

# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи бакалавра

Галузь знань – 13 Механічна інженерія  
Спеціальність – 132 Матеріалознавство  
Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський  
Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

на тему: «Створення технологічного процесу ремонту підвіски  
автомобілів в умовах гальванічного цеху»

Шифр: ДРМТВАТАМ 24.20126.000. ПЗ

Виконав студент 4 курсу, групи МТВА -20-1 Владислав САВЕЛЬСВ Владислав САВЕЛЬСВ

Керівник роботи д.т.н., проф.

Павло КАПЛУН Павло КАПЛУН

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ

10 червня 2024 р.

Олександр ДИХА Олександр ДИХА

Факультет Інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Галузь знань 13 – Механічна інженерія

Спеціальність – 132 Матеріалознавство

Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський

Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Диха О.В.

22 лютого 2024 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА ДІПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Савельєву Владиславу Миколайовичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема проекту (роботи) \_\_\_\_\_

«Створення технологічного процесу ремонту підвіски автомобілів в умовах гальванічного цеху»

керівник проекту (роботи) Каплун Павло Віталійович д.т.н., професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 15 лютого 2024р. № 8 (Д 16)

2. Строк подання студентом проекту на кафедру 08 червня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення досліджуваних деталей; технологічна документація по розробці обладнання дефектації, складанню і регулюванню підвіски автомобілів; вимоги з охорони праці безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт.

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

1. Аналіз стану питання; 2. Вибір і обґрунтування методу для відновлення поверхні стержня клапанів; 3. Конструкторсько-технологічний процес; 4. Контроль якості; 5. Ефективність запропонованої технології

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

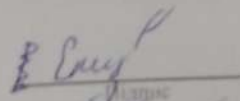
Розділ	Прізвище, ініціали та поєння консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання ----

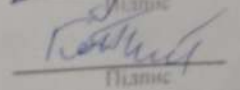
**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Стрж виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд	15.05.2024	
2	Технологічний розділ	25.05.2024	
3	Конструкторський розділ	30.05.2024	
4	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	2.06.2024	
5	Оформлення презентації бакалаврської роботи	5.06.2024	
6	Нормоконтроль бакалаврської роботи	9.06.2024	
7	Підписання розділів. Затвердження дати захисту	10.06.2024	

Студент

  
Підпис

Керівник проєкту (роботи)




  
Підпис

Владислав САВЕЛЬСВ  
Ініціали, прізвище

Павло КАПЛУН  
Ініціали, прізвище

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....	6
1.1 Тип, структура та виробничі функції автопідприємства України .....	6
1.2 Аналіз забезпечення технологічним обладнанням та інструментом .....	7
1.3 Аналіз охорони праці на підприємстві .....	8
2 РОЗРАХУНКОВО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ .....	11
2.1 Дані для розробки виробничої секції .....	11
2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і Р рухомого складу .....	11
2.3 Обчислення виробничої програми ТО і Р рухомого складу .....	15
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ .....	24
3.1 Структура вузлів і механізмів автомобіля та їх принципи роботи .....	24
3.2 Експлуатація та технічне обслуговування .....	27
3.3 Потенційні дефекти, їхні причини та способи вирішення .....	29
4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	32
4.1 Аналіз та технічні вимоги на деталь .....	32
4.2 Вибір та обґрунтування методу відновлення поверхні деталі .....	33
4.3 Розробка технологічного маршруту обробки та відновлення деталі .....	40
4.4 Розрахунок і вибір режимів відновлення та механічної обробки .....	44
5 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ .....	52
5.1 Небезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища .....	52
5.2 Розрахунок вентиляції приміщення .....	54
6 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	62
ВИСНОВОК .....	65
СПИСОК ВИКОРИСТОВУВАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	66
ДОДАТКИ .....	68

<b>ДРАТТАМ 24.20126.000 ПЗ</b>				
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат.
Розроб.		Савельєв		
Перевір.		Каплун		
Реценз.				
Н. Контр.		Бабак		
Затверд.		Дух		
Створення технологічного процесу ремонту підвіски автомобілів в умовах гальванічного цеху			Літ.	Арк.
				4
			ХНУ група МТВА 20-1	
			Акрівш	68

## ВСТУП

Ефективне управління автомобільним транспортом значною мірою визначається рівнем організації транспортних процесів та здатністю транспортних засобів зберігати технічні характеристики, які є важливими для виконання різноманітних завдань. Під час експлуатації з часом з'являються зноси, корозія, а також пошкодження різних компонентів і в тому матеріалів, що веде до погіршення функціональних властивостей автомобілів. Ці процеси можуть спричинити несправності, що істотно знижують ефективність роботи транспортного засобу. Щоб запобігти пошкодженням і здійснити своєчасний ремонт, автомобілі періодично проходять обслуговування і ремонтні роботи.

Технічне обслуговування включає в себе низку заходів, спрямованих на підтримання автомобіля в робочому стані протягом всього часу використання, під час стоянки, зберігання чи перевезення. Цей процес є профілактичним і проводиться відповідно до чітко визначеного плану на регулярній основі.

Ремонт включає в себе виконання робіт, що дозволяють відновити функціональність автомобіля та його окремих елементів, що забезпечує подальшу експлуатацію. Ремонтні роботи визначаються за потребою, яка стає ясною під час технічного обслуговування.

Перед тим як провести обслуговування чи ремонт, здійснюється діагностика для оцінки технічного стану автомобіля. Ця діагностика необхідна для визначення поточних потреб автомобіля і прогнозування ймовірних поломок на основі аналізу вимірних параметрів і порівняння їх з нормативними лімітами. У процесі ремонту діагностика допомагає виявити несправності, обрати методи ремонту, визначити обсяг необхідних робіт та перевірити якість виконання робіт.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1. Тип, структура та виробничі функції автопідприємства України

Розглянемо типову структуру автопідприємства на прикладі компанії СТО у місті Хмельницькому пропонують різноманітні послуги з обслуговування автомобілів, включаючи планові роботи та терміновий капітальний ремонт. Автосервіс відомий своїм високим стандартом обслуговування та націленістю на постійний розвиток та оновлення обладнання. Співробітники регулярно проходять курси підвищення кваліфікації, що дозволяє забезпечувати якісне обслуговування клієнтів

Також серед послуг СТО в Хмельницькому можна знайти діагностику і підготовку високовольтних батарей, а також перевірку авто перед купівлею, що включає комплексну діагностику кузова, ходової частини та основних технічних систем, забезпечуючи гарантію якості та визначення справедливої вартості автомобіля.

Загальна інформація про малі та середні підприємства в Україні вказує на те, що вони часто мають від кількох до декількох десятків працівників залежно від розміру та обсягу діяльності підприємства.

СТО автопідприємства в Україні часто включають такі типи та структури: вони можуть бути незалежними локальними сервісами або частиною великих виробничих груп, таких як корпорація Bogdan, яка займається виробництвом легкових автомобілів, автобусів та тролейбусів. Ці підприємства можуть охоплювати весь спектр обслуговування та ремонту автотранспорту, включаючи діагностику, технічне обслуговування, ремонт і відновлення різних складових частин автомобіля

Основне завдання СТО – забезпечити максимальну ефективність і довговічність автотранспортних засобів, що в кінцевому результаті знижує загальні витрати на утримання та ремонт автомобіля для власників.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Для визначення коефіцієнта завантаження скористаємось формулою:

$$K_{обл} = \frac{\tau_{обл}^c}{\tau_{зм}} \quad (1.1)$$

де:  $\tau_{обл}^c$  - середньо завантажена тривалість обладнання за зміну, год;

$\tau_{зм}$  - тривалість робочої зміни

$$K_{обл} = \frac{3,1}{8} = 0,39$$

На такому підприємстві застосовується сучасне устаткування, проте його обмежена кількість не дозволяє проводити відновлювальні роботи на повну потужність.

### 1.3. Аналіз охорони праці на підприємстві

Згідно із законодавством України "Про охорону праці", на підприємстві з кожним працівником обов'язково проводять інструктажі з питань безпеки. Ці інструктажі класифікуються за часом та характером проведення на такі типи: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж організовується для всіх нових працівників, які приймаються на роботу на постійній або тимчасовій основі, включаючи студентів на практиці та відвідувачів у разі екскурсій, а також осіб із навчальних закладів під час їх зарахування.

Первинний інструктаж проводиться безпосередньо на місці роботи для нових працівників, тих, хто переводиться на нове місце роботи в іншому цеху, виконує нові завдання чи прибув у відрядження і бере участь у виробництві.

Повторний інструктаж відбувається в установлені терміни згідно з галузевими нормами чи на вимогу керівництва, зазвичай не рідше одного разу на три місяці для небезпечних видів робіт і раз на півроку для інших робіт.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позаплановий інструктаж також організовується:

- при порушенні працівниками вимог нормативних актів, що стосуються охорони праці, якщо такі порушення могли або вже призвели до нещасних випадків, аварій або пожеж;

- якщо працівник повертається до виконання робіт після тривалої перерви, більш як на 30 днів для робіт з підвищеною небезпекою і більше ніж на 60 днів для інших робіт.

Цільовий інструктаж передбачений для ситуацій, коли:

- працівники виконують одноразові роботи, що не входять в їхні стандартні обов'язки за трудовою угодою;

- потрібно ліквідувати наслідки аварій або стихійних лих;

- проводяться роботи, для яких видаються наряд-допуски, розпорядження або інші спеціалізовані документи на виконання робіт.

Процедура проведення інструктажів для співробітників:

Усі новоприйняті співробітники та ті, що продовжують роботу, мають пройти інструктажі з охорони праці, надання першої допомоги та дій у надзвичайних ситуаціях на робочому місці.

Вступний інструктаж, який веде керівник або фахівець із охорони праці, реєструється в спеціальному журналі, що зберігається в відповідному відділі, а також фіксується у документації про прийом на роботу.

Первинний інструктаж здійснюється на робочому місці індивідуально або з групою працівників, за інструкціями, які відповідають конкретним видам робіт, що виконуються.

Повторний інструктаж проводиться з працівниками, які виконують схожі роботи, і включає повторення матеріалу первинного інструктажу.

Цільовий інструктаж здійснюється перед виконанням специфічних або одноразових робіт та орієнтований на конкретні завдання та умови роботи.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позаплановий інструктаж відбувається у випадку виникнення нових обставин, які вимагають оновлення знань з охорони праці, та проводиться залежно від конкретної ситуації і причин, що її спричинили.

Всі види інструктажів завершуються перевіркою знань і навичок безпечної роботи, яку проводить особа, відповідальна за інструктаж.

Якщо після первинного, повторного або позапланового інструктажу результати перевірки знань працівника виявляються незадовільними, протягом 10 днів з ним проводиться додатковий інструктаж, за яким слідує повторна перевірка знань. У разі повторно незадовільних результатів, питання про подальше працевлаштування працівника розглядається відповідно до чинного законодавства. Якщо ж перевірка знань після цільового інструктажу є незадовільною, працівник не отримує допуск до робіт, а повторні перевірки у цьому випадку не проводяться.

Працівники, які виконують декілька професій, проходять інструктажі як за основною спеціальністю, так і за додатковими кваліфікаціями.

Інформація про проведення усіх типів інструктажів та допуск до робіт реєструється у спеціальному журналі інструктажів, де обов'язково вносяться підписи інструктованого працівника та особи, яка проводила інструктаж. Журнали мають бути належно оформлені з нумерацією сторінок, прошнуровані та скріплені печаткою.

Завдання відповідальності за техніку безпеки покладено на директора, який зобов'язаний проводити інструктажі з безпеки робіт.

Підприємство не забезпечує працівників спеціальним одягом, взуттям або іншими засобами індивідуального захисту безкоштовно. Підлоги на території підприємства відповідають вимогам законодавства. Живлення стаціонарних і переносних світильників здійснюється відповідно на 220 В та 42 (12) В. Опалення та вентиляція на підприємстві відповідають встановленим нормам. Також для працівників передбачені побутові приміщення, душові кімнати та убиральні.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

## 2. РОЗРАХУНКОВО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Дані для розробки виробничої секції

АТП спеціалізується на вантажних перевезеннях.

У складі АТП нараховується 20 автомобілів КАМАЗ-5511.

Структура АТП включає такі виробничі підрозділи:

агрегатну, електромеханічну, акумуляторну, шиномонтажну, шиноремонтну, малярну та інші дільниці.

На території АТП знаходяться склади для запасних частин, матеріалів, а також для паливно-змащувальних матеріалів.

Вихідні дані для розділу проєкту, пов'язані з цією діяльністю.

Таблиця 2.1 Вихідні дані до розрахунку

Модель рухомого складу	Ум. Поз.	Од. Вим.	Марка автомобіля	Марка авто
Кількість за переліком	Асп	шт	20	КАМАЗ-5511
Середньо добовий пробіг	Ісд	км	190	
Пробіг з початку експлуатації	Доля L <sub>кр</sub>		1-1,25	
Кількість робочих днів	Др	дні	280	
Кількість робочих днів зон ТО і ПР	Дрз	дні	280	
Категорія умов експлуатації	КУЕ		2	
Природно кліматична зона	ПКЗ		Помірно теплий	
Дільниця, що проєктується			Дільниця ТО та Р	
Технологічний процес			ТО та ПР	

### 2.2. Розрахунок виробничої програми ТО і Р рухомого складу

Спеціальні табличні коефіцієнти коригування  $K_1-K_5$ , які використовуються для коригування нормативів періодичності технічного обслуговування ТО, пробігу до капітального ремонту КР та

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ				



відповідним Положенням про ТО та ремонт рухомого складу автомобільного транспорту. Ці нормативи розроблені для забезпечення нормальних умов експлуатації та включають:

- пробіг до ТО-1: 4000 (км);
- пробіг до ТО-2: 16000 (км);
- пробіг до КР: 300000 (км);
- час простою в ТО і ПР: 1,43(дні/1000км);
- дні простою в КР: 15(дні);
- трудомісткість ЩТО: 0,50 (чол. · год.);
- трудомісткість ТО-1: 3,9 (чол. · год.);
- трудомісткість ТО-2: 13,8 (чол. · год.);
- трудомісткість ПР: 6,90(чол. · год./1000км).

Корекція стандартних показників здійснюється за допомогою відповідних коефіцієнтів корекції, які використовуються у формулах:

$$\begin{aligned}
 L_{TO-1}^K &= L_{TO-1}^H \cdot K_{LTT}; \\
 L_{KP}^K &= L_{KP}^H \cdot K_{LKK}; \\
 t_{ЩТО} &= t_{ЩТО}^H \cdot K_{tTT}; \\
 t_{TO-2} &= t_{TO-2}^H \cdot K_{tTT};
 \end{aligned}
 \tag{2.6}$$

$$\begin{aligned}
 L_{TO-2}^K &= L_{TO-2}^H \cdot K_{LTT}; \\
 D_{ПР} &= D_{ПР}^H \cdot K_4; \\
 t_{TO-1} &= t_{TO-1}^H \cdot K_{tTT}; \\
 t_{ПР} &= t_{ПР}^H \cdot K_{tПР}.
 \end{aligned}$$

Для автомобіля КАМАЗ-5511:

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$L_{TO-1}^K = 4000 * 0,9 = 3600(\text{км});$$

$$L_{TO-2}^K = 16000 * 0,9 = 14400(\text{км});$$

$$L_{KP}^K = 300000 * 0,99 = 297000(\text{км});$$

$$D_{np} = 1,43 * 1,3 = 1,859(\text{дні} / 1000\text{км});$$

$$D_{np} = 15 * 0,7 = 10,5(\text{днів});$$

$$t_{ШО} = 0,5 * 0,95 = 8,4(\text{люд} \cdot \text{год});$$

$$t_{TO-1} = 3,9 * 0,95 = 3,70(\text{люд} \cdot \text{год});$$

$$t_{TO-2} = 15,87 * 0,95 = 15,07(\text{люд} \cdot \text{год});$$

$$t_{np} = 6,9 * 1,22 = 8,4(\text{люд} \cdot \text{год});$$

Отримані значення пробігів потребують додаткової корекції відповідно до середньодобового пробігу. Це необхідно для того, щоб транспортний засіб міг бути відправлений на ТО тільки після завершення робочого дня, зважаючи на те, що інтервали між ТО мають відповідати кількості цілих днів.

Корекція за кратністю середньодобового пробігу здійснюється в наступному порядку:

Для пробігу до ТО-1:

- кількість днів між сінжними ТО-1:

$$n_{\delta} = \frac{L_{TO-1}^K}{l_{c-\delta}}, \quad (2.7)$$

$$n_{\delta} = \frac{3600}{190} = 18,94 \approx 19$$

$n_{\delta}$  закруглюють до цілого числа і знаходять:

$$L_{TO-1} = n_{\delta} \cdot l_{c-\delta} \quad (2.8)$$

$$L_{TO-1} = 19 \cdot 190 = 3610 \text{ км}$$

Для пробігу до ТО-2:

- кількість періодів ТО-1 в періоді ТО-2:

$$n_{TO-1} = \frac{L_{TO-2}^K}{L_{TO-1}}; \quad (2.9)$$

$$n_{TO-1} = \frac{14400}{3610} = 3,98 \approx 4$$

					<b>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$n_{TO-1}$  закруглюють до цілого числа.

Для пробігу до КР:

- кількість періодів ТО-2 в періоді КР:

$$L_{TO-2}^K = n_{TO-1} \cdot L_{TO-1} \quad (2.10)$$

$$L_{TO-2}^K = 4 \cdot 3610 = 14440 \text{ км}$$

$$n_{TO-2} = \frac{L_{KP}^K}{L_{TO-2}}; \quad (2.11)$$

$$n_{TO-2} = \frac{297000}{14440} = 20,56$$

$n_{TO-1}$  округляється до цілого числа і знаходиться:

$$L_{KP} = n_{TO-2} \cdot L_{TO-2}; \quad (2.12)$$

$$L_{KP} = 21 \cdot 14440 = 303240 \text{ км}$$

Результати розрахунків надаємо в таблиці 2.3

Таблиця 2.3. Значення розрахункових нормативів

Розрах. Норм.	Ум. Позн	Один. Вим	КАМАЗ-5511			
			Норм знач	Скор. по К''	Скор. по п''	Прийн. до розр
Пробіг до ТО-1	L <sub>ТО-1</sub>	км	4000	3600	3610	3610
Пробіг до ТО-2	L <sub>ТО-2</sub>	км	166000	14440	14440	14440
Пробіг до КР	L <sub>КР</sub>	км	300000	297000	303240	303240
Час простою в ТО і ПР	Д <sub>ПР</sub>	дні на 1000 км	1,43	0,73		1,859
Дні простою в КР	Д <sub>КР</sub>	дні	15	15	15	15
Трудомісткість ПР	t <sub>ЩТО</sub>	люд*год	0,5	0,78		0,475
Трудомісткість ТО-1	t <sub>ТО-1</sub>	люд*год	3,9	3,57		3,705
Трудомісткість ТО-2	t <sub>ТО-2</sub>	люд*год	15,87	15,07		15,07
Трудомісткість ПР	t <sub>ПР</sub>	люд*год	6,9	8,4		8,4

### 2.3. Обчислення виробничої програми ТО і Р рухомого складу

Встановлення коефіцієнтів технічної готовності та випуску продукції.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Коефіцієнт технічної готовності ( $\alpha_T$ ) визначається як співвідношення кількості технічно придатного рухомого складу до загальної кількості, обраховується за формулою:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + l_{c-d} \cdot \left( \frac{D_{ПР}}{1000} + \frac{D_{КР}}{L_{КР}} \right)}, \quad (2.13)$$

де  $l_{c-d}$ - середньодобовий пробіг, км;

$D_{ПР}$ - скоригований час простою в ТО і ПР, дні/1000 км;

$D_{КР}$ - скориговані дні простою в КР, дні;

$L_{КР}$ - скоригований пробіг дот КР, км.

Для автомобіля КАМАЗ-5511 :

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 190 \left( \frac{1,859}{1000} + \frac{15}{303240} \right)} = 0,73$$

Коефіцієнт випуску ( $\alpha_B$ ) визначається як співвідношення кількості днів, коли технічно справний рухомий склад був у роботі, до загальної кількості календарних днів.

$$\alpha_B = \alpha_T \cdot \frac{D_P}{D_K}, \quad (2.14)$$

де  $D_P$ - кількість робочих днів автомобілів;

$D_K$ - кількість календарних днів в році.

Для автомобіля КАМАЗ-5511:

$$\alpha_B = \alpha_T = 0,73 * \frac{280}{365} = 0,56;$$

Обрахунок річного пробігу для групи автомобілів технологічно сумісної групи включає визначення сумарного річного пробігу всіх автомобілів цієї групи.

$$L_P = A_{СП} \cdot l_{c-d} \cdot D_K \cdot \alpha_B, \quad (2.15)$$

										Арк.
										16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ					

де  $A_{СП}$ - число автомобілів однієї технологічно сумісної групи.

Для автомобіля КАМАЗ-5511:

$$L_p = 210 * 190 * 365 * 0,56 = 8155560 \text{ км}$$

Обчислення щорічної та щоденної програми технічного обслуговування та ремонту рухомого складу включає визначення кількості капітальних ремонтів, ТО-1, ТО-2 та ЩТО протягом року для кожної технологічно сумісної групи рухомого складу згідно з математичними формулами:

Для автомобілів КАМАЗ-5511

$$N_{KP}^P = \frac{6570000}{256000} = 25,46;$$

Кількість КР:

$$N_{KP}^P = \frac{L_p}{L_{KP}}; \quad (2.16)$$

$$N_{KP}^P = \frac{8155560}{303240} = 26,8$$

Кількість ТО-2:

$$N_{TO-2}^P = \frac{L_p}{L_{TO-2}} - N_{KP}^P; \quad (2.17)$$

$$N_{TO-2}^P = \frac{8155560}{14440} - 26,8 = 537,9$$

Кількість ТО-1:

$$N_{TO-1}^P = \frac{L_p}{L_{TO-1}} - N_{KP}^P - N_{TO-2}^P; \quad (2.18)$$

$$N_{TO-1}^P = \frac{8155560}{3610} - 26,8 - 537,9 = 1694,4$$

Кількість ЩТО:

$$N_{ЩТО}^P = \frac{L_p}{l_{c-d}}; \quad (2.19)$$

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$N_{ЩГО}^P = \frac{8155560}{190} = 42924$$

$$N_{ТО-2}^P = 65700000 / 12800 - 25,46 = 488,9;$$

$$N_{ТО-1}^P = \frac{6750000}{3200} - 25,46 - 488,9 = 1596;$$

$$N_{ЩГО}^P = \frac{9750000}{160} = 60937,5;$$

Кількість ЩГО, ТО-1, ТО-2, за добу визначається також по кожній технологічно сумісній групі РС по формулах:

$$N_{ЩГО}^{\partial} = \frac{N_{ЩГО}^P}{D_P}; N_{ТО-1}^{\partial} = \frac{N_{ТО-1}^P}{D_{P3}}; N_{ТО-2}^{\partial} = \frac{N_{ТО-2}^P}{D_{P3}}; \quad (2.20)$$

Для автомобіля КАМАЗ-5511

$$N_{ЩГО}^{\partial} = 153,3; N_{ТО-1}^{\partial} = 6,05; N_{ТО-2}^{\partial} = 1,92$$

Результати розрахунків надані в таблиці 2.4

Таблиця 2.4. Річна програма ТО і Р рухомого складу

Марка автомобіля	Коєф.		Річн Пробіг км	Кількість за рік				Кількість за добу		
	$\alpha_T$	$\alpha_B$		$N_{KP}^{\partial}$	$N_{ТО-2}^{\partial}$	$N_{ТО-1}^{\partial}$	$N_{ЩГО}^{\partial}$	$N_{ТО-2}^{\partial}$	$N_{ТО-1}^{\partial}$	$N_{ЩГО}^{\partial}$
КАМАЗ-5511	0,733	0,56	88155560	26,8	537,9	1694,4	42924	1,92	6,05	153,3
По АТП	0,733	0,56	88155560	26,8	537,9	1694,4	42924	1,95	6,05	153,3

2.4. Розрахунок річної програми технічного обслуговування і ремонтів рухомого складу у трудових показниках

Обчислення щорічної трудомісткості ТО відбувається на підставі щорічної виробничої програми та скоригованих показників трудомісткості для кожної одиниці обслуговування:

– трудомісткість ЩГО:

$$T_{ЩГО} = N_{ЩГО}^P \cdot t_{ЩГО} \cdot K_M; \quad (2.21)$$

де  $K_M=0.35...0.75$ - коефіцієнт механізації

										Арк.
										18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ					

– трудомісткість ТО-1:

$$T_{ТО-1} = N_{ТО-1}^P \cdot t_{ТО-1}; \quad (2.22)$$

– - трудомісткість ТО-2:

$$T_{ТО-2} = N_{ТО-2}^P \cdot t_{ТО-2}; \quad (2.23)$$

Річний обсяг робіт з ремонту встановлюється з урахуванням пробігу групи транспортних засобів та врахуванням коригованої трудомісткості ремонтних робіт на кожні 1000 кілометрів пробігу.

$$T_{ПР} = \frac{L_P}{1000} \cdot t_{ПР}; \quad (2.12) \quad (2.24)$$

Для автомобіля КАМАЗ-5511:

$$T_{ЩТО} = 42924 \cdot 0,475 \cdot 0,5 = 10194,45;$$

$$T_{ТО-1} = 1694,4 \cdot 3,705 = 6277,8;$$

$$T_{ТО-2} = 5377,9 \cdot 15,07 = 8106,2;$$

$$T_{ПР} = \frac{815550}{1000} \cdot 6,2 = 68506,7;$$

Результати річних трудомісткостей наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. Річна програма ТО і Р рухомого складу

Марка автомобіля	Трудомісткість , люд*год				
	Тщто	Тто-1	Тто-2	Тпр	Тсум
КАМАЗ-5511	10194,5	6277,8	8106,2	68506,7	93095,2
По АТП	2038,9	1255,6	1621,24	13701,3	18617,03
Система живлення10%	2038,9	1255,6	1621,24	13701,3	18617,03

## 2.5. Визначення кількості робітників за проектом

Кількість робітників визначається окремо для кожної проектованої ділянки. Розрахунок включає явочну та штатну чисельність персоналу залежно від обсягу робіт на ділянці та використання робочого часу працівників.

										Арк.
										19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ					

Формули для визначення фондів робочого часу штатних та явочних робітників використовуються для обрахунку їх кількості:

$$\Phi_{\text{я}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{св}}) \cdot t_{\text{зм}} - D_{\text{пс}} \cdot t_{\text{ск}}, \quad (2.25)$$

$$\Phi_{\text{ш}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{св}} - D_{\text{від}} - D_{\text{пов}}) \cdot t_{\text{зм}} - D_{\text{пс}} \cdot t_{\text{ск}}. \quad (2.26)$$

де,  $D_{\text{к}}$  – календарні дні;

$D_{\text{в}}$  – кількість вихідних днів;

$D_{\text{св}}$  – кількість святкових днів;

$D_{\text{від}}$  – кількість днів відпустки;

$D_{\text{пов}}$  – кількість пропусків по хворобі та інших поважних причинах;

$D_{\text{пс}}$  – кількість передсвяткових днів;

$t_{\text{зм}}$  – тривалість зміни, год;

$t_{\text{ск}}$  – час на який скорочується зміна, в суботні та передсвяткові дні;

Для розрахунку приймаємо:

$t_{\text{зм}}$  – 7 год при 6-денному робочому тижневі;

$t_{\text{ск}}$  – 1 год;

$D_{\text{від}}$  – 18 днів;

$D_{\text{пов}}$  – 3 дні.

$$\Phi_{\text{я}} = (365 - 52 - 9) \cdot 7 - 9 \cdot 1 = 2119 \text{ (год)};$$

$$\Phi_{\text{ш}} = (365 - 52 - 9 - 18 - 3) \cdot 7 - 9 \cdot 1 = 1972 \text{ (год)}.$$

Явочна і штатна чисельність робітників :

$$P_{\text{я}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{я}}}; \quad (2.27)$$

$$P_{\text{ш}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{ш}}}; \quad (2.28)$$

де,  $T_i$  – річний об'єм робіт на спроектованій ділянці (10 % від загальної суми).

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_i = 7637 \text{ чол.} \cdot \text{год.};$$

$$P_{я} = \frac{7637}{2067} = 3,6;$$

$$P_{ш} = \frac{7637}{1920} = 3,9;$$

Приймаємо на ділянку таку кількість робітників:

- Явочних  $P_{я}=4$ (чол);
- Штатних  $P_{ш}=4$ (чол).

## 2.6. Вибір обладнання

Обладнання для робіт з технічного обслуговування та ремонту на проєктованій ділянці розділене на дві категорії: технологічне обладнання, яке включає верстати, стенди, прилади та діагностичне обладнання, та технологічну оснастку і інструменти, до яких відносяться стелажі, шафи, верстаки та комплекти інструментів. Список і кількість необхідного обладнання визначаються згідно з таблицями технологічного обладнання і спеціалізованого інструменту для автотранспортних підприємств, а також за даними різних довідників обладнання для технічного обслуговування і ремонту.

Для ділянки технічного обслуговування і ремонту двигунів, список виробничого обладнання викладений у таблиці 2.6.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6. Підбір технологічного обладнання

Найменування обладнання	Кількість	Тип, модель	Габаритні розміри, м	Площа, м <sup>2</sup>	Потужність ел. двигуна, кВт
Стенд для розбирання двигунів	1	ОПР-647	1,06x0,86	0,91	
Мийна установка для миття двигунів власного виготовлення	1	власного. вигот.	4x1,5	6	10
Мийна ванна для деталей	1	КС-180	1,25x0,62	0,76	
Стенд для розбирання і збірки шатуново-поршневої групи	1	СР-65	0,8x0,6	0,48	
Прилад універсальний для перевірки і правки шатунів	1	221 1М	0,58x0,26		0,9
Прилад для визначення пружності клапанних пружин і поршневих кілець	1	КЦ-40	0,57x0,17		
Стенд для розбирання і збірки головок циліндрів двигунів	1	ОПР-1071	1,06x0,52	0,55	
Верстат універсальний для притирання клапанів	1	М - 3	1,6x0,52	0,83	
Стенд для розточування циліндрів двигунів	1	278 Н	1,2x1,17	1,4	3
Верстат для полірування циліндрів двигунів	1	3833 М	1,3x1,47	1,9	3
Стенд для випробування масляних насосів і фільтрів двигунів	1	АКТБ - 55	0,8x0,48	0,4	1
Верстат свердлувальний	1		1.1x0.8	0.88	2
Верстат для шліфування клапанів	1	Р - 108	0,87x0,87		0,8
Стенд для ремонту двигунів	1	2154	1,3x0,84	1,09	
Стенд для випробування двигунів	1	власн. виг.	4x1	4	50
Кран-балка підвісна, q = 2000 кг	1	ПН-054	5x1,5		
ВСЬОГО	18			18,30	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ

Арк.

22

Таблиця 2.7. Підбір технологічного обладнання

Найменування обладнання	Кількість	Тип, модель	Габаритні розміри, м <sup>2</sup>	Площа, м <sup>2</sup>
Верстак слюсарний	1	власного. вигот.	1,8x0,7	1,26
Утримувач двигунів	1	власного. вигот.	1,5x0,4	0,6
Ящик для інструменту	1	власного. вигот.	1x0,5	0,5
Ящик з піском	1	власного. вигот.	1x0,5	0,5
Стелаж для деталей	1	власного. вигот.	2x0,8	1,6
Стелаж для деталей	1	власного. вигот.	2,5x0,5	1,25
Шафа інструментальна	1	власного. вигот.	2x1	2
Стіл	1	власного. вигот.	2x1	2
<b>ВСЬОГО:</b>	<b>11</b>			<b>9,71</b>
Загальна площа				<b>28,01</b>

Загальна площа обладнання складає 47 м<sup>2</sup>.

Площа відділення:

$$S_{\text{ВІД}} = S_{\text{ОБЛ,ЗАГ}} * K_{\text{УЩ}} \quad (2.29)$$

де  $K_{\text{УЩ}}$  - коефіцієнт ущільнення, який враховує проходи та відстані між обладнанням (приймається  $K_{\text{УЩ}}=3-5$ );

$S_{\text{ОБЛ,ЗАГ}}$  - сумарна площа під обладнання, м<sup>2</sup>.

$$S_{\text{ВІД}} = 28 \cdot 3 = 84 \text{ м}^2$$

									Арк.
									23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ				

### 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1. Структура вузлів і механізмів автомобіля та їх принципи роботи

Газорозподільний механізм автомобіля (ГРМ) виконує функції контролю за впуском паливної суміші або повітря у циліндри двигуна та за виведенням відпрацьованих газів. Залежно від конструкції двигуна, газорозподільні механізми можуть відрізнятися. Основні параметри, які впливають на їхній тип, включають розташування колінчастого вала, розподільного вала, а також впускних та випускних клапанів. Кількість розподільних валів може змінюватися в залежності від типу двигуна.

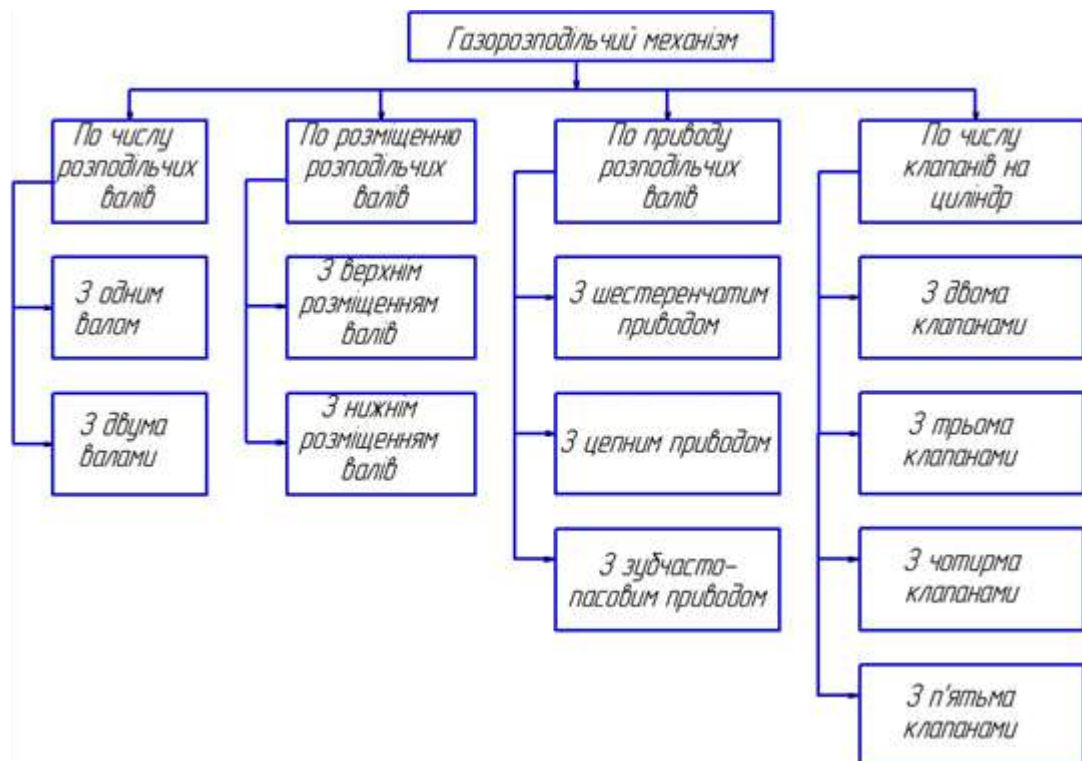


Рис. 1 – Типи газорозподільних механізмів

Газорозподільний механізм із нижнім розташуванням клапанів включає в себе такі елементи: розподільний вал (позиція 4) з кулачками (позиція 3) і шестернею (позиція 2), яка постійно зачеплюється з шестірнею (позиція 1), закріпленою на колінчастому валу. Конструкція також містить штовхачі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

(позиція 5) з регулювальним болтом (позиція 7) і контргайкою (позиція 6); клапан (позиція 12) з пружиною (позиція 10), сухариками (позиція 9) і опорною конічною шайбою (позиція 8); направляючу клапана (позиція 11) і сідло клапана (позиція 13).

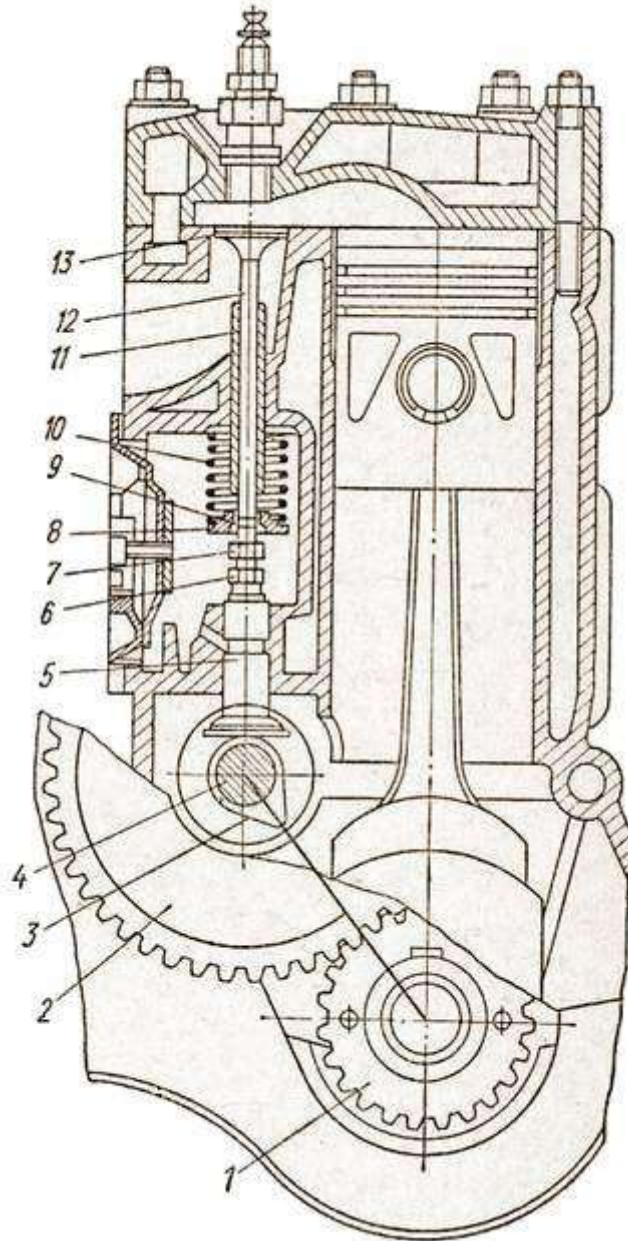


Рис. 2 – Газорозподільний механізм з нижнім розташуванням клапанів

Механізм працює наступним чином: коли колінчастий вал обертається, крутний момент передається від шестерні 1 до шестерні 2, що жорстко прикріплена до розподільчого валу, змушуючи його обертатися. Кулачок 3 на

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ

Арк.

25

розподільчому валу, обертаючись, тисне на штовхач 5, який піднімається, а регулювальний болт 7 впливає на клапан 12, змушуючи його відкритися. При цьому пружина 10 стискається. Коли розподільчий вал продовжує обертатися, кулачок перестає впливати на штовхач, і пружина, розпрямляючись, знову закриває клапан.

Для гарного закриття клапана важливо підтримувати між стрижнем клапана і штовхачем певний тепловий зазор, який зазвичай встановлюється виробником і може коливатися від 0,15 до 0,30 мм для впускного клапана і від 0,20 до 0,40 мм для випускного. Тепловий зазор може змінюватись у процесі експлуатації двигуна.

### СХЕМА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

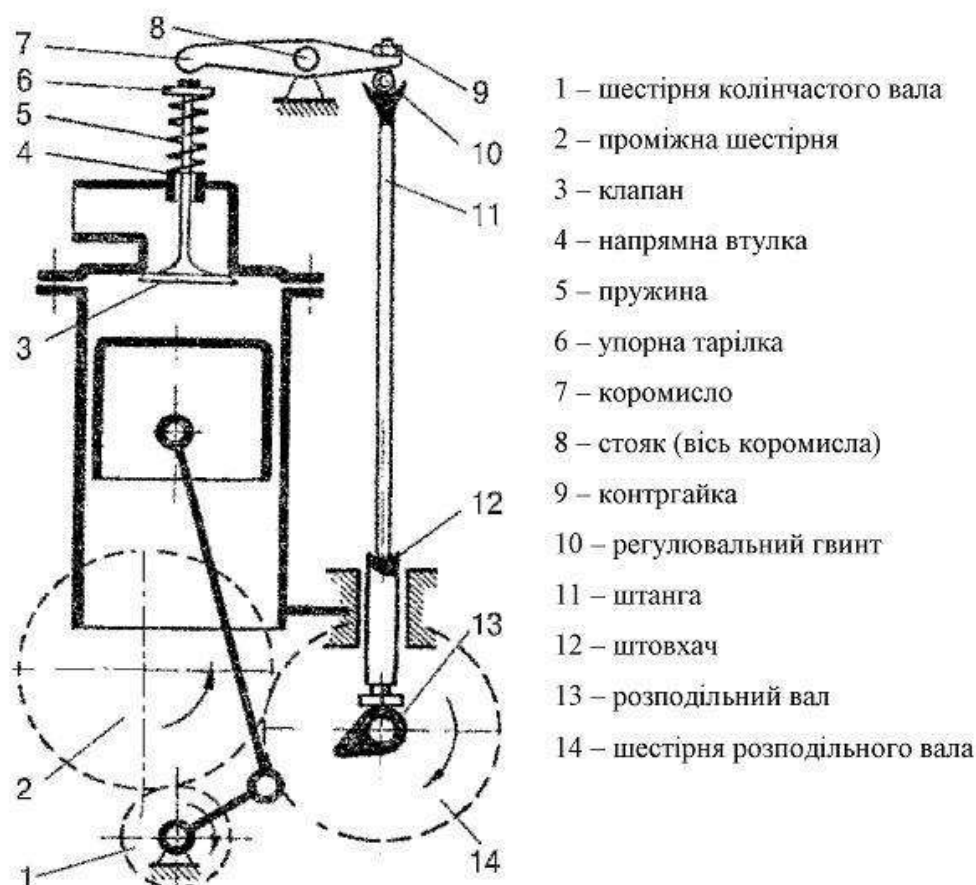


Рис. 3 – Газорозподільний механізм з верхнім розташуванням клапанів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Газорозподільний механізм з верхнім розташуванням клапанів працює таким чином, що клапани розташовані безпосередньо над циліндрами двигуна, а їхнє управління відбувається за допомогою розподільного валу, який також розташований у верхній частині двигуна. У цьому випадку розподільний вал зазвичай з'єднаний з колінчастим валом через ланцюг або ремінь.

Коли розподільний вал обертається, його кулачки безпосередньо тиснуть на клапани або через штовхачі. Це змушує клапани відкриватися і закриватися у відповідності до фаз газорозподілу. Відкриті клапани дозволяють горючій суміші потрапити до циліндрів або відпрацьованим газам вийти з них.

Головна перевага такого механізму полягає у його здатності забезпечити швидше і ефективніше заповнення циліндрів свіжою горючою сумішшю та вивільнення відпрацьованих газів, що покращує загальні показники потужності та ефективності двигуна.

### 3.2. Експлуатація та технічне обслуговування

Технічне обслуговування газорозподільного механізму (ГРМ) включає регулярні огляди зовнішніх компонентів, перевірку та налаштування клапанних зазорів, а також перевірку щільності клапанів до сідел. Якщо є порушення герметичності клапанів, їх конусні фаски притирають до сідел.

Щоб перевірити герметичність сполучення «клапан-сідло», можна поставити зняту головку циліндра впускним або випускним вікном догори і залити в нього дизель. Нормально притертий клапан не повинен пропускати дизельне паливо протягом 30 секунд. Якість притирання перевіряється «на олівець»: м'яким графітовим олівцем на фасці знятого клапана наносять декілька рис, клапан встановлюють у сідло, натискають і повертають на чверть обороту, всі риси повинні бути стерті.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Клапани до сідел притирають за допомогою ручного дреля з присосками та пасти ГОІ. Послідовність дій: знімають головку циліндра, очищають її від бруду, масла та нагару, розбирають клапанний пристрій, очищають клапани та їх сідла від нагару, наносять на фаску клапана тонкий шар пасти, змащують стрижень клапана моторним маслом, встановлюють клапанну пружину та клапан. Клапан повертають на 1/3 обороту, потім на 1/4 обороту у зворотному напрямку, періодично піднімаючи клапан і наносячи на фаску нові порції пасти, притираючи до тих пір, поки на фасках клапана та сідла не утвориться суцільний матовий поясок. Після притирання деталі промивають у дизельному паливі, обдувають повітрям, після чого збирають клапанний пристрій і перевіряють герметичність пари «клапан-сідло».

При технічному обслуговуванні ГРМ клапани регулюють на холодному двигуні, відповідно до порядку роботи циліндрів. ВМТ шків встановлює поршень першого циліндра в положення кінця такту стиснення, клапани першого циліндра мають бути закриті. Для регулювання клапанів інших циліндрів колінчастий вал повертають на 180° (для полегшення повертання користуються декомпресійним механізмом).

Механізм газорозподілу з верхнім розташуванням клапанів функціонує наступним чином. У цьому випадку клапани розташовані безпосередньо над циліндрами, а розподільний вал (або вали) знаходиться у верхній частині двигуна. Коли колінчастий вал обертається, він через шатун передає рух поршням, які в свою чергу через штанги штовхачів або пряму взаємодію (у двигунах з прямим приводом клапанів) впливають на розподільний вал.

Розподільний вал має кулачки, які взаємодіють зі штовхачами або тарілками клапанів, змушуючи їх відкриватися у відповідний момент. Клапани відкриваються, дозволяючи горючій суміші впустити у циліндри або випустити відпрацьовані гази з циліндрів. Пружини клапанів

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечують їх закриття у відповідний момент, коли кулачок розподільного валу перестає тиснути на штовхачі.

Основна відмінність від механізмів з нижнім розташуванням клапанів полягає в тому, що при верхньому розташуванні клапанів забезпечується пряміший потік газів, що може сприяти кращому наповненню циліндрів і відведенню відпрацьованих газів. Це може підвищити потужність і ефективність двигуна.

### 3.3. Потенційні дефекти, їхні причини та способи вирішення

Газорозподільний механізм (ГРМ) відповідає за точний впуск паливо-повітряної суміші в циліндри двигунів внутрішнього згорання та ефективний впуск відпрацьованих газів. Усі чотиритактні двигуни оснащені клапанними газорозподільними механізмами, які регулюють впуск пального та повітря через впускні клапани та впуск відпрацьованих газів через впускні клапани. Акуратна регуляція моментів відкриття та закриття цих клапанів впливає на такі характеристики двигуна, як потужність, рівень шуму та ступінь компресії. Важливо зазначити, що будь-які збої в роботі газорозподільного механізму можуть призвести до серйозних пошкоджень двигуна. Тому необхідно регулярно здійснювати діагностику всіх компонентів системи і без зволікань виправляти будь-які знайдені несправності. Нижче ви знайдете опис основних симптомів, причин несправностей газорозподільного механізму та методів їх усунення.

#### – Недостатня розвиненість повної потужності двигуном.

Причини:

- а) невідповідні теплові зазори;
- б) недостатнє прилягання впускних і впускних клапанів до сідел;

Усунення:

- а) коригування зазорів у приводі клапанів;

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) заміна ушкоджених клапанів;

с) шліфування сідел.

– **Нестабільна робота двигуна або зупинка на холостих обертах.**

Причини:

а) порушення теплових зазорів;

б) обгорання або деформація клапанів.

Усунення:

а) налаштування зазорів у приводі клапанів;

б) заміна ушкоджених клапанів;

– **Збільшене споживання масла.**

Причини:

а) знос чи пошкодження ущільнень стрижнів клапанів;

б) значний знос клапанів;

с) інтенсивний знос направляючих втулок клапанів.

Усунення:

а) заміна ущільнень стрижнів клапанів;

б) заміна клапанів;

с) заміна направляючих втулок, що зносилися.

– **Стукіт у клапанному механізмі.**

Причини:

а) підвищений тепловий зазор;

б) пошкодження клапанної пружини;

с) знос кулачків розподільчого вала;

д) ослаблення контргайок регулювального болта.

Усунення:

а) налаштування теплових зазорів;

б) заміна клапанної пружини;

с) заміна зношених кулачків і ремонт головки блоку циліндрів;

д) заміна розподільчого вала та регулювальних шайб.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**– Підвищений шум розподільчого вала.**

Причини:

- а) знос кулачків і важелів розподільчого вала;
- б) знос опорних поверхонь підшипникових корпусів розподільчого вала.

Усунення:

- а) замінити розподільчий вал і важелі;
- б) замінити підшипникові корпуси.

**– Низька компресія в циліндрах двигуна.**

Причини:

- а) пошкодження робочих поверхонь клапанів внаслідок обгоряння;
- б) недостатнє прилягання впускних та випускних клапанів до сідел.

Усунення:

- а) замінити клапани;
- б) відшліфувати клапани і сідла для покращення прилягання.

Діагностика несправностей газорозподільного механізму може бути досить складною завданням, оскільки одні і ті ж симптоми можуть вказувати на різні поломки або дефекти. Зазвичай для виявлення проблеми потрібно демонтувати весь клапанний механізм головки блоку двигуна.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1. Аналіз та технічні вимоги на деталь

Клапан для автомобіля ГАЗ-АА виробляють зі сталі марки 40Х9С2 за стандартом ДСТУ 7806:2015. Він складається з головки, на якій виточені фаски для оптимального прилягання до сідла, що запобігає прориву газів, а також з стержня і торця.

Хімічний склад металу наведений у таблиці 3.1.

Фізико – механічні властивості наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 4.1. Хімічний склад сталі марки 40Х9С2

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu
0,35 -0,45	2-3	< 0,8	< 0,6	< 0,025	< 0,03	8-10	< 0,2	< 0,3

Таблиця 4.2. Механічні властивості сталі 40Х9С2

Сталь	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	Термообробка
40Х9С2	740	440	15	36	Відпалювання 850-870°C, повітря

Стержень клапана виготовляється з дотриманням 7 класу точності та шорсткості поверхні  $Ra = 0,4$  мкм. Наявність тріщин на клапані неприпустима. Овальність та конусність стержня клапана не мають перевищувати 0,007 мм. Відхилення торця від перпендикулярності до осі стержня не повинно бути більшим за 0,03 мм. Радіальне биття робочої фаски не може перевищувати 0,03 мм.

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ				

## 4.2 Вибір та обґрунтування методу відновлення поверхні деталі

Для ремонту стержня клапана можна використовувати метод залізнення чи шліфування до ремонтного розміру.

Обробка до ремонтного розміру. Цей метод є поширеним у авторемонті. На зношених поверхнях складних і коштовних деталей відновлюють відповідну геометричну форму та шорсткість поверхні. При цьому номінальні розміри поверхонь змінюють на ремонтні розміри. Розрізняють стандартні та нестандартні ремонтні розміри.

Стандартні ремонтні розміри встановлені технічними нормами на ремонт і в таких розмірах виготовляються запчастини серійно. Стандартні ремонтні розміри застосовуються для обробки шийок підшипників колінчастого і розподільного валів, циліндрів, гільз, отворів під поршневі пальці, клапанів, штовхачів тощо.

Деталі одного агрегату мають оброблятися до одного розміру. Це сприяє раціональному використанню запасних частин, які поставляються у комплектах, та іноді впливає на роботу агрегату. Наприклад, поршні одного двигуна мають бути одного розміру, інакше у різних циліндрах будуть різні тиски газів. Шийки колінчастого вала шліфують до одного розміру, оскільки вкладиші постачаються у комплектах як запасні частини.

Вільні ремонтні розміри визначаються під час обробки поверхонь для надання їм коректної геометричної форми. Так, обгорілі та зношені робочі поверхні головки клапана чи кулачки розподільного вала шліфують до тих пір, поки поверхні не стануть гладкими та правильної форми. Прогорілу чи деформовану площину роз'єму головки двигуна відновлюють фрезеруванням або шліфуванням. Проте в зазначених випадках існує максимальний розмір. Висота циліндричної частини головки клапана має бути не менше 0,3 мм, інакше може статися калійне запалення через гострі краї. Об'єм камери

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

згоряння у головці блоку можна скоротити лише до певного ліміту, щоб запобігти детонації.

Обробка деталей до ремонтного розміру сприяє спрощенню та зниженню вартості ремонту. Однак цей метод має істотні недоліки: зникає повна взаємозамінність, зростає номенклатура запасних частин та під час ремонту з'являється багато нових розмірів, які потребують різних вимірювальних та робочих інструментів. У певних випадках знижується міцність та твердість поверхні деталей. У шийках колінчастого вала, прошліфувати до останнього ремонтного розміру, збільшується питомий тиск на 10%, а твердість поверхні знижується на 5 ... 10%. Маса поршнів ремонтного розміру більша, що призводить до великих інерційних сил. Через ці причини довговічність підшипників може знизитися.

Електролітичне залізнення – це процес електролізу, де при пропусканні постійного струму через водний розчин солі заліза на катоді (деталі) у результаті розряду іонів заліза осідає шар заліза. Одночасно з цим розчиняється метал анодів, який віддає свої іони в розчин замість витрачених на формування осаду.

Розчинні аноди виробляють з маловуглецевої сталі марок 10 і 20 та обгортають чохлами зі скляної чи капронової тканини. Для електролітичного залізнення переважно використовують розчини хлористого заліза, нагріті до 60-80 °С. Залізнення є більш економічним порівняно з хромуванням. Також покриття виходять товщі (2-3 мм і більше), що критично при відновленні деталей з значним зношенням. Вихідні матеріали для електролізу залізнення (соляна кислота, сталева стружка, кухонна сіль) і аноди дешеві і доступні. Для збереження сталості складу електроліту та компенсації його випаровування необхідно безперервно фільтрувати електроліт через забруднення анодним шламом. Також потрібне використання спеціальних кислотостійких матеріалів і покриттів для ванни та обладнання і

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосування подвійного підігріву (паром і електрикою) з ефективною бортовою вентиляцією. Технологічний процес залізнення включає такі етапи:

- 1) механічна обробка і очистка деталі;
- 2) промивання в бензині;
- 3) очистка нарощеної поверхні абразивним папером;
- 4) розміщення деталі в підвісному пристосуванні та ізоляція зон, що не підлягають залізненню;
- 5) знежирення вапном;
- 6) промивання у проточній воді;
- 7) анодне травлення;
- 8) промивання гарячою водою;
- 9) залізнення;
- 10) промивання гарячою водою;
- 11) промивання в розчині соди;
- 12) промивання гарячою водою;
- 13) розбирання підвісів і зняття ізоляції;
- 14) сушка деталей;
- 15) старіння;
- 16) механічна обробка.

У разі наявності іржі на деталях перед механічною обробкою їх треба замочувати в розчині сірчаної чи соляної кислоти з наступним промиванням і сушінням. Якщо після залізнення деталі виконується хромування поверхні для підвищення зносостійкості, то відбувається робота за технологічним процесом хромування. При передбачуваній цементації деталі після залізнення технологічний процес термообробки стартує з відпалу деталі. Механічна обробка з поверхні деталей видаляє сліди зносу та надає правильну геометричну форму. Цей процес виконується точінням або шліфуванням. Необхідно висока якість попередньої обробки поверхні. Покриття, що перевищує 0,5 мм, потребує шліфованої поверхні. Під час

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електролізу на грубо оброблених поверхнях формуються нарости через неоднорідну щільність струму у впадинах та на виступах цих поверхонь. Важливо слідкувати за правильністю вибору баз і розміщення деталі під час механічної обробки. Для кращого зчеплення осаду з поверхнями, забрудненими маслами, деталі перед механічною обробкою слід кип'ятити 15-20 хвилин у 10%-ному розчині каустичної соди. Нарости заліза мають низьку міцність зчеплення з чавунними деталями, оскільки чавун містить вільний графіт, що істотно знижує площу феритної складової сплаву. Ізоляція непокритих ділянок виконується прогумованою стрічкою з покриттям 3-4 шарами емалі та просушуванням кожного шару. Ізоляцію також можна проводити тонкою листовою гумою або корозійностійкими лаками: корозійностійким лаком, перхлорвініловим, бакелітовим. Анодне травлення проводять у електроліті з 30%-ного розчину сірчаної кислоти і залізного купоросу (10-15 г / л). Питома вага електроліту має бути 1,23. Деталь занурюють в електроліт як анод; катодами служать пластини зі свинцю. Обробку деталей в електроліті здійснюють 0,5-3,0 хвилини, при щільності струму 10-60 а/дм<sup>2</sup>. Щільність струму збільшується зі збільшенням вмісту вуглецю та поверхневої твердості в сталі.

Технологічний процес підготовки деталей до залізнення включає операцію "витримка без струму". Під час цієї операції деталь поступово прогрівається до температури, наближеної до температури електроліту. Масивніша деталь потребує довшого прогрівання в ванні. Після включення струму здійснюється поступове підвищення його щільності. Обидві ці операції "витримка без струму в ванні залізнення" та "поступове підвищення щільності струму" допомагають зруйнувати пасивну плівку, що утворилася на поверхні деталі після анодної обробки, щоб залізо міцно прилипало до абсолютно чистої поверхні деталі. Малоконцентрований електроліт третього типу, який був довго перевірений на багатьох заводах, вважається найкращим для отримання твердих покриттів. За щільності струму 20 а/дм<sup>2</sup>

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

він забезпечує отримання щільних дрібнозернистих опадів з високими механічними властивостями. Швидкість осадження заліза при цьому досягає 0,4-0,5 мм на сторону за годину, що в 15-20 разів перевищує швидкість осадження хрому. Мікротвердість покриттів складає 450-650 кг/мм<sup>2</sup> при товщині 0,8-1,2 мм. Тверді покриття (до 600 кг/мм<sup>2</sup>) також можуть бути отримані в електроліті високої концентрації першого типу, але такі покриття виходять більш шорсткі, ніж у електролітах з меншою концентрацією заліза. Крім того, при тривалому використанні такого електроліту може відбуватися розшарування за питомою вагою. Тому хлористі електроліти високої концентрації рекомендуються для отримання м'яких і товстих покриттів. Електроліти середньої концентрації другого типу мають показники, що знаходяться між електролітами типів третього і першого, і дають опади з мікротвердістю до 500-550 кг/мм<sup>2</sup>.

У процесі електролізу допускаються значні коливання кислотності (від 0,5 до 1,5 г/л), що майже не впливає на механічні властивості покриттів. Додавання хлористого кальцію в електроліт підвищує його електропровідність та зменшує випаровування. Це збільшує твердість покриттів, особливо при зниженні температури до 60 °С. Висока концентрація NaCl в електроліті негативно впливає на зовнішній вигляд покриттів, збільшуючи їх шорсткість (при вмісті NaCl більше 100 г/л). Введення 100 г/л хлористого марганцю в електроліт типу III зменшує шорсткість покриттів, дозволяючи отримувати гладкі покриття товщиною 1,5-2,0 мм, при цьому вихід за струмом не знижується, а твердість покриттів збільшується на 60-80 одиниць. Температура електроліту є основним чинником, що впливає на мікротвердість опадів. Це вплив є протилежним до щільності струму; із збільшенням щільності струму мікротвердість опадів знижується. Зіставлення діаграм мікротвердості для електролітів типів III і I показує, що зі збільшенням щільності електроліту область опадів заліза гранично високої мікротвердості зменшується, а її межа переміщається в бік

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нижчих температур та вищих щільностей струму. Тверде електролітичне залізо, що використовується як покриття при навантаженні зразків розтягуючими зусиллями, працює як одне ціле з металом зразка в межах пружних і пластичних деформацій. Встановлено залежність втомної міцності залізних деталей від режиму електролізу. Менше зниження втомної міцності досягається при підвищенні щільності струму (40-60 А/дм<sup>2</sup>) або при зниженій температурі електроліту (70-60 °С). Коливання температури електроліту на 2-3 °С значно змінює властивості покриття (твердість змінюється на 10-15 одиниць НВ).

При електролізі осадження заліза на катоді ускладнюється через присутність у водних розчинах іонів водню, які можуть розряджатися. Виділення водню на катоді є негативним явищем, оскільки він поглинається залізним осадом, що робить його крихким і знижує зчіплюваність. Спільне виділення заліза і водню на катоді є конкуруючим процесом. Іон водню, що утворюється при дисоціації води, розряджається і виділяється з розчину у вигляді газу, а іон гідроксилу (ОН) залишається в розчині. Якщо не відбувається його нейтралізація, то утворюється гідроокис заліза, яка, включаючись в осад заліза, погіршує його якість. Тому в електроліті слід підтримувати мінімальну кислотність для запобігання гідролізу солі заліза. Вплив залізнення на втомну міцність деталі такий же, як і при хромуванні, тобто міцність знижується на 10-12% через появу розтягуючих напружень в залізному електролітичному покритті.

Матеріалом ванн є сталь і чавун. Найбільш стійким металом є залізо-кремені-молібденовий сплав МФ-15. Недоліком цих ванн є засмічення електроліту анодним шламом через розчинення металу ванн. Для зменшення роз'їдання стінок ванни знижують кислотність і посилюють фільтрацію електроліту. Проте, під час роботи ванн склад електроліту часто змінюється, що впливає на якість покриттів. Металеві ванни є високотеплопровідними, тому підігрів їх з електролітом здійснюється електричними спіралями,

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановленими під ванною. До нетеплопровідних матеріалів ванн належать фаоліт, дерево, керамічні плитки, асбовініл та інші, з яких виготовляють або облицьовують внутрішні стінки ванн.

Під час роботи ванни електроліт швидко забруднюється продуктами окислення, анодним шламом та іншими домішками, що погіршують якість покриття. Тому ванни для залізнення обладнуються періодичною (відстоюванням) або безперервною фільтрацією. Відстоювання електроліту проводиться у відстійнику, встановленому над ванною. Внутрішня поверхня відстійника покрита кислотостійким матеріалом і оснащена відцентровим насосом. Забруднений електроліт перекачується насосом з ванни у відстійник, де відстоюється протягом 12-48 годин, після чого самопливом повертається у ванну, проходячи через полотняний фільтр.

Оскільки під час залізнення електроліт активно випаровується і вміст у ньому соляної кислоти постійно зменшується, ванна має пристрій для підтримки постійного рівня електроліту і його кислотності. Для поповнення ванни водою використовується конденсат пари з парової магістралі цеху, а для додавання кислоти встановлено дозувальний бачок з гумовим шлангом і краником.

Ванни для залізнення можуть бути оснащені механічними змішувачами для перемішування електроліту та обов'язково мають потужну бортову вентиляцію від відцентрового вентилятора середнього тиску. Механічна обробка після залізнення здійснюється на металорізальних або шліфувальних верстатах залежно від припуску на обробку, необхідної точності і чистоти поверхні.

Зважаючи на геометричну форму і розміри деталі, її матеріал і термічну обробку, твердість поверхні, точність виготовлення та шорсткість поверхні, характер спряження, величину і характер навантаження, а також рід і вид тертя, обираємо метод відновлення деталі – залізнення.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.3 Розробка технологічного маршруту обробки та відновлення поверхні деталі

Складемо технологічний процес відновлення деталі, який охоплює підготовчі операції для підготовки поверхні до відновлення, сам процес відновлення та обробку поверхні після відновлення.

Послідовність виконання операцій наступна:

005 Очищувальна

1. Очистити деталь від мастила та бруду

010 Мийна

1. Мити деталь

015 Сушильна

1. Сушити деталь

020 Контрольна

1. Провести контроль параметрів деталі

025 Круглошліфувальна

А. Встановити, закріпити, зняти

1. Шліфувати начорно

030 Складальна

1. Встановити деталь на підвіску

035 Знежирювальна

А. Встановити, закріпити, зняти

1. Знежирити деталь в розчині уайт-спіриту

040 Мийна

1. Промити в холодній проточній воді

045 Травлення

А. Встановити, закріпити, зняти

1. Анодна обробка в розчині сірчаної кислоти

050 Мийна

					ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Промити в холодній воді

055 Відновлювальна

А. Встановити, закріпити, зняти

1. Відновити деталь залізненням

060 Мийна

А. Встановити, закріпити, зняти

1. Промити в гарячій воді при температурі 80...90°C

065 Нейтралізація

1. Нейтралізувати в 10% розчині каустичної соди

070 Мийна

1. Промити в гарячій воді

070 Контрольна

1. Контролювати відновлену поверхню

075 Круглошліфувальна

А. Встановити, закріпити, зняти

1. Шліфувати начорно

2. Шліфувати чисто

080 Контрольна

1. Контролювати відновлену поверхню

4.4. Розрахунок і вибір режимів відновлення та механічної обробки поверхонь

Розрахунок припуску на механічну обробку поверхні  $\varnothing 9_{-0,040}^{-0,023}$

Припуски обираються за відповідними таблицями та заносяться до графі «Припуск» у таблиці 4.3. У графі «Розрахунковий розмір» вказується найменший допустимий розмір згідно з кресленням.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.3.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 4.3. Зведений розрахунок припусків

Найменування операції чи переходу	Припуск $2Z_{\min}$ , мм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск ІТ, мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мм	
				min	max	min	max
$\varnothing 9_{-0,040}^{-0,027}$	Діаметральні розміри						
Заготовка	-	9,36	150	9,36	9,51	-	-
Точіння чорнове	0,3	9,06	36	9,06	9,096	0,3	0,414
Точіння чистове	0,1	8,96	13	8,96	8,973	0,1	0,123

Заготовка:

$$d_{\text{заг}} = 9,36 + 0,15 = 9,51 \text{ мм}$$

Шліфування чорнове:

$$d_{\text{чорн}} = 9,06 + 0,036 = 9,096 \text{ мм}$$

Шліфування чистове:

$$d_{\text{чист}} = 8,96 + 0,13 = 8,973 \text{ мм}$$

Визначаємо максимальні і мінімальні припуски за переходами:

$$2Z_{\text{MAX},i} = d_{\text{MAX},i-1} - d_{\text{MAX},i} \quad (4.1)$$

$$2Z_{\text{MIN},i} = d_{\text{MIN},i-1} - d_{\text{MIN},i}$$

Загальний мінімальний припуск

$$2Z_{\text{о min}} = \sum 2Z_{\text{о min}} \quad (4.2)$$

$$2Z_{\text{о min}} = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ мм}$$

Загальний максимальний припуск

$$2Z_{\text{о max}} = \sum 2Z_{\text{о max}} \quad (4.3)$$

$$2Z_{\text{о max}} = 0,414 + 0,123 = 0,537 \text{ мм}$$

Проводимо перевірку розрахованих припусків за формулою

$$2Z_{\text{о max}} - 2Z_{\text{о min}} = \text{ІТз} - \text{ІТ дет} \quad (4.4)$$

$$0,537 - 0,4 = 0,15 - 0,013$$

$$0,137 = 0,137$$

Числові значення припусків розраховані вірно.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Згідно з проведеними розрахунками будуюмо ілюстраційну схему розташування полів припусків і допусків.

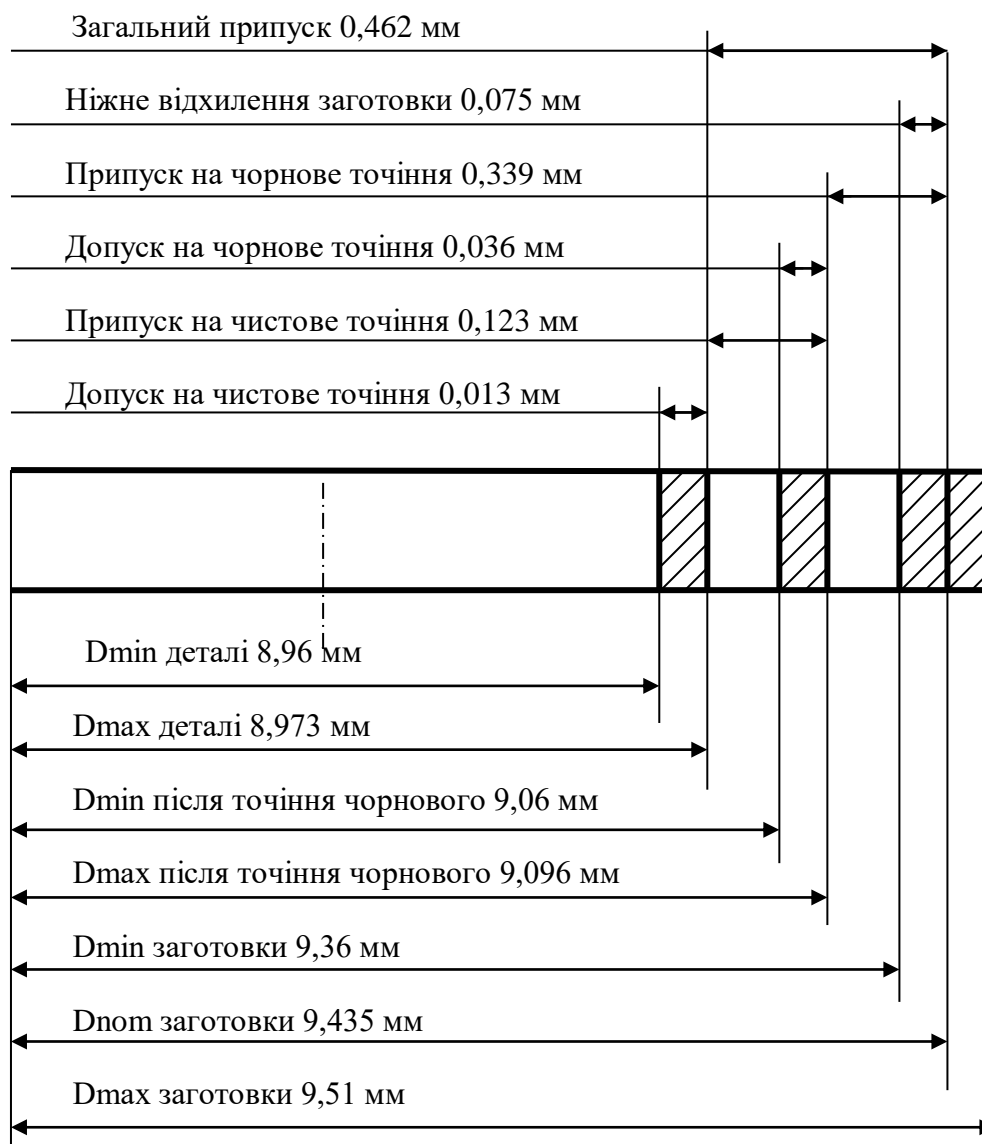


Рис. 4 – Схема розташування полів припусків і допусків

Вибір режимів відновлення поверхні

Склад електроліту і режими залізнення:

- Хлористе залізо, г/л.....500
- Хлористий натрій, г/л.....100-250
- Соляна кислота, г/л.....3-3,5
- Щільність струму, А/дм<sup>2</sup>.....10-20
- Температура електроліту, °С.....95-97
- Товщина шару, мм.....0,3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ

Арк.

43

Твердість покриття, НВ.....170-200

Визначаємо режими різання для операції 025 кругового шліфування, спрямованого на надання правильної геометричної форми. Обираємо різальний інструмент та визначаємо його конструктивні й геометричні параметри.

Приймаємо шліфувальний круг ПП 14А40НСМ25К8.

Швидкість  $V = 30-35$  м/с.

Розміри круга: діаметр  $D_K = 250$  мм, висота  $H = 25$  мм.

Обробку проводимо на круглошліфувальному верстаті 3М153.

Призначаємо режими різання: глибина різання  $t = 0,15$  мм.

Швидкість різання:

$$V_K = 35, м/с$$

Частота обертання шліфувального круга:

$$n_K = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V_K}{\pi \cdot D_K} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3.14 \cdot 250} = 2675,2 м/с \quad (4.5)$$

Призначаємо швидкість різання, допустиму властивостями інструмента.

$$V_{риз} = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_K}{1000 \cdot 60}, м/с \quad (4.6)$$

де  $n_K$  – швидкість обертання круга, що лежить в діапазоні рекомендованих швидкостей ;

$D_K$  – діаметр круга.

$$V_{риз} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2675}{1000 \cdot 60} = 35,1 м/с$$

Окружна швидкість деталі для чорнового шліфування.

Розрахуємо частоту обертання заготовки відповідно до встановленої швидкості руху:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot V_{СОКР}}{\pi \cdot d_3}, хв^{-1} \quad (4.7)$$

де  $V_{СОКР}$  – окружна швидкість деталі, м/хв.:

					<b>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</b>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$d_3$  – діаметр заготовки, мм.

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 19} \approx 250 \text{ хв}^{-1}$$

Поперечна подача круга  $S_x$  мм/хід.

$$S_x = 0,025 \text{ мм/хід}$$

Розраховуємо повздовжню подачу на оберт заготовки.

$S_0 = S_d V_k$ , для чорнового шліфування (0,3-0,7)В.

Приймаємо  $S_d = 0,4$ , тоді

$$S_0 = 0,4 \cdot 25 = 10 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо швидкість повздовжньої подачі.

$$V_{\text{прод}} = \frac{S_0 \cdot n_3}{1000}, \text{ м/хв} \quad (4.8)$$

де  $S_0$  – повздовжня подача

$n_3$  – частота обертання заготовки

$$V_{\text{прод}} = \frac{10 \cdot 250}{1000} = 2,5 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо потужність, що витрачається за формулою:

$$N_p = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q, \text{ кВт} \quad (4.9)$$

де  $r, x, y, q$  - змінні дані;

$C_N = 2,2$ ;  $r = 0,5$ ;  $x = 0,5$ ;  $y = 0,55$ ;  $q = 0$ , тоді

$$N_{\text{пріз}} = 2,2 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,025^{0,5} \cdot 9^{0,55} = 5,9 \text{ кВт.}$$

Основний час на операцію визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{L \cdot h}{n_3 \cdot S_0 \cdot S_k} \cdot K, \text{ хв} \quad (4.10)$$

де  $L$  - довжина ходу столу, мм;

$h$  - припуск на сторону;

$n_3$  - частота обертання заготовки, хв.<sup>-1</sup>;

$S_0$  - повздовжня подача, мм/об;

$S_x$  – поперечна подача круга, мм/об.

$K$  - коефіцієнт точності,  $K = 1,3$ .

					<b>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</b>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_0 = \frac{225 \cdot 0.15}{250 \cdot 10 \cdot 0.025} \cdot 1.3 = 0,7, \text{ хв}$$

Визначаємо режими різання для операції 075 кругового шліфування, спрямованого на чорнове шліфування. Обираємо різальний інструмент та визначаємо його конструктивні й геометричні параметри.

Приймаємо шліфувальний круг ПП 14А40НСМ25К8,  $V=30-35$  м/с.

Розміри круга  $DK = 250$  мм;  $H = 25$  мм.

Обробку проводимо на круглошліфувальному верстаті 33М153153.

Призначаємо режими різання.

Глибина різання  $t = 0,15$  мм.

Швидкість різання

$$V_k = 35, \text{ м/с}$$

Частота обертання шліфувального круга

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3.14 \cdot 250} = 2675,2 \text{ м/с}$$

Призначимо швидкість різання, допустиму властивостями інструмента.

$$V_{\text{різ}} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2680}{1000 \cdot 60} = 35,1 \text{ м/с}$$

Призначаємо режими різання на операцію 075 круглошліфувальна, шліфування чистове. Призначаємо різальний інструмент і вибираємо його конструктивні та геометричні параметри.

Приймаємо шліфувальний круг ПП 24А16НС15К1А,  $V=30-35$  м/с.

Розміри круга  $DK=250$  мм;  $H=25$  мм.

Обробку проводимо на круглошліфувальному верстаті 3А 110В.

Призначаємо режими різання.

Глибина різання  $t=0,05$  мм.

Швидкість різання

$$V_k = 35, \text{ м/с}$$

Частота обертання шліфувального круга

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3.14 \cdot 250} = 2675,2 \text{ м/с}$$

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Призначаємо швидкість різання, яка допускається властивостями інструменту.

$$V_{piz} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2675}{1000 \cdot 60} = 35,1 м/с$$

Окружна швидкість деталі для чорнового шліфування.

Розраховуємо частоту обертання заготовки у відповідності з прийнятою швидкістю руху.

$$n_3 = \frac{1000 \cdot V_{SOKP}}{\pi \cdot d_3}, хв^{-1} \quad (4.7)$$

де  $V_{SOKP}$  – окружна швидкість деталі, м/хв.;

$d_3$  – діаметр заготовки, мм.

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 19} \approx 670 хв^{-1}$$

Поперечна подача круга  $S_x$  мм/хід.

$$S_x = 0,01 \text{ мм/хід}$$

Розраховуємо повздовжню подачу на оберт заготовки.

$S_0 = S_d \cdot V_k$ , для чорнового шліфування (0,2-0,4)В.

Приймаємо  $S_d = 0,2$ , тоді

$$S_0 = 0,2 \cdot 25 = 5 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо швидкість повздовжньої подачі.

$$V_{пpод} = \frac{5 \cdot 670}{1000} = 3,35 м/хв$$

Розраховуємо потужність, яка витрачається за формулою:

$$N_{piz} = 2,2 \cdot 40^{0,5} \cdot 0,005^{0,5} \cdot 9^{0,55} = 3,3 \text{ кВт.}$$

Основний час на операцію визначаємо за формулою:

$K$  - коефіцієнт точності,  $K=1,3$ .

$$T_0 = \frac{225 \cdot 0,05}{670 \cdot 5 \cdot 0,01} \cdot 1,5 = 0,59, хв$$

Отриманні данні заносимо до таблиці 4.4.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4. Зведена таблиця режимів різання

Номер операції	Інструмент	t, мм	V <sub>рпв</sub> , м/с	V <sub>скр</sub> , об/хв	n <sub>з</sub> , об/хв	S <sub>х</sub> , мм/хід	S <sub>о</sub> , мм/об	V <sub>фрт</sub> , м/хв	N <sub>фрт</sub> , кВт	L <sub>дт</sub> , мм	T <sub>о</sub> , хв	Модель верстата
025	Шліфувальний круг ПП 250x25 14A40НСМ25К8	0,15	35	15	250	0,025	10	2,5	5,9	225	0,7	3М153
075	Шліфувальний круг ПП 250x25 14A40НСМ25К8	0,15	35	15	250	0,025	10	2,5	5,9	225	0,7	3М153
	Шліфувальний круг ПП 250x25 24A16НС15К1А	0,05	35	40	670	0,01	5	3,35	3,3	225	0,59 Σ=1,2 9	3М153

#### 4.5. Нормування технологічного процесу відновлення та операцій механічної обробки

Після визначення та вибору режимів різання проводять розрахунок технічної норми часу для кожної операції. Технічно обґрунтована норма часу – це час, необхідний для виконання заданого обсягу роботи (операції) в певних організаційно-технічних умовах з найбільш ефективним використанням усіх засобів виробництва.

У масовому виробництві визначають норму штучного часу, хв.:

$$T_{шт.} = T_o + T_{доп.} + T_{обс.} + T_{від.}, \text{ хв} \quad (4.8)$$

													Арк.
													48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ								

де  $T_0$  - основний час;

$T_{доп.}$  - допоміжний час;

$T_{обс.}$  - час на обслуговування робочого місця;

$T_{від.}$  - час перерви на відпочинок і особисті потреби.

В серійному виробництві норма штучно - калькуляційного часу, хв.:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт.}, \text{ хв.} \quad (4.9)$$

де  $T_{п.з.}$  – підготовчо-заключний час;

$n$  – величина партії деталей, шт.,

$T_{шт.}$  – штучний час на операцію.

Нормуємо операцію 025 Круглошліфувальна.

Основний час на операцію,  $T_0 = 0,7$  хв.

Допоміжний час на операцію:

– Встановити, закріпити, зняти деталь – 0,06 хв;

Допоміжний час на прийоми керування верстатом:

– включити або виключити верстат – 0,01 хв;

– змінити подачу – 0,01 хв;

– підвести або відвести інструмент – 0,025 хв;

– час очікування зупинки шпинделя – 0,05 хв;

– час на вимірювання – 0,07 хв.

$$T_{доп} = 0,06 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,025 + 0,07 = 0,185 \text{ хв.}$$

Оперативний час визначається за формулою

$$T_{оп} = T_0 + T_{доп}, \quad (4.10)$$

де  $T_0$  – основний час на операцію, хв.;

$T_{доп}$  – допоміжний час на прийоми керування верстатом, хв..

$$T_{оп} = 0,7 + 0,185 = 0,885 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування та особисті потреби визначається за формулою

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{об.від} = \frac{T_{оп} \cdot \Pi_{об.від}}{100}, \text{хв.} \quad (4.11)$$

де  $\Pi_{об.від}$  – відсоток часу від оперативного,  $\Pi_{об.від} = 4\%$  .

$T_{оп}$  – оперативний час, хв..

$$T_{об.від} = \frac{4 \cdot 0,885}{100} = 0,0354 \text{ хв.}$$

Підготовчо - заключний час при роботі на верстаті,

$$T_{п.з} = 7 \text{ хв,}$$

Тоді,

$$T_{шт} = 0,7 + 0,185 + 0,0354 = 0,9204 \text{ хв;}$$

$$T_{ш.к} = 0,9204 + \frac{7}{100} = 0,9904 \text{ хв.}$$

На інші операції норму штучно-калькуляційного часу розраховуємо аналогічно та заносимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5. Зведена таблиця норм часу

У хвиликах

Номер та назва операції	$T_0$	$T_{доп}$			$T_{оп}$	$T_{об} + T_{від}$	$T_{шт}$	$T_{п.з}$	$T_{ш.к}$
		$T_{у.з}$	$T_{кер}$	$T_{вим}$					
080 Круглошліфувальна	0,7	0,06	0,055	0,07	0,885	0,0354	0,9204	7	0,9904
085 Круглошліфувальна	1,29	0,06	0,19	0,07	1,61	0,0644	1,6744	7	1,7444

#### 4.6. Розрахунок і проектування вимірювального інструменту

Для контролю однієї або кількох поверхонь потрібно обрати відповідний вимірювальний інструмент, здійснити розрахунок виконавчих розмірів та визначити ілюстраційну схему взаємного розташування і допусків деталі та калібру.

Спроекуємо і розрахуємо калібр - скобу для контролю  $\varnothing 9_{-0,040}^{-0,023}$ .

Граничні розміри поверхні:  $D_{\max} = 8,977$  мм;  $D_{\min} = 8,96$  мм.

Знаходимо дані для розрахунку:  $\alpha_1 = 0$ ;  $Z_1 = 2$  мкм;  $Y_1 = 1,5$ ;  $H_1 = 2,5$  мкм.

Найменший розмір прохідного калібру-скоби визначимо за формулою:

$$PP_{\min} = D_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 8,77 - 0,002 - \frac{0,0025}{2} = 8,76675 \text{ мм.} \quad (4.12)$$

Виконавчий розмір калібру - скоби  $PP = 8,76675^{+0,0025}$ .

Визначимо найбільший розмір зношеного прохідного калібру-скоби:

$$PP_{\text{зн}} = D_{\max} + Y_1 = 8,977 + 0,0015 = 8,9785 \text{ мм.} \quad (4.13)$$

Коли калібр досягне цього розміру його вилучають з експлуатації.

Визначимо найбільший розмір непрохідного калібру-скоби:

$$HE_{\min} = D_{\min} - \frac{H_1}{2} = 8,96 + \frac{0,0025}{2} = 8,95875 \text{ мм.} \quad (4.14)$$

Виконавчий розмір калібру – пробки  $HE_{\min} = 8,95875^{+0,0025}$  мм.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

### 5.1. Небезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища

Під час ремонту автомобілів можуть виникати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- наїзди автомобілів: через самовільний рух, при запуску двигуна, в'їзді (виїзді) в зони;
- падіння підвішених частин транспортних засобів при обслуговуванні трансмісії, підвіски, коліс, мостів;
- падіння вузлів, деталей, агрегатів, інструменту;
- підвищена загазованість і запиленість повітря робочої зони;
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин: акролеїну, оксиду вуглецю;
- ураження електричним струмом;
- підвищений рівень статичної електрики;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- гострі кромки на поверхні інструменту та обладнання;
- знижена температура повітря в холодний період року.

Відповідно до санітарно-гігієнічних вимог на ділянці передбачається підтримка певного температурного, вентиляційного режимів і рівня освітлення. Система опалення повинна забезпечувати рівномірне нагрівання повітря, можливість місцевого регулювання і відключення, зручність експлуатації, а також доступність при ремонті. Температура припливного повітря, що подається в робочу зону в холодний період року, повинна бути не нижче +16 °С і не вище +25 °С. Вентиляція забезпечує нормальні умови повітряного середовища і здійснюється загальнооб'ємною припливно-втяжною системою вентиляції з механічним вентилятором та місцевими

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52



## 5.2. Розрахунок вентиляції приміщення

Вентиляція — це система технічних засобів, яка забезпечує регулярний повітрообмін у приміщенні. Вона призначена для видалення надлишкового тепла, вологи, шкідливих газів і парів, створюючи оптимальний мікроклімат та іонний склад повітря.

Необхідний повітрообмін визначається за формулою:

$$V_{\text{ПОВ}} = F_{\text{ПР}} \cdot h_{\text{ПР}} \cdot h_{\text{ПОВ}} \quad (5.1)$$

де:  $F_{\text{ПР}}$  - площа приміщення, м<sup>2</sup> ( $F_{\text{ПР}}=81$  м<sup>2</sup>);

$h_{\text{ПР}}$  - висота приміщення, м ( $h_{\text{ПР}}=4,8$  м);

$h_{\text{ПОВ}}$  - коефіцієнт кратності повітрообміну, год. ( $h_{\text{ПОВ}} = 3$  год.).

Тоді

$$V_{\text{ПОВ}} = 81 \cdot 4,8 \cdot 3 = 1166,4 \text{ м}^3/\text{год.}$$

З огляду на те, що на ділянці є чотири обладнання, які виділяють шкідливі речовини під час роботи, необхідно встановити чотири місцеві витяжні пристрої та дві загальні системи вентиляції.

## 5.3. Розрахунок освітлення

Розрахуємо штучне освітлення для зварювальної ділянки, розміри якої становлять 9х9 м, висота приміщення – 4,8 м, а висота встановлення світильників – 3 м.

Індекс приміщення

$$i = \frac{a \cdot b}{h_{\text{СВ}} \cdot (a + b)} \quad (5.2)$$

де:  $a$  – довжина приміщення, м;

$b$  – ширина приміщення, м;

$h_{\text{СВ}}$  – висота розміщення світильників, м.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$\tau_B$  – загальний коефіцієнт світло проникнення віконного скла,  $\tau_B = 0,63$ ;  
 $r$  – коефіцієнт підвищення освітлення при боковому освітленні,  $r = 1,1$ .

$$S_{BP} = \frac{0,2 \cdot 1,5 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 81}{100 \cdot 0,63 \cdot 1,1} = 3,36 \text{ м}^2$$

Необхідну кількість вікон у приміщення визначаємо за формулою:

$$n_e = \frac{S_{BP}}{S_B} \quad (5.6)$$

де:  $S_B$  - площа одного вікна,  $S_B = 3,16 \text{ м}^2 (1,79 \times 1,77)$ ;

$$n_e = \frac{3,36}{3,16} = 1,06$$

Для встановлення приймаємо одне вікно.

#### 5.4. Техніка безпеки і електробезпеки

Умови праці – це сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я та працездатність людини в процесі роботи. Приміщення зон технічного обслуговування і ремонту, а також дільниць, повинні забезпечувати безпечне виконання всіх технологічних операцій. Повітря робочої зони, шум, вібрація, освітлення тощо на робочих місцях у зонах та на дільниці повинні відповідати вимогам чинних нормативних актів.

Висота приміщень постів технічного обслуговування має бути такою, щоб відстань від верху автомобіля, що знаходиться на підйомнику, до нижньої частини конструкцій перекриття становила не менше 0,2 м. Підлога на дільниці повинна бути рівною, твердою, водонепроникною, без виступів і вибоїн. Ворота мають бути обладнані пристроями, що запобігають їх мимовільному закриттю та відкриттю. Ширина в'їзних воріт у зони повинна перевищувати найбільшу ширину обслуговуваних автомобілів на 1,5 м.

Робітники, які здійснюють технічне обслуговування автомобілів, повинні бути забезпечені справним інструментом і пристосуваннями, що відповідають вимогам безпеки. Перед початком роботи необхідно перевірити

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

весь інструмент, а несправний інструмент потрібно замінити. Гайкові ключі мають відповідати розмірам гайок і болтів, бути без тріщин і забоїн, а площини зіва ключів – бути паралельними. Леза викруток за товщиною повинні відповідати ширині шліца в головці гвинта.

Відходи виробництва та використані матеріали повинні бути прибрані з робочого місця після кожної зміни. Пролиті легкозаймисті та горючі речовини повинні бути негайно видалені.

Особи, відповідальні за стан електроустановок (головний енергетик, енергетик, або працівник відповідної кваліфікації, призначений керівником підприємства чи цеху), зобов'язані:

– Забезпечувати організацію та своєчасне проведення профілактичних оглядів і планово-попереджувальних ремонтів електрообладнання, апаратури та електромереж, а також своєчасне усунення порушень "Правил улаштування електроустановок", "Правил експлуатації електроустановок споживачів" та "Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів", які можуть призвести до пожежі.

– Стежити за правильністю вибору і використання кабелів, електропроводів, двигунів, світильників та іншого електрообладнання відповідно до класу пожежо- та вибухонебезпеки приміщень і умов навколишнього середовища.

– Систематично контролювати стан апаратів захисту від коротких замикань, перевантажень, внутрішніх і атмосферних перенапруг, а також інших ненормальних режимів роботи.

– Стежити за справністю спеціальних установок і засобів, призначених для ліквідації загорянь і пожеж в електроустановках і кабельних приміщеннях.

– Організувати систему навчання та інструктажу чергового персоналу з питань пожежної безпеки при експлуатації електроустановок.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

– Брати участь у розслідуванні випадків пожеж і загорянь від електроустановок, розробляти і впроваджувати заходи щодо їх попередження.

Головний електрик (змінний електромонтер) зобов'язаний проводити планові профілактичні огляди електрообладнання, перевіряти наявність і справність апаратів захисту та негайно вживати заходів для усунення порушень, що можуть призвести до пожежі. Результати оглядів електроустановок, виявлені несправності та вжиті заходи фіксуються в оперативному журналі. У місцях, де можливо утворення статичної електрики, повинні бути встановлені заземлюючі пристрої. Аварійне освітлення необхідно передбачити в разі, якщо відключення робочого освітлення і пов'язане з цим порушення нормального обслуговування обладнання та механізмів може спричинити вибух або пожежу. Несправності в електромережах та електроапаратурі, які можуть викликати іскріння, коротке замикання або нагрів ізоляції кабелів і проводів, повинні негайно усуватися черговим персоналом; несправну електромережу слід відключити до приведення її в пожежобезпечний стан.

#### 5.5. Пожежна безпека

Для забезпечення пожежної безпеки згідно з вимогами у зонах ТО і ТР на кожні 100 м<sup>2</sup> виробничої площі необхідно встановлювати пожежний щит і додатково:

– Ящик з піском; – Вогнегасник ОХП-10; – Вогнегасник ОУ-5.

У приміщенні дільниці забороняється зберігати мастильні матеріали та порожню тару з-під них. Використану ганчір'я слід складати в спеціально відведені для цього місця за межами виробничого приміщення в металеві ящики з кришками. Відпрацьовані масла повинні зберігатися в спеціальних цистернах за межами виробничого приміщення.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58



При роботі з паливною апаратурою слід виявляти особливу обережність і не допускати підтікань палива. Забороняється використовувати загартований інструмент, оскільки він може спричинити іскроутворення. Використовуйте інструмент, виготовлений з неіскристих металів, таких як алюміній або латунь. Перед виконанням робіт необхідно від'єднати клеми акумуляторної батареї. Категорично забороняється користуватися відкритим вогнем.

## 5.6. Охорона навколишнього середовища

Автомобільний транспорт відповідає за 13,3% від загального обсягу викидів забруднюючих речовин в атмосферу, а в деяких містах цей показник досягає 60-80%. Через це заходи з охорони навколишнього середовища мають велике значення.

Для організуваної ділянки пропоную ввести наступні заходи з охорони навколишнього середовища:

1. Встановити навколо підприємства санітарно-захисну зону із зеленими насадженнями, які збагачують повітря киснем, поглинають вуглекислий газ, знижують шум, очищають повітря від пилу та регулюють мікроклімат.

2. Для підтримки чистоти атмосфери повітря, що видаляється з виробничого приміщення, повинне проходити попереднє очищення в гідрофільтрах з подальшим розсіюванням в атмосфері.

3. Тирсу, використану для збору пролитого масла і палива, слід зберігати у визначеному санепідемстанцією місці в металевому ящику з кришкою і періодично спалювати.

4. Відпрацьовані масла, ганчір'я і утиль (наприклад, використані паливні, масляні, повітряні фільтри, ремені ГРМ тощо) зберігати в спеціально відведених ємностях і ящиках з кришками. Масла повинні

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вивозитися в пункти збору відпрацьованих ПММ для подальшої утилізації, а утиль - на смітники технологічних відходів.

5. Промислові стоки повинні проходити через систему очищення.

6. Господарсько-побутові стоки повинні зливатися в каналізацію для подальшої утилізації на спеціалізованих підприємствах.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

## 6. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Оплата праці на підприємствах автомобільного транспорту базується на тарифній системі, науково обґрунтованих нормах праці, та застосуванні погодинної і відрядної форм оплати праці. Розмір заробітної плати визначається згідно з Кодексом законів про працю, чинними генеральною, галузевою, регіональною угодами та колективним договором, що діє на підприємстві.

Основою для розрахунку заробітної плати є тарифна ставка. Тарифна ставка робітника першого розряду встановлюється на рівні, що перевищує законодавчо встановлений мінімум заробітної плати. Мінімальні розміри тарифних ставок, як мінімальні гарантії оплати праці, визначаються генеральною угодою.

Мінімальна заробітна плата встановлюється Верховною Радою України за поданням Кабінету Міністрів України не менше одного разу на рік у законі про Державний бюджет України. Місячна норма робочого часу одного працівника та галузевий коефіцієнт визначаються галузевою угодою. Відповідно до законодавчих та нормативних актів станом на 01.04.2024 року мінімальний розмір заробітної плати складає 8000,00 грн.

Місячна норма робочого часу становить 148 годин, а тарифна ставка першого розряду повинна бути на рівні 120% від мінімальної заробітної плати, згідно з Галузевою угодою між Міністерством транспорту та зв'язку України і Всеукраїнським об'єднанням організацій роботодавців транспорту.

Розмір посадового окладу для 1-го тарифного розряду став: з 01 січня 2024 року – 3195 грн (вже затверджено постановою Кабміну); з 01 липня 2024 року – 3600 грн (лише очікується, що буде затверджено).

Посадові оклади за ЄТС на 2024 рік наведені в таблиці 6.1.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1. Посадові оклади бюджетників за ЄТС 2024

Тарифний розряд	Тарифний коефіцієнт*	Розміри посадових окладів:
4	1,27	4058
5	1,36	4345
6	1,45	4633

На основі прийнятої кількості працівників, тарифних розрядів і тарифних ставок складаємо штатний розклад персоналу у вигляді таблиці 6.2

Таблиця 6.2. Штатний розклад виробничих робітників

Посада	Кваліфікаційний розряд	Кількість робітників, чол.	Тарифна ставка за год., грн.
1	2	3	4
Автослюсар-електрик	4	4	60,96

Фонд оплати праці складається з основної та додаткової заробітної плати. Основна заробітна плата визначається в межах встановлених норм часу і норм виробітку. Додаткова заробітна плата включає різноманітні доплати, надбавки, а також інші заохочувальні та компенсаційні виплати. Розрахунок основної заробітної плати здійснюється з урахуванням того, що для працівників СТО встановлена погодинно-преміальна система оплати.

Таким чином можна розрахувати витрати на ФОП робітників.

Собівартість – це сукупність витрат на виробництво і реалізацію продукції, виконання робіт або надання послуг. Вона включає в себе витрати на сировину і матеріали, енергію, заробітну плату працівників, амортизацію обладнання, оренду приміщень, витрати на транспортування, адміністративні витрати та інші витрати, пов'язані з виробничим процесом. Собівартість є важливим показником економічної ефективності виробництва і використовується для встановлення ціни на продукцію або послугу.

									Арк.
									63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>				



## ВИСНОВОК

У цьому дипломному проекті було розроблено технологічний процес ремонту підвіски автомобіля в умовах гальванічного цеху.

У загальному вступі було проведено аналіз діяльності підприємства, його матеріально-технічної бази та стану охорони праці.

Розрахунково-організаційний розділ присвячений розробці виробничої секції відновлення деталей машин гальванічним способом, проведений розрахунок виробничої програми ТО та Р автомобілів. Визначено кількість робітників на дільниці та виконано підбір обладнання.

У конструкторському та експлуатаційному розділі проаналізована структура та механізм автомобіля, надані експлуатаційні рекомендації по технічному обслуговуванню, вказано на потенційні дефекти та методи можливого їх усунення.

Технологічний розділ дає можливість ознайомитись із запропонованою технологією відновлення поверхонь деталі, технологічним маршрутом, розрахунком та вибором режимів відновлення та механічної обробки.

У розділі "Безпека життєдіяльності" розглядаються небезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища, наведені розрахунки вентиляції, освітлення, електробезпеки приміщення дільниці.

У економічному розділі був проведений розрахунок собівартості робіт з урахуванням сучасних тарифів на заробітну плати, преміювання, енергозатрат тощо.

					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65



11. Канарчук В. Є., Лудченко А. А., Чигринець А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів.-К: Вища школа, 2004.-1324 с.

12. Харазов А.М., Кривенко Є.І. Діагностика легкових автомобілів на станціях технічного обслуговування: Навчальний посібник для професійного навчання робітників на виробництві. - 2-ге вид., перероб. і доп. - К.: Вища школа, 2007 - 272 с.: іл..

13. Технічне обслуговування автомобільного транспорту. - Суми: Прометей. 2002 - 176 с.

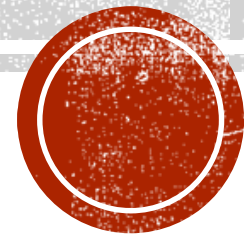
					<i>ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ</i>	Арк.
						67
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ДОДАТКИ

					ДРМТВАТАМ 24 20126 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

# **Тема: «Створення технологічного процесу ремонту підвіски автомобілів в умовах гальванічного цеху»**

ВИКОНАВ: СТУДЕНТ 4 КУРСУ, ГРУПА МТВА-20-1  
Владислав САВЕЛЬЄВ



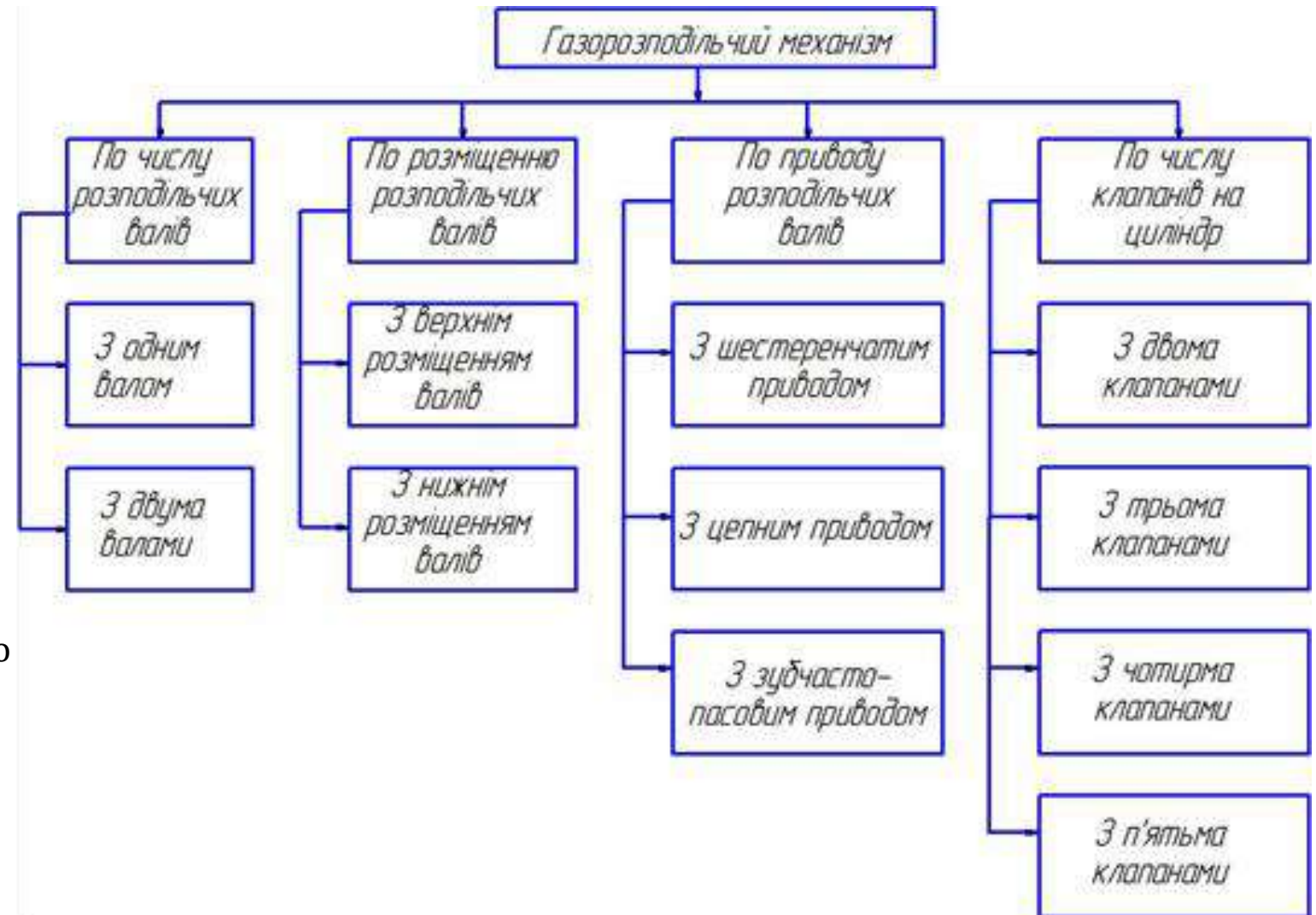
# ВСТУП. ТЕРМІНОЛОГІЯ. АНАЛІЗ

- Ефективне управління автомобільним транспортом значною мірою визначається рівнем організації транспортних процесів та здатністю транспортних засобів зберігати технічні характеристики, які є важливими для виконання різноманітних завдань.
- Під час експлуатації з часом з'являються зноси, корозія, а також пошкодження різних компонентів і втома матеріалів, що веде до погіршення функціональних властивостей автомобілів. Ці процеси можуть спричинити несправності, що істотно знижують ефективність роботи транспортного засобу. Щоб запобігти пошкодженням і здійснити своєчасний ремонт, **автомобілі періодично проходять обслуговування і ремонтні роботи.**
- **Технічне обслуговування** включає в себе низку заходів, спрямованих на підтримання автомобіля в робочому стані протягом всього часу використання, під час стоянки, зберігання чи перевезення. Цей процес є профілактичним і проводиться відповідно до чітко визначеного плану на регулярній основі.
- **Ремонт** включає в себе виконання робіт, що дозволяють відновити функціональність автомобіля та його окремих елементів, що забезпечує подальшу експлуатацію. Ремонтні роботи визначаються за потребою, яка стає ясною під час технічного обслуговування.
- Перед тим як провести обслуговування чи ремонт, здійснюється **діагностика** для **оцінки технічного стану автомобіля**. Ця діагностика необхідна для визначення поточних потреб автомобіля і прогнозування ймовірних поломок на основі аналізу вимірних параметрів і порівняння їх з нормативними лімітами. У процесі ремонту діагностика допомагає виявити несправності, обрати методи ремонту, визначити обсяг необхідних робіт та перевірити якість виконання робіт. Своєчасне технічне обслуговування і ремонт дозволяють забезпечити підтримку автомобілів у оптимальному технічному стані.



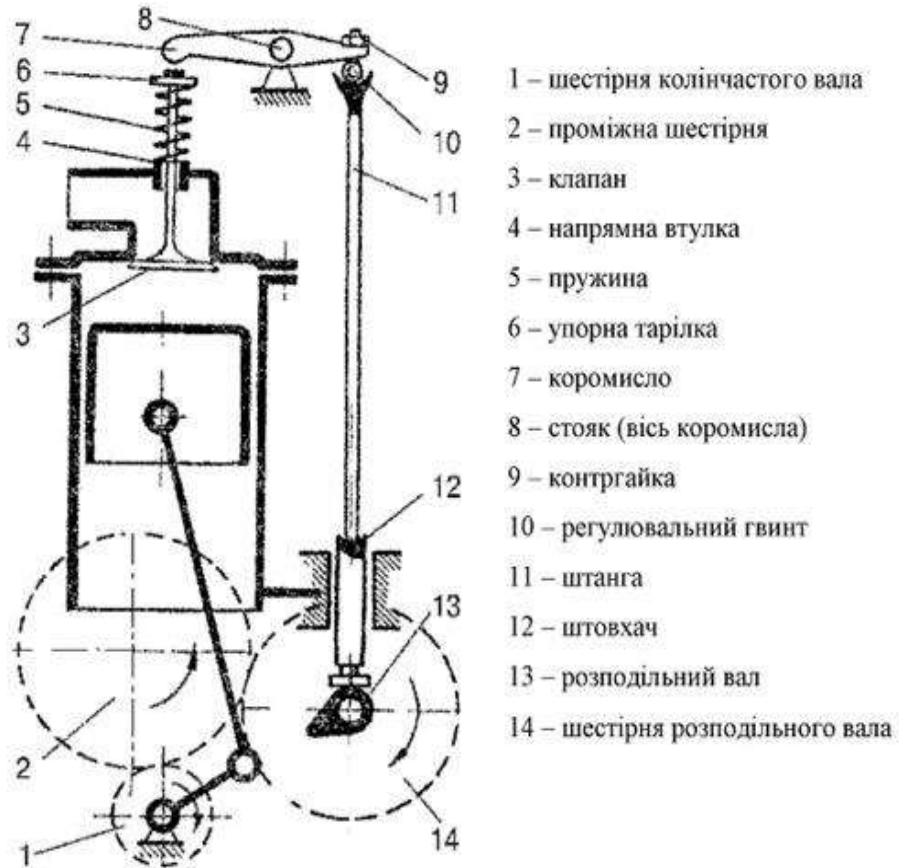
# ТИПИ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ

- Газорозподільний механізм автомобіля (ГРМ) виконує функції контролю за впуском паливної суміші або повітря у циліндри двигуна та за виведенням відпрацьованих газів. Залежно від конструкції двигуна, газорозподільні механізми можуть відрізнятися. Основні параметри, які впливають на їхній тип, включають розташування колінчастого вала, розподільного валу, а також впускних та випускних клапанів. Кількість розподільних валів може змінюватися в залежності від типу двигуна.



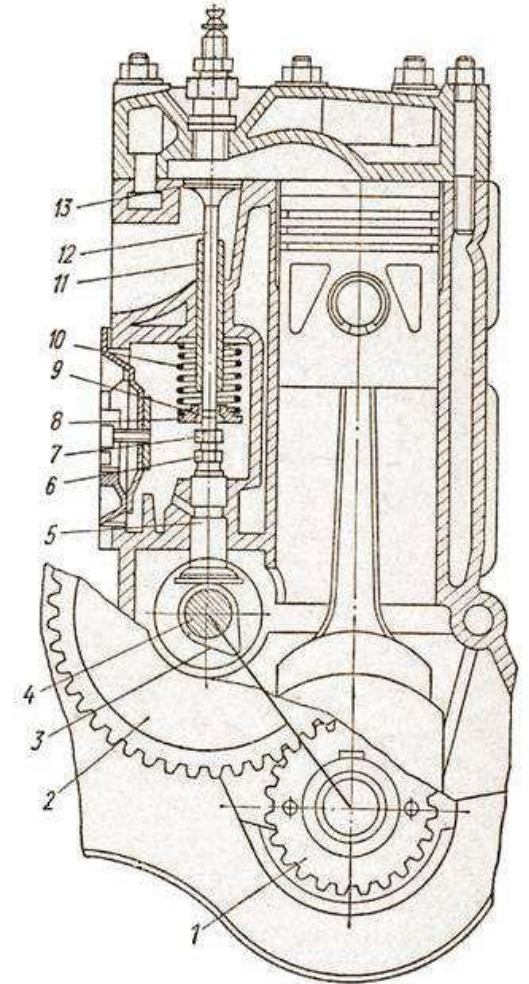
## Газорозподільний механізм з верхнім розташуванням клапанів

СХЕМА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ



## Газорозподільний механізм з нижнім розташуванням клапанів

- 1 – шестірня колінчастого вала
- 2 – шестірня розподільного вала
- 3 – кулачок
- 4 – розподільний вал
- 5 – штовхачі
- 6 – контргайка
- 7 – регулювальний болт
- 8 – опорна конічна шайба
- 9 – сухарики
- 10 – пружина
- 11 – направляюча клапана
- 12 – клапан
- 13 – сідло клапана



# ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

- Технічне обслуговування газорозподільного механізму (ГРМ) включає регулярні огляди зовнішніх компонентів, перевірку та налаштування клапанних зазорів, а також перевірку щільності клапанів до сідел. Якщо є порушення герметичності клапанів, їх конусні фаски притирають до сідел.
- Щоб перевірити герметичність сполучення «клапан-сідло», можна поставити зняту головку циліндра впускним або випускним вікном догори і залити в нього дизель. Нормально притертий клапан не повинен пропускати дизельне паливо протягом 30 секунд. Якість притирання перевіряється «на олівець»: м'яким графітовим олівцем на фасці знятого клапана наносять декілька рис, клапан встановлюють у сідло, натискають і повертають на чверть обороту, всі риси повинні бути стерті.
- Клапани до сідел притирають за допомогою ручного дреля з присосками та пасти ГОІ. Послідовність дій: знімають головку циліндра, очищають її від бруду, масла та нагару, розбирають клапанний пристрій, очищають клапани та їх сідла від нагару, наносять на фаску клапана тонкий шар пасти, змащують стрижень клапана моторним маслом, встановлюють клапанну пружину та клапан. Клапан повертають на 1/3 обороту, потім на 1/4 обороту у зворотному напрямку, періодично піднімаючи клапан і наносячи на фаску нові порції пасти, притираючи до тих пір, поки на фасках клапана та сідла не утвориться суцільний матовий поясок. Після притирання деталі промивають у дизельному паливі, обдувають повітрям, після чого збирають клапанний пристрій і перевіряють герметичність пари «клапан-сідло».
- При технічному обслуговуванні ГРМ клапани регулюють на холодному двигуні, відповідно до порядку роботи циліндрів. ВМТ шків встановлює поршень першого циліндра в положення кінця такту стиснення, клапани першого циліндра мають бути закриті. Для регулювання клапанів інших циліндрів колінчастий вал повертають на 180° (для полегшення повертання користуються декомпресійним механізмом).



# АНАЛІЗ ТА ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Клапан для автомобіля ГАЗ-АА виробляють зі сталі марки 40Х9С2 за стандартом ДСТУ 7806:2015. Він складається з головки, на якій виточені фаски для оптимального прилягання до сідла, що запобігає прориву газів, а також з стержня і торця.

Таблиця 4.1. Хімічний склад сталі марки 40Х9С2

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu
0,35 - 0,45	2-3	< 0,8	< 0,6	< 0,025	< 0,03	8-10	< 0,2	< 0,3

Розчинні аноди виробляють з маловуглецевої сталі марок 10 і 20 та обгортають чохлами зі скляної чи капронової тканини. Для електролітичного залізнення переважно використовують розчини хлористого заліза, нагріті до 60-80 °С. Залізнення є більш економічним порівняно з хромуванням. Також покриття виходять товщі (2-3 мм і більше), що критично при відновленні деталей з значним зношенням. Вихідні матеріали для електроліту залізнення (соляна кислота, сталева стружка, кухонна сіль) і аноди дешеві і доступні.

Матеріалом ванн є сталь і чавун. Найбільш стійким металом є залізо-кремні-молібденовий сплав МФ-15.

Стержень клапана виготовляється з дотриманням 7 класу точності та шорсткості поверхні  $Ra = 0,4$  мкм. Наявність тріщин на клапані неприпустима. Овальність та конусність стержня клапана не мають перевищувати 0,007 мм. Відхилення торця від перпенди-кулярності до осі стержня не повинно бути більшим за 0,03 мм. Радіальне биття робочої фаски не може перевищувати 0,03 мм.

Таблиця 4.2. Механічні властивості сталі 40Х9С2

Сталь	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	Термообробка
40Х9С2	740	440	15	36	Відпалювання 850-870°С, повітря



# ПОТЕНЦІЙНІ ДЕФЕКТИ, ЇХНІ ПРИЧИНИ ТА СПОСОБИ ВИРІШЕННЯ

Несправність	Причини	Усунення
<b>Недостатня розвиненість повної потужності двигуном</b>	невідповідні теплові зазори	коригування зазорів у приводі клапанів
	недостатнє прилягання впускних і випускних клапанів до сідел	заміна ушкоджених клапанів
		шліфування сідел
<b>Нестабільна робота двигуна або зупинка на холостих обертах</b>	порушення теплових зазорів	налаштування зазорів у приводі клапанів
	обгорання або деформація клапанів	заміна ушкоджених клапанів
<b>Збільшене споживання масла</b>	знос чи пошкодження ущільнень стрижнів клапанів	заміна ущільнень стрижнів клапанів
	значний знос клапанів	заміна клапанів
	інтенсивний знос направляючих втулок клапанів	заміна направляючих втулок, що зносилися
<b>Підвищений шум розподільчого вала</b>	знос кулачків і важелів розподільчого вала	замінити розподільчий вал і важелі
	знос опорних поверхонь підшипникових корпусів розподільчого вала	замінити підшипникові корпуси
<b>Низька компресія в циліндрах двигуна</b>	пошкодження робочих поверхонь клапанів внаслідок обгорання	замінити клапани
	недостатнє прилягання впускних та випускних клапанів до сідел	відшліфувати клапани і сідла для покращення прилягання



# ЕТАПИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАЛІЗНЕННЯ





## ЕЛЕКТРОЛІТИЧНЕ ЗАЛІЗНЕННЯ

### Склад електроліту і режими залізнення:

Хлористе залізо, г/л.....	500
Хлористий натрій, г/л.....	100-250
Соляна кислота, г/л.....	3-3,5
Щільність струму, А/дм <sup>2</sup> .....	10-20
Температура електроліту, °С.....	95-97
Товщина шару, мм.....	0,3
Твердість покриття, НВ.....	170-200



# ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ОБРОБКИ ТА ВІДНОВЛЕННЯ СТЕРЖНЯ КЛАПАНА

Послідовність операцій:

- 005 Очищувальна
  - 1. Очистити деталь від мастила та бруду
- 010 Мийна
  - 1. Мити деталь
- 015 Сушильна
  - 1. Сушити деталь
- 020 Контрольна
  - 1. Провести контроль параметрів деталі
- 025 Круглошліфувальна
- А. Встановити, закріпити, зняти
  - 1. Шліфувати начорно
- 030 Складальна
  - 1. Встановити деталь на підвіску
- 035 Знежирювальна
- А. Встановити, закріпити, зняти
  - 1. Знежирити деталь в розчині уайт-спіриту
- 040 Мийна
  - 1. Промити в холодній проточній воді
- 045 Травлення
- А. Встановити, закріпити, зняти
  - 1. Анодна обробка в розчині сірчаної кислоти
- 050 Мийна
  - 1. Промити в холодній воді
- 055 Відновлювальна
- А. Встановити, закріпити, зняти
  - 1. Відновити деталь залізненням
- 060 Мийна
- А. Встановити, закріпити, зняти
  - 1. Промити в гарячій воді при температурі 80...90°C
- 065 Нейтралізація
  - 1. Нейтралізувати в 10% розчині каустичної соди
- 070 Мийна
  - 1. Промити в гарячій воді
- 070 Контрольна
  - 1. Контролювати відновлену поверхню
- 075 Круглошліфувальна
- А. Встановити, закріпити, зняти
  - 1. Шліфувати начорно
  - 2. Шліфувати чисто
- 080 Контрольна
  - 1. Контролювати відновлену поверхню

