (0,8 \dots 1,3)$  Гц.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.274.11.12.000.ПЗ					

Непідресорені маси мостів здійснюють високочастотні коливання, зумовлені жорсткістю шин з частотою, Гц:

$$\omega_B = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\Sigma C_{Ш}}{m_M}}, \quad (8.43)$$

де  $\Sigma C_{Ш}$  – сумарна жорсткість шин моста, Н/м;

$m_M$  – маса моста, кг;

$$\omega_B^{\Pi} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\Sigma C_{Ш}^{\Pi}}{m_{Ш}^{\Pi}}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{327780}{40}} = 14.22 \text{ Гц};$$

$$\omega_B^3 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\Sigma C_{Ш}^{\Pi}}{m_{Ш}^{\Pi}}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{327780}{60}} = 13.40 \text{ Гц}.$$

Крім вільних коливань, автомобіль здійснює також вимушені коливання з частотою, Гц:

$$\omega_{вим} = \frac{V}{S}, \quad (8.44)$$

де  $V$  – швидкість автомобіля, м/с;

$S$  – довжина хвилі нерівності на дорозі, м.

При швидкості руху від 0 до 60 км/год можливий резонанс коливань як підресорених, так і непідресорених мас.

Швидкість руху, при якій може стати резонанс, обчислюють за виразом:

$$V_p = \omega_{н,в} \cdot S, \quad (8.45)$$

$$V_{p1} = 0,8 \cdot 4 = 3,2 \quad V_{p1}^1 = 14,22 \cdot 4 = 56,88, \quad (8.46)$$

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$V_{p2} = 0,97 \cdot 4 = 3,88 \quad V_{p2}^1 = 13,40 \cdot 4 = 53,6, \quad (8.47)$$

Будуємо графік залежності резонансних (низькочастотні та високочастотні коливання) швидкостей руху автомобіля від довжини нерівності.

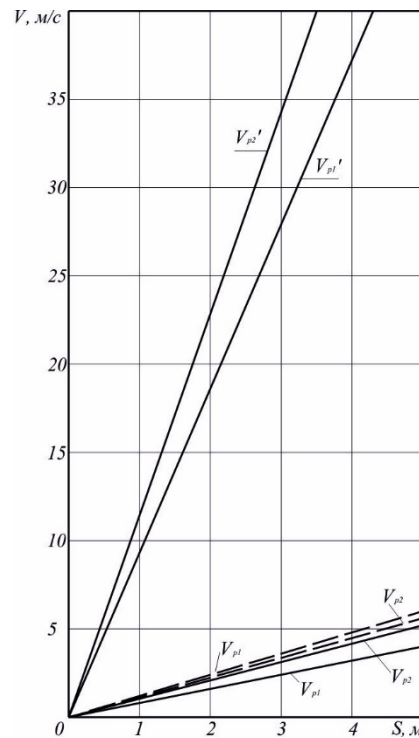


Рис. 9.1. Графік залежності резонансних швидкостей руху автомобіля від довжини нерівності. Де:  $V_p$  та  $V_{Ip}$  – резонансні швидкості відповідно підресорених та невідресорених мас автомобіля.

За допомогою графіка знаходять резонансні швидкості при довжині нерівності  $S = 0,3$  м та  $S = 3,0$  м. Потім визначають швидкість та прискорення коливань підресореної маси:

$$Z_{K1.2}^1 = Z_0 \cdot \omega_{1.2}, \quad (8.48)$$

де  $Z_0 = 0,05$  м – висота нерівностей.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.274.11.12.000.ПЗ

$$Z_{K1}^1 = Z_0 \cdot \omega_1 = 0,05 \cdot 0,8 = 0,040 \text{ м/с} ; Z_{K2}^1 = Z_0 \cdot \omega_2 = 0,05 \cdot 0,97 = 0,048 \text{ м/с} .$$

$$Z_{K1.2}^{11} = Z_0 \cdot \omega_{1,2}^2 \quad (8.49)$$

$$Z_{K1}^{11} = Z_0 \cdot \omega_1^2 = 0,05 \cdot 0,8^2 = 0,032 \text{ м/с} ;$$

$$Z_{K2}^{11} = Z_0 \cdot \omega_2^2 = 0,05 \cdot 0,97^2 = 0,047 \text{ м/с} .$$

$$Z_{K1.2}^{111} = Z_0 \cdot \omega_{1,2}^3 \quad (8.50)$$

$$Z_{K1}^{111} = Z_0 \cdot \omega_1^3 = 0,05 \cdot 0,8^3 = 0,025 \text{ м/с} ;$$

$$Z_{K2}^{111} = Z_0 \cdot \omega_2^3 = 0,05 \cdot 0,97^3 = 0,045 \text{ м/с} .$$

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Эмн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9. ПЛАВНІСТЬ ХОДУ

Основними оцінюючими показниками плавності ходу є частота вільних коливань підресорених і непідресорених мас, прискорення і швидкість зміни прискорення підресорених мас при коливаннях автомобіля.

Підресорені маси здійснюють низькочастотні коливання з частотою, Гц:

$$\omega_H = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{cm}}}, \quad (9.1)$$

Однак в попередньому розділі, вже було визначено частоти коливань підвісок, тому для розрахунків в даному розділі приймемо відомі значення:  $\omega_H^I = 0,8$  Гц;  $\omega_H^3 = 0,97$  Гц.

Плавність ходу легкових автомобілів вважається задовільною, якщо юн  $\omega_H = (0,8...1,3)$  Гц.

Непідресорені маси мостів здійснюють високочастотні коливання, зумовлені жорсткістю шин з частотою, Гц:

$$\omega_B = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\Sigma C_{III}}{m_M}}, \quad (9.2)$$

де  $\Sigma C_{III}$  – сумарна жорсткість шин моста, Н/м;

$m_M$  – маса моста, кг;

$$\omega_B^I = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\Sigma C_{III}^I}{m_{III}^I}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{327780}{40}} = 14.22 \text{ Гц};$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.274.11.12.000.ПЗ				

$$\omega_B^3 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\Sigma C_{III}^{\Pi}}{m_{III}^{\Pi}}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{327780}{60}} = 13.40 \text{ Гц}.$$

Крім вільних коливань, автомобіль здійснює також вимушені коливання з частотою, Гц:

$$\omega_{вим} = \frac{V}{S}, \quad (9.3)$$

де  $V$  – швидкість автомобіля, м/с;

$S$  – довжина хвилі нерівності на дорозі, м.

При швидкості руху від 0 до 60 км/год можливий резонанс коливань як підресорених, так і невідресорених мас.

Швидкість руху, при якій може стати резонанс, обчислюють за виразом:

$$V_p = \omega_{н,в} \cdot S, \quad (9.4)$$

$$V_{p1} = 0,8 \cdot 4 = 3,2 \quad V_{p1}^1 = 14,22 \cdot 4 = 56,88, \quad (9.5)$$

$$V_{p2} = 0,97 \cdot 4 = 3,88 \quad V_{p2}^1 = 13,40 \cdot 4 = 53,6, \quad (9.6)$$

Будуємо графік залежності резонансних (низькочастотні та високочастотні коливання) швидкостей руху автомобіля від довжини нерівності.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

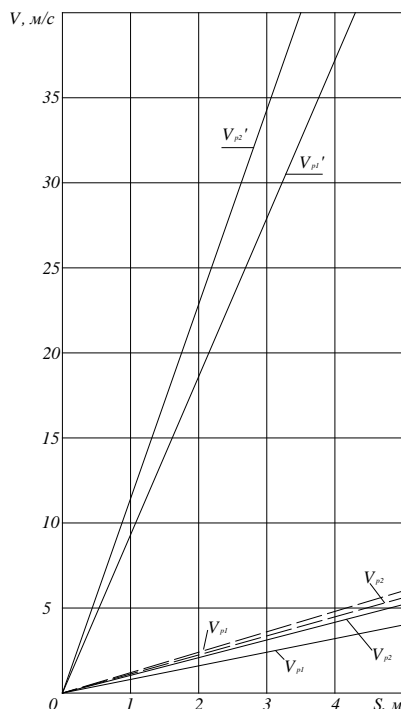


Рис.

### 9.1. Графік залежності резонансних швидкостей руху автомобіля від довжини нерівності.

де:  $V_p$  та  $V_p^1$  – резонансні швидкості відповідно підресорених та непідресорених мас автомобіля.

За допомогою графіка знаходять резонансні швидкості при довжині нерівності  $S = 0,3$  м та  $S = 3,0$  м. Потім визначають швидкість та прискорення коливань підресореної маси:

$$Z_{K1,2}^1 = Z_0 \cdot \omega_{1,2}, \quad (9.7)$$

де  $Z_0 = 0,05$  м – висота нерівностей.

$$Z_{K1}^1 = Z_0 \cdot \omega_1 = 0,05 \cdot 0,8 = 0,040 \text{ м/с}; \quad Z_{K2}^1 = Z_0 \cdot \omega_2 = 0,05 \cdot 0,97 = 0,048 \text{ м/с}.$$

$$Z_{K1,2}^{11} = Z_0 \cdot \omega_{1,2}^2 \quad (9.8)$$

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{K1}^{11} = Z_0 \cdot \omega_1^2 = 0,05 \cdot 0,8^2 = 0,032 \text{ м/с};$$

$$Z_{K2}^{11} = Z_0 \cdot \omega_2^2 = 0,05 \cdot 0,97^2 = 0,047 \text{ м/с}.$$

$$Z_{K1.2}^{111} = Z_0 \cdot \omega_{1,2}^3 \quad (9.9)$$

$$Z_{K1}^{11} = Z_0 \cdot \omega_1^3 = 0,05 \cdot 0,8^3 = 0,025 \text{ м/с};$$

$$Z_{K2}^{11} = Z_0 \cdot \omega_2^3 = 0,05 \cdot 0,97^3 = 0,045 \text{ м/с}.$$

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Эмн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 10. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНЕ ПОРІВНЯННЯ ПРОЕКТУ

Якість підресорення автомобіля залежить від правильного вибору характеристик пружних елементів, амортизаторів і направляючого пристрою.

Основний вплив на плавність ходу автомобіля чинить вертикальна пружна характеристика підвіски. Вона залежить від жорсткості пружного елемента і кінематики направляючого пристрою. На колювання автомобіля чинять вплив поздовжня та поперечна кутові пружні характеристики.

Розроблена адаптивна пневматична підвіска має ряд переваг у порівнянні з класичними підвісками:

1. У більшості випадків може бути отримана нелінійна прогресивна характеристика, що сприяє підвищенню плавності ходу, зменшує можливості ударів. Характеристика сталевих пружних елементів звичайно лінійна і необхідна прогресивність характеристики підвіски досягається за рахунок ускладнення її конструкції.
2. Легко досягається автоматичне регулювання твердості і динамічного ходу підвіски відповідно до умов навантаження, унаслідок чого збільшується можливість підвищення плавності ходу і поліпшуються інші експлуатаційні якості.
3. При однакових розмірах пневматичного пружного елемента, змінюючи тиск повітря в ньому, можна одержати елементи різної вантажопідйомності, що розширює можливості застосування даної конструкції.
4. Пневматичні пружні елементи деяких типів мають надзвичайно високу довговічність яка при сталевих пружних елементах може бути досягнута лише при значному збільшенні ваги і розмірів.
5. Легко здійснюється автоматичне регулювання сталості положення кузова щодо поверхні дороги незалежно від величини статичного навантаження. Це підвищує зручність входу і виходу пасажирів (що має важливе значення для автобусів), усуває бічні крени кузова через несиметричне

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навантаження, поліпшує зовнішній вигляд розвантаженого чи автомобіля автобуса.

6. Унаслідок постійного положення кузова полегшується рішення задачі забезпечення правильної кінематики підвіски і кермовий привід, знижується центр ваги розвантаженого автомобіля і, отже, підвищується його стійкість. При будь-якій навантаженні забезпечується належне положення фар, що підвищує безпеку руху в нічний час.
7. Легко здійснюється примусове регулювання положення кузова щодо поверхні дороги. Таким чином, водій одержує можливість за бажанням чи підняти опустити кузов, у результаті чого збільшується прохідність, полегшуються умови навантаження і т.і..

На даний час пневматичний пружний елемент, поряд з другими пружними елементами широко застосовуються в якості пружних елементів в підвісках сучасних автомобілів.

При розробці пневматичної підвіски серйозна увага приділялась її надійності та довговічності, технологічності, безпеці, економічності та мінімальній трудоемності при технічному обслуговуванні. Це також дозволяє запровадити у виробництво прогресивні технологічні процеси, засвоєння нових матеріалів, встановлення нового обладнання та нових автоматичних ліній, які відповідають сучасному технічному рівню.

В загальну конструкцію пневматичної підвіски я вніс зміни, які направлені на покращення не тільки технічних якостей, а й тих, що впливають на підвищення задоволення вимог споживачів.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



## 11. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

При проектуванні ділянки пропонується розрахувати основні техніко-економічні показники діяльності ділянки. Для цього пропонується провести розрахунок вартості 1 нормо-години.

Розрахунок вартості 1 нормо-години робота одного виробничого робітника

Таблиця № 11.1

№п/п	Найменування статей витрат	Формула для розрахунку	Сума витрат грн.
1.	Основна заробітна плата виробничих робітників	$Z_o = C_{чсп} * K_{доп}$	46,18
2.	Додаткова заробітна плата	$Z_d = Z_o * 0,15$	6,93
3.	Єдиний соціальний податок	$E_H = (Z_o + Z_d) * 0,2636$	19,12
4.	Непрямий податок	$K_P = Z_o * 0,8$	36,94
5.	Виробнича собівартість	$C_{пр} = Z_o + Z_d + E_H + K_P$	109,17
6.	Комерційні витрати	$V_{п} = C_{пр} * 0,03$	3,28
7.	Повна собівартість	$C_{полн} = C_{пр} + V_{п}$	112,45
8.	Прибуток	$\Pi = C_{полн} * 0,15$	16,87
9.	Вартість одного норм години	$CT_{1н-ч} = C_{полн} + \Pi$	129,32

До статті «основна заробітна плата виробничих робітників» входить: оплата праці за виконання операцій і робіт з надання послуг за нормами і розцінками; заробітна плата виробничих робітників-почасовиків безпосередньо зайнятих у виробничому процесі;

$C_{чсп}$ -середня годинна тарифна ставка виробничих робітників, грн.

$K_{доп}$ -Коефіцієнт доплат до годинного фонду заробітної плати.

До доплат до годинного фонду заробітної плати належать: виплати стимулюючого характеру (премії, надбавки); виплати компенсуючого характеру

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(за роботу в нічний час, в багатозмінному режимі, за суміщення професій, за роботу у важких, шкідливих умовах праці); виплати, обумовлені районним регулюванням оплати праці.

Рекомендується при проектуванні коефіцієнт прийняти рівним 2,54.

Для розрахунку середньої годинної тарифної ставки необхідно розрахувати мінімальну годинну тарифну ставку ( $C_{\text{мін}}$ ), виходячи з мінімальної заробітної плати, встановленої державою або заробітної плати робітника 1-го розряду діючого підприємства.

$$C_{\text{мін}} = z_{\text{мін}} / Ч_{\text{ср.м}}, \text{ грн.} \quad (11.1)$$

$$C_{\text{мін}} = 960/169 = 5,68, \text{ грн.}$$

де  $z_{\text{мін}}$  - рівень мінімальної заробітної плати, встановлений державою (або рівень заробітної плати робітників 1-го розряду), грн.

$Ч_{\text{ср.м}}$  - середньомісячна кількість робочих годин в планованому році, ч.

Середньомісячне число робочих годин у планованому році розраховується за формулою:

$$Ч_{\text{ср. міс.}} = (D_{\text{г}} - D_{\text{в}}) * T_{\text{см}} / 12, \text{ год}$$

$$Ч_{\text{ср. міс.}} = 251 * 8 / 12 = 167, \text{ год}$$

де  $D_{\text{г}}$  - днів у році,

$D_{\text{в}}$  - вихідні та святкові,

$T_{\text{см}}$  - тривалість робочої зміни.

$$C_{\text{ср}} = C_{\text{мін}} * TK_{\text{ср}}, \text{ грн.} \quad (11.2)$$

$$C_{\text{ср}} = 5,68 * 3,24 = 18,18, \text{ грн.}$$

В організаційно-економічній частині середній тарифний коефіцієнт ( $TK_{\text{ср}}$ ) рекомендується прийняти рівним 3,24.

						<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

При організації роботи ділянки з ремонту і технічного стану автомобільного транспорту вартість всіх робіт може бути розрахована як добуток вартості однієї нормо-години і витрат часу на їх виконання за такою формулою:

$$C_{\text{тусл}} = C_{\text{тн-ч}} * N_{\text{вр}}, \text{ грн.} \quad (11.3)$$

$$C_{\text{тусл}} = 129,32 * 125661,71 = 16250572,34, \text{ грн.}$$

де  $N_{\text{вр}}$  - витрати часу на виконання роботи, ч.

Розрахунок планового прибутку ділянки з ремонту й технічному обслуговуванню автомобільного транспорту.

Плановий прибуток проектованої ділянки розраховується виходячи з прибутку на 1-цю нормо-години і планового ефективного фонду робочого часу 1 виробничого робітника. Баланс робочого часу встановлює середня кількість годин, яке робітник повинен відпрацювати протягом планового періоду.

Баланс робочого часу на одного виробничого робітника 2011 р.

Таблиця № 11.2

Показники	Од. вим.	План на 2011 рік	% до номінального фонду робочого часу
1. Календарний фонд часу	Дні	365	
2. Кількість неробочих днів, всього у тому числі		112	
а) святкових	Дні	11	
б) вихідних		101	
3. Номінальний фонд часу (за мінусом вихідних та святкових), (п. 1.-п.2.)	Дні	251	100
4. Невихід на роботу, всього в тому числі:		34	13,44
- чергові відпустки та додаткові		28	11,07
- відпустки по навчанню	Дні	1	0,39
- невиходи через хворобу		3,5	1,38
- виконання державних і громадських обов'язків		1,5	0,59

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$П_{чобщ} = 8927,32 * 3 = 26781,96 \text{ грн.}$$

$Ч_{прр}$  - чисельність виробничих робітників на ділянці, чол.

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У даному дипломному проекті розроблено АТП змішаного типу.

Кількість виробничих робочих, що виконують роботи по обслуговуванню автомобілів, відповідно до технологічного розрахунку склало 27 чоловік.

Був проведений розрахунок і виконано планування генерального плану і виробничого корпусу. Розроблений проект паливної ділянки.

Площа виробничого корпусу склала 2268 м<sup>2</sup>.

При проектуванні генерального плану були розраховані: площа території, спроектована зона відпочинку і розраховані основні показники генерального плану. Для забудови необхідна ділянка 123x132 м.

У розділі технічного проекту паливної ділянки було підібрано необхідне технологічне устаткування.

Рівень механізації ділянки склав 42 %.

У конструкторській частині проекту проведено аналіз експлуатаційних властивостей автомобіля, обґрунтування вибору компоновальних схем передньої та задньої пневматичних підвісок, розрахунок підвіски та її елементів, проведено розрахунок плавності ходу автомобіля оздобленого новою пневматичною підвіскою. На підставі проведеної роботи зроблено техніко-економічне порівняння проекту.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акопян Р. А. Особенности расчета вертикального и поперечного выравнивания автомобилей с пневматическими подвесками. – «Автомобильная промышленность», 1961, №5.
2. Бидерман В. Л. и Лапин А. А. К определению характеристики резино-кордового упругого элемента. – Инженерный сборник АН СССР. Том XIV, 1953.
3. Бидерман В. Л. и Бухин Б. Л. Расчет резино-кордных пневматических амортизаторов. – Вып. 5. М., Машгиз, 1960.
4. Вишняков Н. Н. и др. Автомобиль Основы конструкции. – „Машиностроение”, 1986.
5. Говорущенко Н. Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1990. – 166 с.
6. Горелик А. М. Упругие элементы пневматических подвесок. – „Автомобильная промышленность”, 1959, №7.
7. Дедюкин В. В. “Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств”. Материалы II международной научно-технической конференции. Ч. 2. – Пенза: ПГАСА, 2006. С. 74...80.
8. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – „Знання-Прес”, 2003.
9. Певзнер Я. М. и Горелик А. М. Автомобильные выравнивающие подвески. – „Автомобильная промышленность”, 1956, №3.
10. Певзнер Я. М. и Горелик А. М. Анализ и основные особенности работы пневматических резино-кордных подвесок. М., НАМИ, 1959.
11. Певзнер Я. М. и Горелик А. М. Пневматические и гидропневматические подвески. – „Автомобильная промышленность”, 1963.
12. Равкин Г. О. Пневматическая подвеска автомобиля. М., Машгиз, 1962.
13. Раймпель Й. Шаси автомобиля амортизаторы, шины и колеса. – „Машиностроение”, 1986.

					<i>КРБ.274.11.12.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

14. Раймпель Й. Шаси автомобиля элементы подвески. – „Машиностроение”, 1987.

15. Хаскин А. М. Черчение. – „Вища школа”, 1985.

					КРБ.274.11.12.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		