

**Міністерство освіти і науки України**  
**Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж**  
**Тернопільського національного технічного університету імені Івана**  
**Пулюя»**

---

Відділення транспорту та інженерної механіки

(повна назва відділення)

Циклова комісія автомобільного транспорту

(повна назва циклової комісії)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**до кваліфікаційної роботи бакалавра**

перший (бакалаврський)

(рівень вищої освіти)

на тему: Підвищення ефективності технологічного процесу діагностики і  
ремонту двигунів автомобілів сімейства Volkswagen

---

Виконав студент: III курсу, групи АТб-706

напряму підготовки (спеціальності)

**274 Автомобільний транспорт**

**Автомобільний транспорт**

(освітньо-професійна програма)

Подоляк В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дутка Я.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
імені ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення транспорту та інженерної механіки  
Циклова комісія автомобільного транспорту  
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)  
Кваліфікація: бакалавр з автомобільного транспорту  
Галузь знань: 27 Транспорт  
Спеціальність: 274 Автомобільний транспорт  
Освітньо-професійна програма: Автомобільний транспорт

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова циклової комісії  
автомобільного транспорту  
\_\_\_\_\_ Микола ВЕНГЕР  
«10» квітня 2026 року

**ЗАВДАННЯ № 8**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

**ГРУПА АТ6-706**

\_\_\_\_\_ Подоляка Віталія Івановича \_\_\_\_\_

1. Тема проекту: Підвищення ефективності технологічного процесу діагностики і ремонту двигунів автомобілів сімейства Volkswagen

Керівник проекту: інспектор з гарантійного обслуговування ТОВ «Кристал Моторс», Дутка Я.Д.

Затверджені наказом ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя» від 07.04.2026р. №4/9-186.

2. Строк подання студентом проекту: «22» червня 2026 року.

3. Вихідні дані до проекту: Технічні характеристики двигуна Volkswagen. Типові ознаки несправності і їх причини. Технологічний процес діагностики і ремонту двигунів. Розрахунок виробничої програми підприємства. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити): Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

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

1. План моторної дільниці (ф. А-1).

2. Технологічна карта на діагностику систем живлення двигуна (ф. А-1).

3. Технологічна карта на діагностику бензинових форсунок (ф. А-1).

4. Аналіз несправностей систем живлення бензинових двигунів (ф. А-1).

5. Схема технологічного процесу ремонту двигуна (ф. А-1).

6. Стенд для промивання бензинових форсунок (ВЗ) (ф. А-1).

## АНОТАЦІЯ

Подоляк В.І. Підвищення ефективності технологічного процесу діагностики і ремонту двигунів автомобілів сімейства Volkswagen: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 274 “Автомобільний транспорт”, Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. 69 с.

Метою даної кваліфікаційної роботи є покращення ефективності виконання технологічного процесу діагностики і ремонту двигунів автомобілів сімейства Volkswagen в умовах автосервісів України.

В першому розділі описано Характерні ознаки та причини несправностей двигуна автомобіля, а також досліджено сучасні діагностичні засоби і їх переваги на сучасній СТО. В другому розділі проводиться аналіз методики ремонту, вибір технологічних процесів, аналіз українського ринку. В третьому розділі проводиться вибір обладнання для полегшення проведення промивання форсунок бензинових двигунів. В четвертому розділі подано характеристику дільниці з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці, а також проведено розрахунок освітлення. За результатами роботи зроблено висновки та пропозиції.

Ключові слова: ремонт, відновлення, діагностика, дефекти, форсунка, заміна.

## ANNOTATION

Vitalii Podoliak. Improving the Efficiency of the Technological Process of Diagnostics and Repair of Engines of Volkswagen Vehicle Family: a Qualification Thesis for the Bachelor's Degree in Specialty 274 “Automobile Transport”. Ternopil: Professional College “Ternopil Applied Technologies National Technical University” (TFK TNTU), 2026. 67 p.

The purpose of this qualification thesis is to improve the efficiency of the technological process for diagnosing and repairing engines of Volkswagen family vehicles under the conditions of Ukrainian car service stations.

The first chapter describes characteristic signs and causes of vehicle engine malfunctions, and also examines modern diagnostic tools and their advantages at contemporary service stations. The second chapter analyzes repair methodologies, selects technological processes, and reviews the Ukrainian market. The third chapter focuses on the selection of equipment to facilitate the cleaning (flushing) of gasoline engine injectors. The fourth chapter presents the characteristics of the work area from the perspective of occupational safety and measures to improve working conditions, and also includes lighting calculations. Based on the results of the work, conclusions and recommendations are provided.

Keywords: repair, restoration, diagnostics, defects, injector, replacement.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	8
1.1 Характерні ознаки та причини несправностей двигуна автомобіля.....	8
1.2 Діагностика двигуна як інструмент ефективного обслуговування і ремонту.....	10
1.3 Сучасні діагностичні засоби і їх переваги.....	11
1.4 Визначення ефективності діагностичних пристроїв .....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	15
2.1 Технічні характеристики та особливості ДВЗ дизельних двигунів автомобілів Volkswagen.....	15
2.2 Система впорскування Common Rail .....	18
2.3 Важливі особливості ДВЗ.....	21
2.4 Система EGR двигуна ССНА.....	24
2.5 Рециркуляція відправцьованих газів.....	25
2.6 Особливості регенерації сажового фільтра автомобіля Volkswagen.....	27
2.7 Блок циліндрів .....	28
2.8 Розроблення технологічного процесу ремонту та обслуговування ДВЗ .....	31
2.9 Обслуговування дизельного двигуна .....	32
2.10 Вибір устаткування і пристосувань для основних операцій .....	35
2.11 Вибір технологічного процесу ремонту і обслуговування бензинового двигуна .....	37

					<i>КРБ. 706.08.00.00.000.ПЗ</i>					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Підвищення ефективності технологічного процесу діагностики і ремонту двигунів автомобілів сімейства Volkswagen			Літ.	Лист.	Листів
Розроб.	<i>Подоляк В.І</i>									
Перевір.	<i>Дутка Я.Д.</i>									
Рецензент										
Н. Контр.	<i>Залицький С.З</i>							ВСП «ТФК ТНТУ», зр. АТД-706		
Затверд.										

## 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека життєдіяльності			

7. Дата видачі завдання «10» квітня 2026р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Загально-технічний розділ	22.05.2026	
2.	Технологічний розділ	29.05.2026	
3.	Конструкторський розділ	05.06.2026	
4.	Охорона праці та безпека життєдіяльності	10.06.2026	
5.	Розробка графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра	17.06.2026	
6.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	22.06.2026	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Віталій ПОДОЛЯК  
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Яків ДУТКА  
(ім'я та прізвище)

2.12 Розрахунок операцій технологічного процесу .....	38
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	51
3.1 Вибір стенду для капітального ремонту дизельного ДВЗ.....	51
3.2 Діагностування витоків системи впуску.....	53
3.3 Вибір стенду для промивання форсунок .....	54
4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	57
4.1 Охорона праці і навколишнього середовища.....	57
4.2 Основні правила техніки безпеки і санітарно-гігієнічні вимоги.....	57
4.3 Забезпечення протипожежного стану дільниці .....	62
4.4 Розрахунок природного освітлення .....	64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	68

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ВСТУП

Діагностика технічного стану автомашин є основним елементом технічного сервісу, і дозволяє завчасно виявити несправності агрегатів і систем, дає можливість визначити залишковий ресурс та планувати ремонтні роботи [10].

Однією з найбільших проблем сучасного транспортного підприємства є швидкий та високоякісний пошук несправностей в автомобілів. Під час експлуатації автомобіля можуть появлятися приховані несправності, які зовсім нічим себе не видають, але вони можуть породити серйозні поломки, а, отже, й до дорогого ремонту. [3]

Крім того, превентивна діагностика дозволяє підприємству економити значні кошти за рахунок визначення несправностей і їх своєчасного усунення, що знижає час простою транспорту у ремонтній дільниці, а, отже, дозволяє зменшити видатки на оплату праці та отримати мінімальну вартість ремонту. [10]

На СТО для діагностики сучасних зразків автомашин широко застосовується обладнання яке випускається такими ключовими фірмами у галузі діагностики як «BOSCH», «Trisco», «Launch». Таке обладнання дає змогу у повному обсязі охарактеризувати технічний стан електронних систем керування бензиновими двигунами. [7]

За останні десятиліття суттєво вдосконалилася конструкція всіх систем автомобіля, модернізувалась і збільшилась кількість електрообладнання. Такі додаткові елементи керують системою впорскування палива, системою запалювання, системою електронного керування педалью газу, а також підвищення комфорту та безпеки руху, а також здійснюють безперервний контроль за працездатністю різних систем, вузлів і агрегатів автомобіля. [5]

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характерні ознаки та причини несправностей двигуна автомобіля

Несправності двигуна внутрішнього згорання зазвичай не виникають раптово без попередніх сигналів. У більшості випадків водій може помітити певні зміни в роботі силового агрегату, які свідчать про наявність технічних проблем. Розгляд основних ознак дозволяє своєчасно виявити причину несправності та запобігти серйозним поломкам.

Однією з найпоширеніших ознак є ситуація, коли під час запуску двигуна стартер не здатний прокрутити колінчастий вал або робить це дуже повільно. Така поведінка, як правило, пов'язана з недостатнім рівнем заряду акумуляторної батареї, що не забезпечує необхідної пускової потужності. Крім того, причиною можуть бути погані або забруднені контакти на клеммах акумулятора, які погіршують передачу струму. Не виключаються й несправності самого стартера, наприклад, зношення його внутрішніх механізмів або пошкодження електричних компонентів.

Інша типова ситуація — коли колінчастий вал обертається, але двигун не запускається. У цьому випадку варто звернути увагу на систему подачі палива: можливе її порушення або повна відсутність подачі. Також проблема може бути пов'язана з електричною частиною системи керування двигуном, де будь-який дефект у проводці або датчиках призводить до відмови запуску. Додатковими чинниками можуть бути пошкоджені або негерметичні паливні шланги, потрапляння повітря в систему або підсмоктування повітря у впускному колекторі, що порушує правильне формування паливно-повітряної суміші.

Нестабільна робота двигуна на холостому ході також є важливим сигналом. Вона може проявлятися у вигляді різких коливань обертів або самовільного зупинення двигуна. Подібні явища часто викликані негерметичністю системи вентиляції картера чи впускного тракту, що призводить до неконтрольованого

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

надходження повітря. Крім того, причиною може бути збіднена паливна суміш або некоректно відрегульовані клапанні зазори.

Якщо автомобіль втрачає динаміку розгону або працює нестійко під навантаженням, це свідчить про погіршення процесів згоряння. У таких випадках слід перевірити правильність приготування паливної суміші та стан повітряного фільтра, який при забрудненні обмежує надходження повітря. Для двигунів із турбонаддувом характерною причиною може бути некоректна робота турбокомпресора.

Підвищена витрата моторної оливи також є важливою ознакою технічного зносу. Найчастіше вона пов'язана зі зношенням поршневих кілець або поверхонь циліндрів, у результаті чого олива потрапляє в камеру згоряння. Додатково проблема може виникати через зношення маслосіймних ковпачків клапанів або ущільнень турбокомпресора.

Поява сторонніх шумів під час роботи двигуна завжди потребує уваги. Звуки можуть свідчити про порушення теплових зазорів у клапанному механізмі або значний механічний знос деталей двигуна. Якщо ж під час розгону виникають характерні стуки, це може бути наслідком використання низькоякісного палива, перегріву двигуна чи утворення нагару в камерах згоряння. У більш складних випадках це також вказує на серйозний знос внутрішніх елементів.

Окрему увагу слід звертати на колір відпрацьованих газів. Зміна їхнього кольору, зокрема поява чорного або синюватого диму, свідчить про порушення процесу згоряння. Чорний дим зазвичай є ознакою надмірного збагачення паливної суміші, тоді як синюватий вказує на потрапляння моторної оливи в камеру згоряння через зношення деталей двигуна або газорозподільного механізму.

Таким чином, уважне спостереження за роботою двигуна дозволяє своєчасно виявити несправності та уникнути значних витрат на ремонт у майбутньому.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Діагностика двигуна як інструмент ефективного обслуговування і ремонту

Діагностика двигуна є невід'ємною складовою сучасного технічного обслуговування автомобілів, оскільки саме вона дозволяє своєчасно виявляти відхилення у роботі силового агрегату та запобігати розвитку серйозних несправностей. Завдяки застосуванню діагностичних методів можна не лише встановити факт поломки, а й визначити її причини, що значно підвищує ефективність ремонтних робіт.

У процесі експлуатації двигун піддається різним навантаженням, що призводить до поступового зношення його деталей і систем. Без належного контролю ці процеси можуть залишатися непоміченими до моменту виникнення критичних відмов. Саме тому регулярна діагностика допомагає оцінити технічний стан двигуна, виявити приховані дефекти та спрогнозувати подальшу працездатність агрегату.

Сучасні методи діагностики базуються як на традиційних механічних перевірках, так і на використанні електронних засобів контролю. До них належать вимірювання компресії в циліндрах, перевірка герметичності систем, аналіз складу відпрацьованих газів, а також комп'ютерна діагностика, яка дозволяє зчитувати коди помилок та дані з електронного блока керування двигуном. Поєднання цих підходів забезпечує комплексну оцінку роботи всіх систем двигуна.

Особливу роль діагностика відіграє у процесі технічного обслуговування. Вона дозволяє своєчасно проводити регулювання, заміну витратних матеріалів та дрібний ремонт, що запобігає дорогим відновлювальним роботам у майбутньому. Крім того, правильна діагностика скорочує час пошуку несправностей, підвищує якість ремонту та зменшує ймовірність повторних поломок.

Важливою перевагою діагностичних процедур є їх економічна доцільність. Виявлення проблем на ранній стадії дозволяє уникнути значних витрат,

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

пов'язаних із капітальним ремонтом або заміною двигуна. Також це сприяє зниженню витрати палива та мастильних матеріалів, що позитивно впливає на загальну ефективність експлуатації автомобіля.

Отже, діагностика двигуна виступає ключовим інструментом, який забезпечує надійну та безпечну роботу автомобіля. Її регулярне проведення дозволяє підтримувати оптимальний технічний стан двигуна, підвищувати його ресурс і забезпечувати ефективність як обслуговування, так і ремонту.

### 1.3 Сучасні діагностичні засоби і їх переваги

Сучасний розвиток автомобільної техніки зумовив появу широкого спектра ефективних діагностичних засобів, які дозволяють із високою точністю оцінювати технічний стан двигуна та його систем. Найбільш результативними вважаються ті рішення, що поєднують швидкість отримання даних, точність вимірювань і можливість комплексного аналізу.

Одним із ключових інструментів є комп'ютерні діагностичні сканери. Вони підключаються до електронного блока керування двигуном і дозволяють зчитувати коди помилок, аналізувати параметри роботи в реальному часі та відслідковувати відхилення у функціонуванні систем. Такі пристрої значно скорочують час пошуку несправностей і забезпечують доступ до великого обсягу інформації без розбирання двигуна.

Важливе місце займають мотор-тестери, які дозволяють оцінювати роботу систем запалювання, упорскування палива та механічний стан двигуна за допомогою аналізу електричних сигналів. Вони дають змогу виявити несправності навіть на ранніх стадіях, коли явні симптоми ще відсутні.

Не менш ефективними є компресометри та прилади для перевірки герметичності циліндрів (Leak-down тестери). Вони застосовуються для оцінки стану циліндро-поршневої групи, клапанного механізму та ущільнень. Такі вимірювання дозволяють точно визначити ступінь зношення деталей двигуна.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Серед сучасних технологій особливу увагу привертають ендоскопи (відеоскопи), які дають можливість оглянути внутрішні поверхні двигуна без його розбирання. За їх допомогою можна виявити нагар, задирки, тріщини та інші дефекти, що значно спрощує процес діагностики.

Також широко використовуються газоаналізатори, які визначають склад відпрацьованих газів. На основі отриманих даних можна оцінити ефективність згоряння паливної суміші, стан системи живлення та запалювання, а також виявити перевитрату палива або наявність несправностей у двигуні.

Останнім часом набувають популярності термографічні пристрої (тепловізори), що дозволяють виявляти перегрів окремих вузлів і нерівномірність температурного режиму. Це допомагає знаходити приховані дефекти, пов'язані з порушенням роботи систем охолодження чи тертя деталей.

Найефективнішими є ті діагностичні засоби, які забезпечують комплексний підхід: поєднання електронного аналізу, механічних вимірювань і візуального контролю. Використання таких інструментів дозволяє підвищити точність діагностики, скоротити час ремонту та забезпечити надійну роботу двигуна в подальшій експлуатації.

#### **1.4 Визначення ефективності діагностичних пристроїв**

Ефективність діагностичних пристроїв для двигуна значною мірою залежить від типу несправності, яку необхідно виявити, а також від глибини аналізу, яку потрібно отримати. Кожен із сучасних інструментів має свої переваги та обмеження, тому їх доцільно розглядати у порівнянні.

Найбільш універсальними вважаються комп'ютерні діагностичні сканери. Їх головною перевагою є швидкий доступ до даних електронного блока керування, що дозволяє оперативно виявляти помилки та аналізувати параметри роботи двигуна в реальному часі. Вони особливо ефективні для сучасних автомобілів із великою кількістю електронних систем. Водночас їх можливості

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

обмежені електронною частиною: механічні дефекти, такі як знос циліндрів чи клапанів, вони можуть визначати лише опосередковано.

Мотор-тестери забезпечують більш глибокий аналіз, оскільки дозволяють оцінювати як електричні процеси, так і частково механічний стан двигуна за сигналами датчиків. У порівнянні зі сканерами вони дають ширшу картину роботи систем, однак потребують більшої кваліфікації оператора та більше часу для обробки результатів.

Якщо порівнювати з ними, компресометри та leak-down тестери є значно точнішими у визначенні стану циліндро-поршневої групи. Вони дозволяють безпосередньо вимірювати втрати тиску та визначати місця розгерметизації. Їх ефективність у діагностиці механічних несправностей дуже висока, проте ці прилади не дають інформації про електронні системи або паливну апаратуру.

Іншим важливим інструментом є ендоскопи, які забезпечують візуальний контроль внутрішніх поверхонь двигуна. У порівнянні з іншими засобами вони мають перевагу безпосереднього огляду деталей без розбирання. Це дозволяє швидко виявляти нагар, тріщини чи механічні пошкодження. Однак ендоскоп не дає кількісних показників, тому його ефективність зростає лише в поєднанні з іншими приладами.

Газоаналізатори є незамінними під час оцінки процесу згоряння. Вони дозволяють визначити якість паливної суміші та ефективність роботи двигуна за складом вихлопних газів. У порівнянні з механічними приладами вони краще виявляють проблеми у системах живлення та запалювання, але не показують стан окремих деталей.

Окремо варто виділити тепловізори, які стають дедалі популярнішими. Вони ефективно виявляють перегрів, нерівномірність температурних полів та приховані дефекти. У порівнянні з іншими методами це один із найшвидших способів локалізації проблемних зон, хоча він не дає повної інформації про причину несправності.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Узагальнюючи, можна зазначити, що жоден із діагностичних пристроїв не є абсолютно універсальним. Найвищу ефективність забезпечує їх комплексне використання: сканери швидко виявляють електронні відхилення, компресійні прилади уточнюють механічний стан, ендоскопи підтверджують візуальні дефекти, а газоаналіз і тепловізія доповнюють загальну картину. Саме поєднання різних методів дозволяє отримати найбільш точні результати та забезпечити якісне обслуговування і ремонт двигуна.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технічні характеристики та особливості ДВЗ дизельних двигунів автомобілів Volkswagen

Дизельні двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ), що використовуються автомобільною групою Volkswagen, характеризуються високим рівнем ефективності, надійності та технологічності. Вони широко застосовуються як у легкових автомобілях, так і в комерційному транспорті завдяки оптимальному поєднанню економічності та потужності.

#### Загальні технічні характеристики

Дизельні двигуни Volkswagen належать до чотиритактних двигунів з безпосереднім впорскуванням палива.

Основними технічними параметрами є:

**Робочий об'єм:** від 1,2 до 3,0 літрів (залежно від моделі)

**Кількість циліндрів:** 3, 4, 5 або 6 (рядне або V-подібне розташування)

**Потужність:** від приблизно 75 до понад 300 к.с.

**Крутний момент:** високий на низьких обертах (від 200 до 650 Н·м)

**Тип палива:** дизельне паливо стандарту EN 590

**Система охолодження:** рідинна, замкнутого типу

**Екологічні стандарти:** відповідність нормам Euro 5, Euro 6 та новішим

Однією з ключових особливостей дизельних двигунів Volkswagen є використання сучасних систем упорскування:

**Common Rail (CR):** електронно керована система високого тиску (до 2500 бар), що забезпечує точне дозування палива та покращене згорання.

**Pumpe-Düse (PD)** (у старіших моделях): індивідуальні насос-форсунки для кожного циліндра, які забезпечують надзвичайно високий тиск упорскування.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Ці технології сприяють зменшенню витрати палива, зниженню шуму та підвищенню екологічності.

Практично всі дизельні двигуни Volkswagen оснащені турбонаддувом:

- **турбокомпресор із змінною геометрією (VGT):** дозволяє ефективно працювати в широкому діапазоні обертів;
- **інтеркулер:** знижує температуру стисненого повітря, підвищуючи щільність і ефективність згоряння.

Це дозволяє досягати високого крутного моменту навіть при низьких обертах двигуна.

Для зменшення викидів оксидів азоту дизельні двигуни оснащуються системою EGR, яка повертає частину вихлопних газів назад у впускний колектор, знижуючи температуру згоряння.

Volkswagen застосовує сучасні екологічні технології:

**DPF** (фільтр твердих частинок): затримує сажу та періодично самоочищається (регенерація).

**SCR** (селективна каталітична нейтралізація): використовує рідину AdBlue для зменшення оксидів азоту.

Окиснювальні каталізатори: знижують рівень CO і HC.

Дизельні двигуни Volkswagen мають низку конструктивних рішень, що підвищують їх ресурс і ефективність:

- алюмінієві або чавунні блоки циліндрів із високою міцністю;
- 16- або 24-клапанні головки блоку циліндрів;
- ланцюговий або ремінний привід ГРМ;
- балансирні вали для зменшення вібрацій;
- система Start-Stop для економії палива.

Дизельні двигуни Volkswagen відомі своєю економічністю:

**Середня витрата палива:** 4–7 л/100 км (для легкових моделей)

**Високий моторесурс:** часто перевищує 300–400 тис. км при належному обслуговуванні

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

**Стійкість до навантажень:** завдяки високому коефіцієнту стиснення (16:1–20:1)

Сучасні дизельні двигуни Volkswagen проходять постійну модернізацію:

- інтеграція м'яких гібридних технологій (MHEV);
- вдосконалення електронних систем управління двигуном;
- зменшення ваги та зниження внутрішніх втрат.

Дизельні двигуни Volkswagen поєднують передові технології, високу ефективність і екологічність. Завдяки застосуванню сучасних систем упорскування, турбонаддуву та очищення вихлопних газів вони залишаються конкурентоспроможними на ринку та відповідають сучасним вимогам щодо економії палива і захисту навколишнього середовища.

Таблиця 2.1 – Характеристики двигуна 2.0 TDI AT Comfortline [17]

<b>Двигун</b>
Двигун: <b>2.0 TDI</b>
Код двигуна: <b>СВАВ/СFFB/СRVC</b>
Тип двигуна: <b>ДВЗ</b>
Вид палива: <b>Дизель</b>
Об'єм двигуна, куб.см: <b>1968</b>
Розташування циліндрів: <b>Рядне</b>
Кількість циліндрів: <b>4</b>
Кількість клапанів: <b>16</b>
Турбонагнітач: <b>Із змінною геометрією</b>
Степінь стиснення: <b>16,2:1</b>
Потужність, к.с.: <b>140</b>
Оберти макс. потужності, об./хв.: <b>4200</b>
Крутний момент, Нм: <b>320</b>
Оберти макс. моменту, об./хв.: <b>1750-2500</b>

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Автомобілі можуть оснащуватися дизельним двигуном робочим об'ємом 2,0 л, який розвиває потужність 140 к.с. Максимальний крутний момент у 340 Н·м досягається вже при 1750 об/хв, що забезпечує хорошу тягу на низьких обертах. Пікове значення потужності становить 103 кВт і досягається при 3500 об/хв (див. рис. 2.1).

Двигун з індексом ССНА відрізняється наявністю блоку балансирних валів, який сприяє зниженню вібрацій та покращенню плавності роботи.

Сімейство дизельних двигунів TDI концерну Volkswagen AG використовує сучасну систему впорскування палива Common Rail, яка на сьогодні вважається однією з найефективніших для дизельних силових установок, забезпечуючи оптимальне поєднання економічності, потужності та екологічності.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд двигуна Volkswagen

## 2.2 Система впорскування Common Rail

Система Common Rail забезпечує високоточне дозування палива та його економне використання, що дає їй суттєві переваги порівняно з традиційними методами впорскування:

- зниження витрати пального;
- у двигуні ССНА застосовуються п'єзоелектричні форсунки, які забезпечують швидке та точне впорскування;

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- підвищення потужності силового агрегату;
- скорочення рівня шкідливих викидів у відпрацьованих газах.

Рекомендації з експлуатації системи Common Rail:

- використовувати дизельне паливо високої якості;
- уникати пального з підвищеним вмістом сірки;
- своєчасно замінювати паливний фільтр;
- регулярно виконувати технічне обслуговування автомобіля.

У системах Common Rail процес створення високого тиску та безпосереднього впорскування палива розділено між різними елементами конструкції. Основним вузлом є паливний насос високого тиску, який приводиться в дію від розподільчого валу та створює необхідний тиск у системі — до 1800 бар.

Паливна рампа виконує функцію накопичувача тиску, забезпечуючи стабільне подання пального до форсунок. Надлишок палива через редуційний клапан повертається до паливного фільтра, обладнаного системою попереднього підігріву.

Основні переваги такої системи:

- можливість плавного регулювання тиску впорскування залежно від режиму роботи двигуна;
- високий рівень тиску (до 1800 бар), що сприяє якісному утворенню паливно-повітряної суміші;
- застосування попередніх і додаткових фаз упорскування, що дозволяє гнучко керувати процесом згорання палива в циліндрах.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

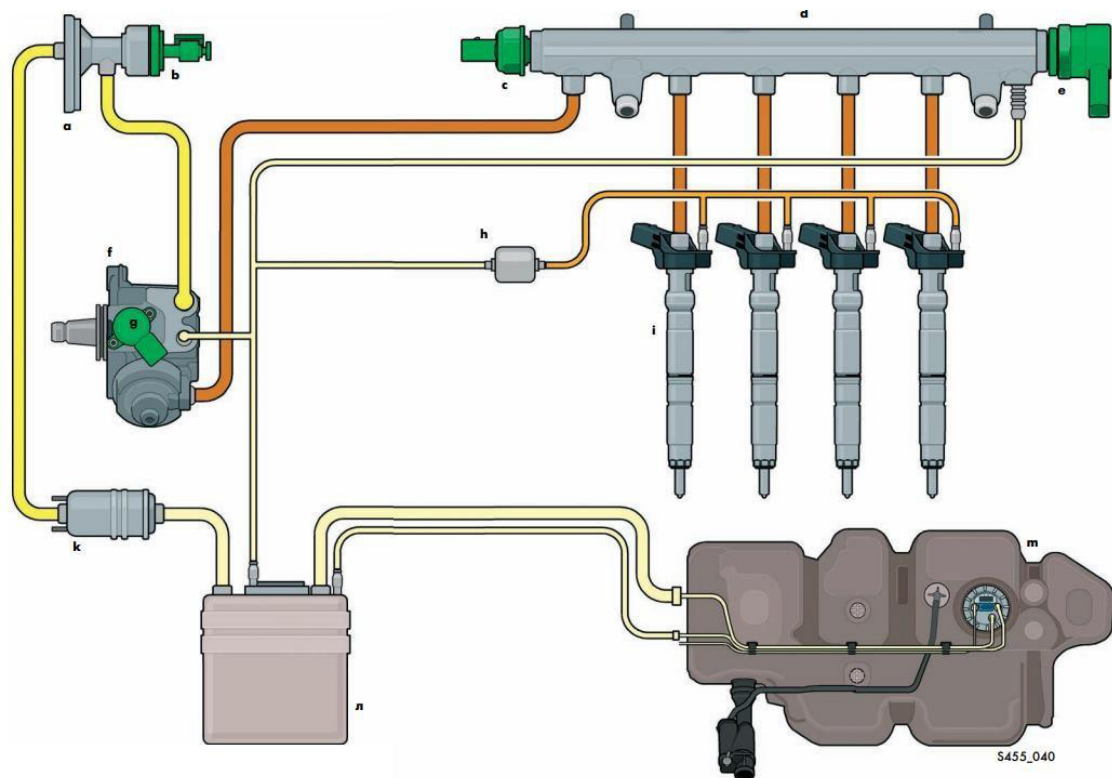


Рисунок 2.2 – Система впорскування Common Rail

**a** - сітчастий фільтр; **b** - датчик температури палива G81; **c** - датчик тиску палива G247; **d** - паливна рампа (Акумулятор тиску); **e** - регулятор тиску палива N276; **f** - паливний насос високого тиску; **g** - клапан дозування палива N290; **h** - редукційний клапан; **i** - форсунки N30 - N33; **k** - додатковий паливний насос V393; **l** - паливний фільтр із клапаном попереднього підігріву; **m** - підкачуючий паливний насос G6 у паливному баку.

Необхідно визнати, що VAG тривалий час вкладався у вдосконалення своїх насос-форсунок, і лише необхідність дотримання вимог Євро-5 змусила компанію відмовитися від Pumpe Duse, яка не забезпечує необхідної екологічності. Вибір був зроблений на користь Common Rail, яка вперше з'явилася в 2007 році на дизелі 2.0 TDI для VW Passat в кузові B6 [7].

В його основі лежить чавунний блок від попередньої версії двигуна, але ГБЦ зазнала кардинальної переробки, з'явилися п'єзофорсунки, а подачу палива забезпечує паливний насос високого тиску Bosch CP4.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

## 2.3 Важливі особливості ДВЗ

Крім масляного радіатора та масляного фільтра до складу нового модуля масляного радіатора входять також радіатор системи рециркуляції відпрацьованих газів та клапан системи рециркуляції відпрацьованих газів.



Рисунок 2.3 - Новий модуль масляного радіатора із вбудованим радіатором системи рециркуляції відпрацьованих газів.

Новий термостат з кульовим клапаном, що конструктивно являє собою 4/2 ходовий клапан, дозволяє підвищити витрату охолоджуючої рідини.



Рисунок 2.4 - Новий термостат із кульовим клапаном

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Двигун об'ємом 2,0 л (TDI) потужністю 132 кВт обладнаний двома турбокомпресорами — низького та високого тиску, які разом утворюють єдиний бітурбінний модуль. Це рішення забезпечує стабільний і необхідний рівень наддуву в усьому робочому діапазоні двигуна. Контроль тиску наддуву здійснюється за допомогою заслінок у двох перепускних каналах відпрацьованих газів у турбінній частині, а також одного перепускного каналу в компресорній частині.



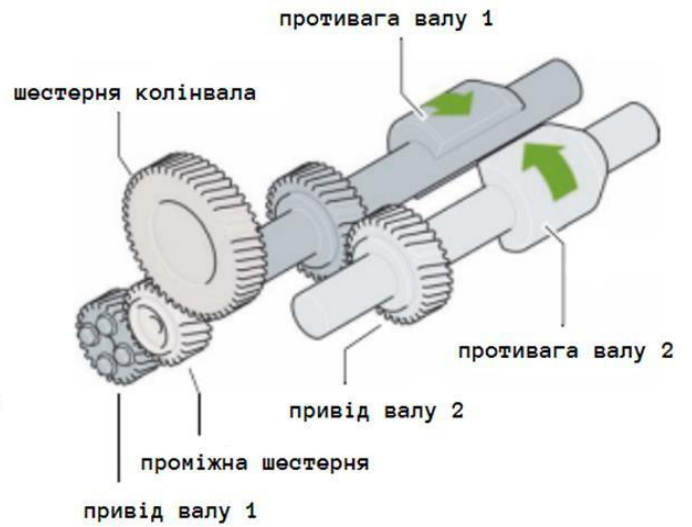
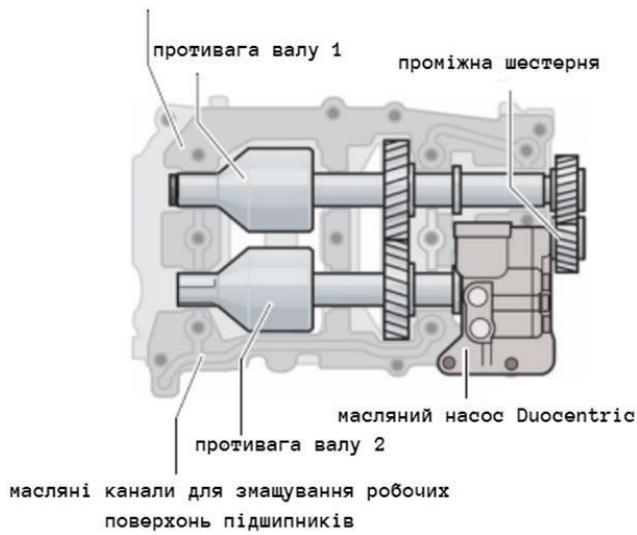
Рисунок 2.5 - Новий модуль подвійного турбонаддуву.

#### **Блок балансирних валів**

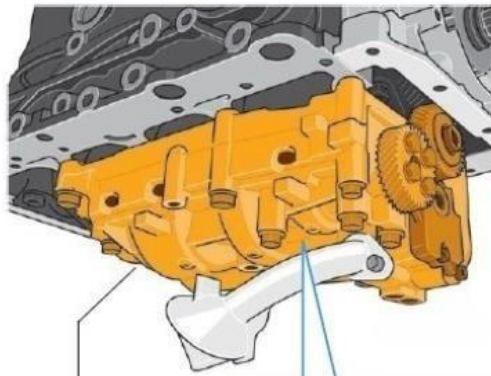
Блок балансирних валів є інерційним гасителем коливань. Він нейтралізує вібрації, що виникають у силовому агрегаті, у всьому діапазоні оборотів і сприяє суттєвому покращенню рівно- мірності роботи двигуна. Тим самим підвищується комфорт водія та пасажирів.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

корпус модуля балансірних валів



### Блок балансірних валів



У двигуні потужністю 103кВт ССНА, а також у двигуні 2,0л з двома турбонагнітачами, встановлюється блок балансірних валів. В цьому у разі масляний насос, також типу Duocentric, вбудовується у корпус блоку балансірних валів.

Блок балансірних валів на нижній частині блоки циліндрів, масляний піддон знятий.



Рисунок 2.6 - Блок балансірних валів

Блок балансірних валів складається з корпусу, виконаного з двох частин (обидві відлиті з сірого чавуну), двох балансірних валів, косозубої зубчастої передачі та вбудованого масляного насоса типу Duocentric.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ

Арк.

23

Привід балансирних валів і масляного насоса здійснюється через косозубу проміжну шестерню на один з балансирних валів. Проміжна шестерня знаходиться в зачепленні з шестернею колінвала.

Передатне відношення зубчастої передачі вибрано таким, що балансирні вали обертаються вдвічі швидше за колінвал.

Обидва балансирні вали з'єднані між собою зубчастою парою в центральній частині корпусу. Противаги на обох валах розташовуються дзеркально один до одного, при цьому вали обертаються назустріч один одному. Тим самим коливання, що виникають при обертанні балансирних валів, накладаються на коливання, викликані рухом поршнів і обертанням коленвала, майже повністю погашаючи одне одного.

Загалом німецьким інженерам вдалося створити досить надійний і довговічний двигун, що істотно перевершує своїх попередників із насос-форсунками. Фактично збереглась лише одна проблема, але дуже неприємна. Якщо регулярно міняти масло (через 10 тисяч кілометрів) і стежити за якістю охолодження, двигун 2.0 TDI здатний прослужити до 250 тисяч кілометрів без серйозних несправностей. У більшості випадків передбачено наявність сажевого фільтра, а двомасові маховики, що встановлюються на мотори в парі з «механікою», спричиняють додаткові турботи.

## 2.4 Система EGR двигуна ССНА

Система EGR (Exhaust Gas Recirculation) призначена для часткового повернення відпрацьованих газів у двигун з метою зниження викидів оксидів азоту (NOx) у дизельних моторах.

Сучасний автомобіль є складною системою вузлів і механізмів, роботу яких координує електронний блок керування (ЕБУ). Саме він контролює відкривання і закривання клапана EGR. Основне завдання цієї системи полягає в тому, щоб спрямовувати частину вихлопних газів назад до впускного колектора. Це зменшує

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

вміст кисню в паливно-повітряній суміші, що, у свою чергу, знижує температуру згоряння палива.

Повітря, яке потрапляє до двигуна, складається переважно з азоту та кисню. За високих температур ці компоненти вступають у хімічну реакцію, утворюючи оксиди азоту — шкідливі речовини, що виникають у циліндрах під час роботи двигуна. Після згоряння вони виводяться через вихлопну систему в атмосферу. Якщо ж зменшити температуру згоряння, утворення NOx істотно скорочується, що робить автомобіль екологічнішим.

На сучасних дизельних автомобілях елементи системи EGR можуть розміщуватися після сажового фільтра. Також у конструкції передбачено теплообмінник, який додатково охолоджує відпрацьовані гази перед їх повторним подаванням у двигун. Керування потоком цих газів здійснюється електронікою на основі даних, зокрема, про температуру охолоджувальної рідини, а в деяких випадках — і з інших датчиків.

## 2.5 Рециркуляція відправцьованих газів

Для зниження рівня викидів оксидів азоту (NOx) дизельні двигуни об'ємом 2,0 л TDI оснащуються системою рециркуляції відпрацьованих газів. Повернення частини вихлопних газів у камеру згоряння сприяє зниженню температури згоряння паливно-повітряної суміші, що, у свою чергу, обмежує утворення NOx.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

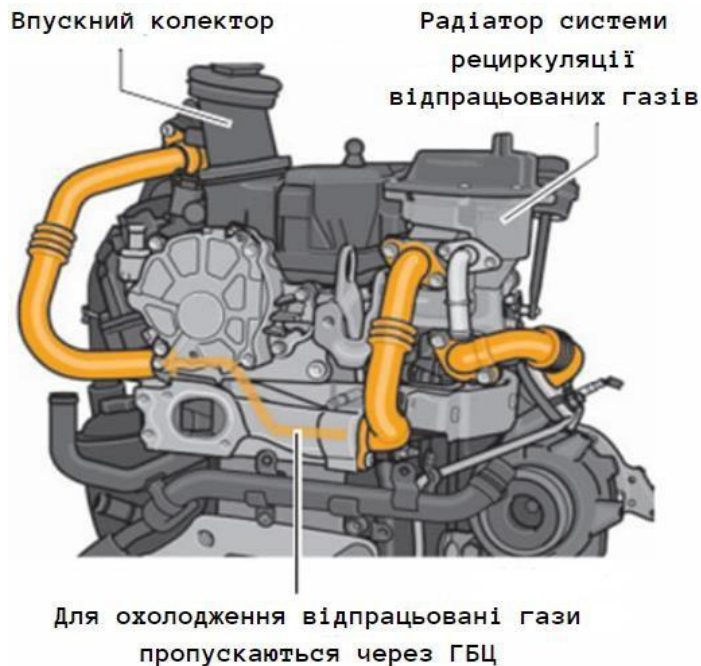


Рисунок 2.7 – Система рециркуляції відпрацьованих газів

Особливістю даної системи є прокладання каналу рециркуляції безпосередньо в головці блоку циліндрів. Така конструкція дозволяє відмовитися від додаткових трубопроводів і водночас забезпечує додаткове охолодження відпрацьованих газів під час їх проходження через ГБЦ, що підвищує ефективність процесу рециркуляції.

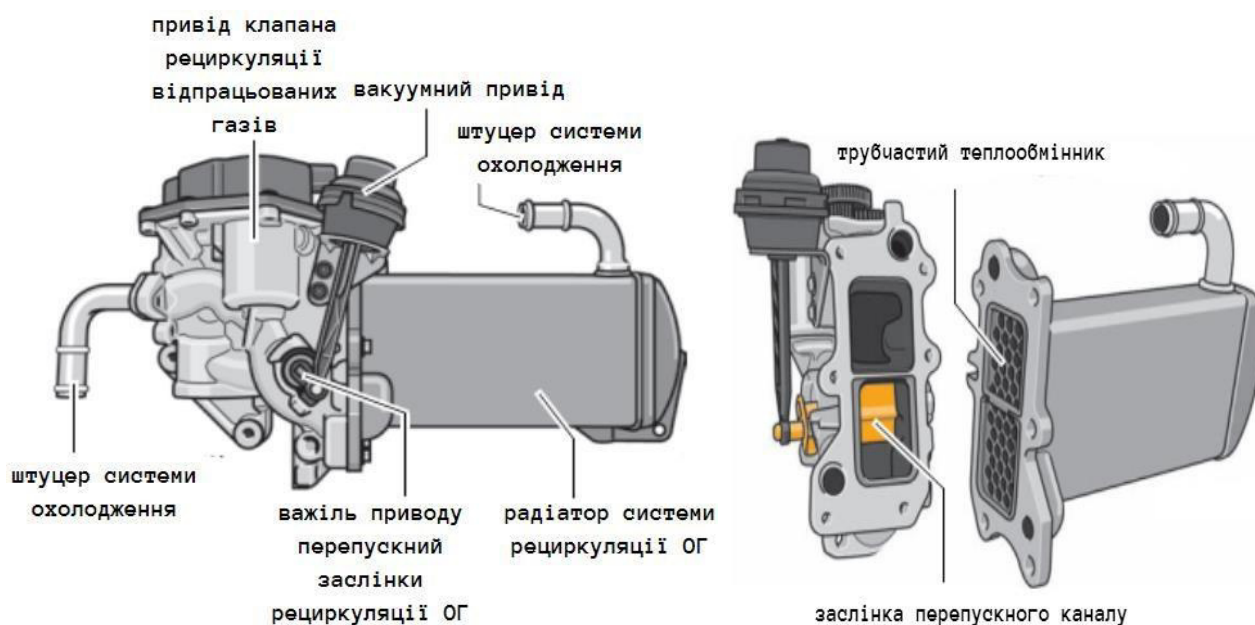


Рисунок 2.8 - Радіатор системи рециркуляції

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ

Арк.

26

У конструкції застосовується охолоджувач відпрацьованих газів, інтегрований в один вузол із клапаном EGR, який має електричний привід. Основне призначення радіатора — зниження температури рециркульованих газів, що сприяє подальшому зменшенню температури згоряння. Крім того, охолоджені гази мають більшу густину, завдяки чому їх можна подати в циліндри у більшому об'ємі.

Конструктивно охолоджувач виконаний у вигляді трубчастого теплообмінника. Для регулювання потоку передбачена перепускна заслінка з вакуумним приводом, яка дозволяє, за потреби, обминати радіатор і подавати відпрацьовані гази у впускний тракт без попереднього охолодження.

## 2.6 Особливості регенерації сажового фільтра автомобіля Volkswagen

Дизельні сажові фільтри застосовуються в транспортних засобах із дизельними двигунами для уловлювання твердих частинок (сажі), які утворюються внаслідок неповного згоряння палива. У процесі експлуатації фільтр накопичує відкладення, які необхідно періодично видаляти.

Очищення може виконуватися різними способами, зокрема із застосуванням спеціальних хімічних засобів. Однак найпоширенішим методом є термічне спалювання сажі — регенерація. Під час цього процесу фільтр нагрівається до високої температури, внаслідок чого частинки сажі окиснюються та перетворюються на менш шкідливий вуглекислий газ.

Для ефективного очищення використовують різні режими регенерації — пасивний та активний, вибір яких залежить від конструкції автомобіля і самого фільтра. У автомобілях Volkswagen застосовується активна регенерація.

Активна регенерація передбачає участь електронного блоку керування двигуном (ЕБУ), який цілеспрямовано ініціює процес очищення. У ході регенерації температура відпрацьованих газів примусово підвищується приблизно до 600–650 °С, що забезпечує ефективне вигорання сажі.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Запуск примусової регенерації відбувається автоматично за певних умов:

- температура вихлопних газів досягає не менше 250 °С;
- двигун прогрітий орієнтовно до 65–75 °С (залежно від моделі);
- рівень пального у баку становить не менше чверті.

Після початку процесу, який триває приблизно 10–30 хвилин, система керування змінює режим роботи двигуна:

- вимикається система EGR для підвищення температури згоряння;
- застосовується додаткове впорскування пального (післявприск), що сприяє його догорянню безпосередньо у фільтрі;
- змінюється положення направляючих лопаток турбіни для зменшення відбору тепла з вихлопних газів.

Ознаки активної регенерації не відображаються безпосередньо на панелі приладів, однак її можна визначити за непрямими симптомами:

- підвищення температури моторної оливи;
- різке зростання витрати пального;
- незвичний звук двигуна на холостому ході;
- підвищення температури охолоджувальної рідини;
- поява білого або світлого диму з вихлопної системи.

ЕБУ самостійно визначає момент проведення регенерації, і процес може розпочатися навіть у міських умовах. Проте найбільш сприятливими умовами є рівномірний рух зі швидкістю близько 50–60 км/год та частотою обертання двигуна приблизно 2000 об/хв.

Як правило, активна регенерація виконується з інтервалом близько 300–700 км, відповідно до рекомендацій виробника.

## 2.7 Блок циліндрів

Блок циліндрів двигунів 2,0 л TDI виготовляється із сірого чавуну з пластинчастою структурою графіту, що забезпечує необхідну міцність і добрі

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

демпфувальні властивості. У версії двигуна потужністю 103 кВт з позначенням ССНА додатково застосовується модуль балансирних валів для зниження вібрацій.

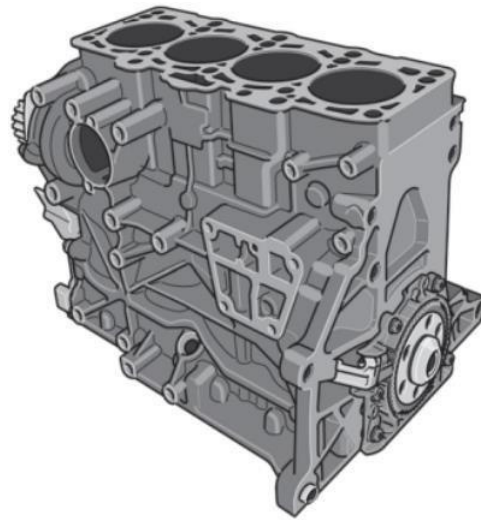


Рисунок 2.9 – Загальний вигляд блоку циліндрів

### Головка блоку циліндрів

У двигунах серії 2,0 л TDI використовується алюмінієва головка блоку циліндрів із поперечною циркуляцією охолоджувальної рідини. Вона оптимізована для роботи із системою впорскування Common Rail і оснащена двома верхніми розподільними валами.

Розподільні вали впускних і випускних клапанів з'єднані між собою зубчастою передачею через циліндричну шестерню з механізмом компенсації зазору. Конструкція газорозподільного механізму передбачає чотири клапани на кожен циліндр, тому на кожен циліндр припадає по два кулачки на розподільчих валах. Клапани розташовані паралельно, а їх привід здійснюється за допомогою роликів важелів. Для автоматичного регулювання теплових зазорів застосовуються гідравлічні штовхачі.

Форсунки системи Common Rail встановлюються в головці блоку циліндрів за допомогою притискних пластин. Важливою конструктивною особливістю є інтегрований канал системи рециркуляції відпрацьованих газів. Завдяки цьому відпрацьовані гази перед подачею у впускний тракт проходять через головку

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

блоку, додатково охолоджуючись, що сприяє зменшенню утворення оксидів азоту (NO<sub>x</sub>).

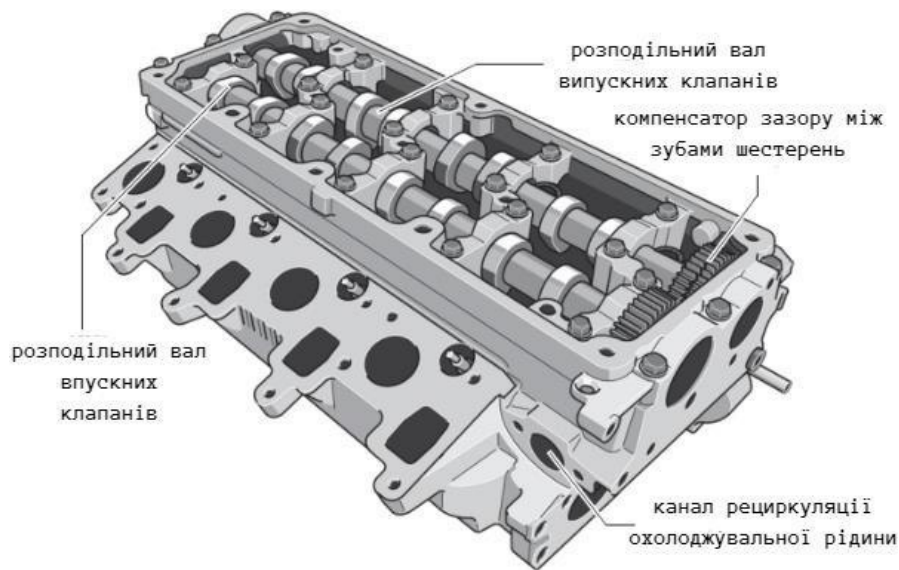


Рисунок 2.10 – Головка блоку циліндрів ДВЗ ССНА

### Система охолодження поршнів

Поршні двигуна оснащені внутрішнім кільцевим каналом для циркуляції моторної оливи. Під кожним поршнем встановлені форсунки, які подають оливу в спеціальний отвір. Далі вона надходить у кільцевий канал і відводить тепло від поршня.

Таке рішення забезпечує рівномірний розподіл температури по всьому об'єму поршня, зменшує термічні напруження та сприяє зниженню зносу його елементів.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

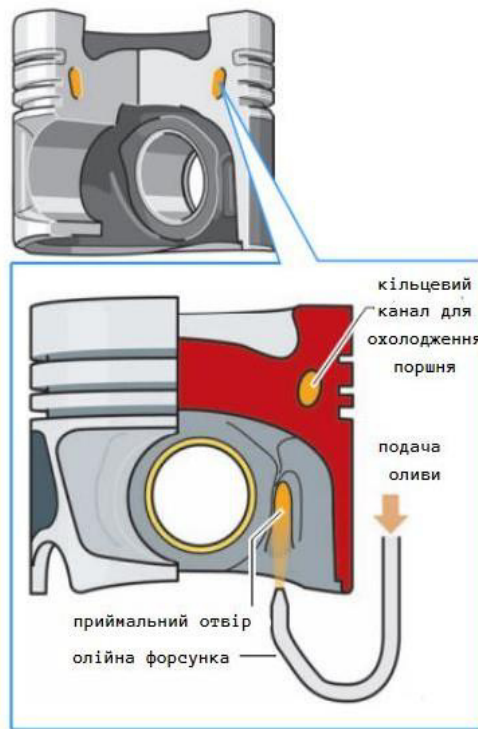


Рисунок 2.11 – Система охолодження поршня

## 2.8 Розроблення технологічного процесу ремонту та обслуговування ДВЗ

Розроблення технологічного процесу ремонту та технічного обслуговування двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) є важливим етапом забезпечення його надійної, ефективної та довготривалої експлуатації. Такий процес включає комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на підтримання працездатності двигуна, своєчасне виявлення несправностей і їх усунення.

Основою побудови технологічного процесу є аналіз конструктивних особливостей двигуна, умов його експлуатації та вимог виробника. На цьому етапі визначаються перелік робіт, їх послідовність, необхідне обладнання, інструменти та матеріали.

Технологічний процес обслуговування ДВЗ передбачає виконання регламентних робіт, таких як:

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- заміна моторної оливи та фільтрів;
- перевірка та очищення системи впорскування палива;
- контроль стану системи охолодження;
- діагностика роботи турбонаддуву та системи EGR;
- перевірка герметичності систем і з'єднань.

Процес ремонту двигуна включає більш складні операції, які виконуються у разі виявлення несправностей або зносу деталей. До них належать:

- діагностування технічного стану двигуна;
- розбирання агрегату на окремі вузли та деталі;
- дефектація елементів (оцінка їх придатності до подальшої експлуатації);
- відновлення або заміна зношених деталей;
- складання двигуна з дотриманням технологічних вимог;
- контроль якості виконаних робіт та випробування.

Особливе значення має застосування сучасних методів діагностики, зокрема комп'ютерної перевірки параметрів роботи двигуна, що дозволяє точно визначити причини несправностей без значного втручання в конструкцію.

Під час розроблення технологічного процесу також враховуються вимоги безпеки праці та екологічні норми. Необхідно забезпечити правильну утилізацію відпрацьованих матеріалів, таких як олива, фільтри та інші витратні компоненти.

Раціонально організований процес технічного обслуговування і ремонту ДВЗ дозволяє підвищити його ресурс, зменшити витрати палива, забезпечити стабільну роботу та знизити рівень шкідливих викидів у навколишнє середовище.

## 2.9 Обслуговування дизельного двигуна

Своєчасне технічне обслуговування дизельного двигуна суттєво подовжує його ресурс і дозволяє уникнути серйозних несправностей, зокрема необхідності капітального ремонту. Для підтримання належного технічного стану необхідно

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

регулярно виконувати регламентні роботи: заміну моторної оливи, використання якісного пального, контроль рівня реагенту AdBlue, а також своєчасну заміну витратних матеріалів. В умовах експлуатації такі двигуни часто потребують більш частого обслуговування.

Через конструктивні особливості дизельні двигуни вимагають професійного підходу при ремонті. Будь-які відновлювальні роботи — від заміни прокладки головки блоку циліндрів до капітального ремонту — повинні виконуватися кваліфікованими спеціалістами із застосуванням відповідного обладнання.

У спеціалізованих сервісних умовах виконуються такі види робіт:

- діагностика технічного стану двигуна;
- дефектація вузлів і деталей;
- розбирання та складання двигуна із заміною несправних елементів;
- капітальний ремонт;
- відновлення головки блоку циліндрів, а також ремонт паливної апаратури різних типів.

Окрім ремонту, виконуються планові роботи з технічного обслуговування: заміна оливи, фільтрів, а також обслуговування паливної системи та її компонентів.

### **Заміна двигуна**

Якщо відновлення двигуна є економічно або технічно недоцільним, здійснюється його заміна. Ця процедура включає демонтаж несправного агрегата, встановлення нового або відновленого двигуна та його подальше налаштування.

### **Етапи відновлення дизельного двигуна**

Відновлювальні роботи виконуються комплексно. Спочатку проводиться діагностика, включаючи перевірку свічок розжарювання, форсунок, паливної системи та вимірювання компресії. На основі отриманих даних формується план ремонту.

До типових робіт належать:

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- перебір двигуна;
- заміна деталей із обмеженим ресурсом (ременя або ланцюга приводу ГРМ, свічок розжарювання, прокладок, поршневих кілець, сальників);
- перевірка та ремонт паливного насоса;
- обслуговування та ремонт головки блоку циліндрів.

### **Діагностика дизельного двигуна**

Діагностика є ключовим етапом ремонту. Вона дозволяє визначити несправні вузли та скласти ефективну послідовність ремонтних робіт. Використовуються два основні методи:

- комп'ютерна діагностика — швидкий і точний спосіб оцінки стану;
- інструментальна перевірка — передбачає використання спеціального обладнання для перевірки окремих елементів.

### **Ремонт дизельного двигуна**

Ремонт проводиться поетапно і, як правило, включає заміну зношених деталей після дефектації. У деяких випадках для виконання робіт двигун знімають з автомобіля, використовуючи підйомне обладнання.

Ознаками несправності можуть бути ускладнений запуск, нестабільна робота (троїння), сторонні шуми або зміна кольору вихлопу. При виявленні таких симптомів необхідно звернутися до спеціалістів для точної діагностики.

### **Заміна деталей**

Відновлення працездатності часто досягається шляхом заміни окремих елементів — поршневих кілець, клапанів, форсунок тощо. При цьому важливо використовувати відповідні інструменти та дотримуватись технології монтажу, щоб уникнути додаткових пошкоджень.

### **Ремонт паливного насоса високого тиску (ПНВТ)**

ПНВТ є ключовим елементом дизельної системи живлення, тому його стан має вирішальне значення. Основними причинами виходу з ладу є неякісне паливо, волога та забруднення. Перед ремонтом проводиться ретельна діагностика, після

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чого виконується заміна або відновлення окремих компонентів з урахуванням рекомендацій виробника.

### **Обслуговування форсунок**

Форсунки перевіряються на працездатність, якість розпилу та герметичність. У разі необхідності виконують їх ремонт із заміною зношених елементів та подальшим налаштуванням. Для деяких моделей потрібне програмування в електронному блоці керування.

### **Капітальний ремонт**

Капітальний ремонт передбачає повне розбирання двигуна, перевірку та відновлення всіх основних вузлів і деталей. Такі роботи виконуються лише в умовах спеціалізованих сервісів із використанням професійного обладнання.

### **Ремонт головки блоку циліндрів**

Відновлення ГБЦ включає заміну клапанів, направляючих втулок, шліфування поверхні та заміну прокладки. Через складність даних операцій їх повинні виконувати лише кваліфіковані спеціалісти.

У випадку значних пошкоджень, коли відновлення двигуна є недоцільним, проводиться його заміна. При цьому важливо забезпечити правильне встановлення та налаштування нового агрегата для його подальшої ефективної роботи.

## **2.10 Вибір устаткування і пристосувань для основних операцій**

**Мийна операція.** Для зовнішнього очищення головки блока циліндрів можна використовувати ганчірку змочену у рідину яка розчиняє масло, тому що на головці блока під час її тривалої роботи на її поверхні утворюється наліт пилу з мастилом, а його первинне усунення неможливе простими мийним обладнанням. Після первинного очищення слід промити поверхню головки блока миючим обладнанням KARCHER 4.8 MD.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

**Підготовча операція.** Для підготовки головки блока циліндрів , необхідно звільнити її від електро і гідро з'єднань , а саме дротів з'єднань датчиків , шлангу підводу охолоджувальної рідини , шлаг відводу картерних газів, впускних та випускних колекторів. Щоб провести дані роботи потрібно застосувати набір викруток та гайкових ключів.

**Дефектувальна операція.** Проведення даної операції потребує застосування вимірного інструменту , а саме: мікрометр , нутромір, лінійка. Також для перевірки головки блока на тріщини слід застосувати магнітоскоп СВ 15.

**Розбиральна операція.** Для цієї операції слід застосувати набір гайкових ключів , знімач пружин, спеціальний розбирально-збиральний стенд.

**Мийна операція.** Для миття деталей та головки блока циліндрів необхідно : дротяна щітка, ганчірка, універсальний миючий пристрій KARCHER 4.8 MD, також спеціальні миючі засоби для видалення нагару і накипу.

**Вимірювальна операція.** Вимірювання габаритних розмірів головки блока проводимо за допомогою лінійки або рулетки.

**Ремонтна операція.** Для ремонтної операції знадобиться розбирально-збиральний стенд, пневматичного ручного інструменту для притирки клапанів «Zeca 209», абразивна паста для притирки клапанів.

**Визначення якості ремонту.** Для визначення якості ремонту слід використати вимірювальний інструмент і гас.

**Збиральна операція .** Для збирання головки блока слід використовувати збирально-розбиральний стенд , набір гайкових ключів, набір викруток, знімача пружин.

**Перевірочна операція.** Перевірте правильність з'єднань та кріплень візуально.

**Заправочна операція.** Для цієї операції необхідно моторна олива та охолоджувальна рідина відповідно сезону.

**Випробувальна операція.** Для цієї операції нам знадобиться компресометр, манометр, стенд для визначення динамічних властивостей автомобіля.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

## 2.11 Вибір технологічного процесу ремонту і обслуговування бензинового двигуна

Вибір раціонального технологічного процесу ремонту і технічного обслуговування бензинових двигунів автомобілів Volkswagen є важливим етапом підвищення ефективності роботи автосервісних підприємств. Він базується на аналізі конструктивних особливостей двигунів, характерних несправностей, умов експлуатації та сучасних методів діагностики й ремонту.

Бензинові двигуни Volkswagen відзначаються високою технологічністю, широким застосуванням електронних систем керування, турбонаддуву (TSI), безпосереднього впорскування палива та змінних фаз газорозподілу. Це зумовлює необхідність застосування спеціалізованих технологічних процесів, які забезпечують точність діагностики та якість виконання ремонтних робіт. [12]

Першим етапом вибору технологічного процесу є діагностика технічного стану двигуна. Вона включає комп'ютерну діагностику за допомогою сканерів (OBD-II), вимірювання компресії в циліндрах, перевірку паливної системи, запалювання та системи подачі повітря. Важливою складовою є аналіз кодів несправностей (DTC), що дозволяє швидко локалізувати дефекти.

На основі результатів діагностики визначають обсяг і вид ремонтних робіт: поточний ремонт, середній або капітальний. Поточний ремонт передбачає заміну витратних матеріалів (свічок запалювання, фільтрів, ременів), очищення дросельної заслінки, форсунок та інших елементів. Середній ремонт включає часткове розбирання двигуна, заміну окремих вузлів (поршневих кілець, прокладок, клапанів). Капітальний ремонт передбачає повне розбирання двигуна, дефектацію деталей і відновлення або заміну зношених елементів. [12]

При виборі технологічного процесу важливу роль відіграє підбір обладнання та інструменту. Для обслуговування і ремонту двигунів Volkswagen застосовуються стенди для перевірки форсунок, ультразвукові ванни для їх

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

очищення, компресометри, вакуумметри, а також спеціальні пристрої для фіксації валів при заміні газорозподільного механізму.

Ефективність технологічного процесу значною мірою залежить від використання сучасних засобів автоматизації та стандартизації робіт. Доцільним є застосування технологічних карт, які містять послідовність операцій, норми часу та рекомендації щодо виконання робіт. Це дозволяє зменшити трудомісткість процесу та підвищити якість ремонту.

Особливу увагу слід приділяти технічному обслуговуванню двигуна, яке включає регулярну заміну моторного масла, фільтрів, контроль системи охолодження та запалювання. Своєчасне обслуговування дозволяє запобігти більшості несправностей та продовжити ресурс двигуна.

Таким чином, вибір технологічного процесу ремонту і обслуговування бензинових двигунів автомобілів Volkswagen повинен ґрунтуватися на комплексному підході, що враховує сучасні методи діагностики, використання спеціалізованого обладнання та дотримання технологічних стандартів. Це забезпечує підвищення ефективності роботи автосервісу, зниження витрат і покращення якості виконаних робіт.

## 2.12 Розрахунок операцій технологічного процесу

Норми часу на операції розбирання визначають за формулою:

$$T_{\text{шкр}} = \sum T_p \cdot K_p \quad (2.1)$$

де  $\sum T_p$  – сума часів на виконання на виконання прийомів розбирання, хв;

$K_p$  – корегуючий коефіцієнт, який враховує затрати часу, який не передбачений таблицями нормативів розбирання.

Розрахунок часу на операцію визначають за формулою:

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$T_p = T_m \cdot K_y \quad (2.2)$$

де  $T_p$  – табличний час виконуваного прийому, хв;

$K_y$  – коефіцієнт, який враховує відхилення від нормальних умов роботи.

### 005 Мийна операція

1. Визначаємо норми часу на зовнішнє миття деталей:

$$T_p = T_m \cdot K_y$$

де  $T_m=1,57$  хв; [табл. 122]

$K_y=1,2$ ; [табл. 120]

$$T_p = 1,57 \cdot 1,2 = 1,884 \text{ (хв)}$$

### 010 Підготовча операція

1. Визначаємо норми часу на послаблення хомути повітрепроводу:

$$T_p = T_m \cdot K_y$$

$T_m=0,19$  хв [табл. 131];

$K_y=1,5$  [табл. 120].

$$T_p = 0,19 \cdot 1,5 = 0,285 \text{ (хв)}$$

2. Визначаємо норми часу на послаблення хомути впускного колектора:

$$T_p = T_m \cdot K_y$$

$T_m=0,19$  хв [табл. 131];

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_y=1,5$  [табл. 120].

$$T_p = 0,19 \cdot 1,5 = 0,285 \text{ (хв)}$$

3. Визначаємо затрату часу на зняття повітрепровода:

$$T_p = T_m \cdot K_y$$

$T_m=0,2$  хв;

$K_y=1,0$  [табл. 120] .

$$T_p = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ (хв)}$$

4. Визначаємо норма часу на відкручування болтів кріплення пластмасової кришки верхньої сторони двигуна:

$$T_p = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$T_m=0,24$  хв [табл. 128] ;

$K_y=1,5$  [табл. 120] ;

$n=3$  – кількість болтів

$$T_p = 0,14 \cdot 1,5 \cdot 3 = 0,63 \text{ (хв)}$$

5. Визначаємо норми часу на зняття пластмасової кришки верхньої сторони двигун:

$$T_p = T_m \cdot K_y$$

$T_{m1}=0,08$  хв

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{y1}=1 \text{ [табл. 120] ;}$$

$$T_p = 0,08 \cdot 1 = 0,08 \text{ (хв)}$$

6 . Визначаємо норми часу на зняття кришки термостату:

$$T_p = T_m \cdot K_y$$

$$T_m=0,04 \text{ хв;}$$

$$K_y=1, \text{ [табл. 120] ;}$$

$$T_p = 0,04 \cdot 1 = 0,04 \text{ (хв)}$$

7. Визначаємо норму часу на викручування болтів кріплення кришки головки блока:

$$T_p = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_m=0,17 \text{ хв; [табл. 128] ;}$$

$$K_y=1,5 \text{ [табл. 120] ;}$$

$N=6$ - кількість болтів

$$T_p = 0,17 \cdot 1,5 \cdot 6 = 1,53 \text{ (хв)}$$

8. Визначаємо норму часу на зняття кришки головки блока циліндрів:

$$T_p = T_m \cdot K_y$$

$$T_m=0,2$$

$$K_y=1 \text{ [табл. 120] ;}$$

$$T_p = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ (хв)}$$

9.Визначення норм часу на зняття ущільнюючих кілець свічок запалювання :

$$T_p=0,4$$

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Визначаємо норму часу на зняття прокладки кришки головки блока циліндрів:

$$T_p = 0,1 \text{ хв}$$

11. Визначаємо норми часу на від'єднання шлангу вентиляції картера:

$$T_p = 0,83 \text{ хв}$$

12. Визначаємо норми часу на відкручення болтів кріплення впускного колектора:

$$T_p = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$T_m=0,17$  хв; [табл. 128] ;

$K_y=1,5$  [табл. 120] ;

$n=8$ - кількість болтів

$$T_p = 0,17 \cdot 1,5 \cdot 8 = 2,04 \text{ (хв)}$$

13. Визначаємо норми часу на від'єднання електропроводів від клапана керування системою видалення парів палива, датчика температури охолоджувальної рідини, датчика показів температури охолоджувальної рідини, датчика температури охолоджувальної рідини на моделях з кондиціонером (система клімат контроль):

$$T_p = T_m \cdot n$$

$T_m=0,88$  хв; [табл. 157]

$n=4$ -кількість електропроводів.

$$T_p = 0,88 \cdot 4=3,52 \text{ (хв.)}$$

14.Визначення норм часу на відкручення гвинтів кріплення термостату:

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$T_p = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$T_m=0,16$  хв; [табл. 128] ;

$K_y=1,5$  [табл. 120] ;

$n=4$ - кількість болтів

$$T_p = 0,16 \cdot 1,5 \cdot 4 = 0,96 \text{ (хв)}$$

15. Визначення норм часу на зняття термостату:

$$T_p = T_m \cdot K_y$$

$T_m=0,2$ ;

$K_y=1,5$  [табл. 120] ;

$$T_p = 0,2 \cdot 1,5 = 0,3 \text{ (хв)}$$

16. Визначення норм часу на від'єднання шлангу від термостату:

$$T_p = 0,83 \text{ хв}$$

17. Визначення норм часу на зняття ущільнюючого кільця демпфера:

$$T_p = 0,1$$

18. Визначення норм часу на від'єднання шлангу охолоджувальної рідини який розташований з заді на лівій стороні головки блока циліндрів:

$$T_p = 0,83 \text{ хв}$$

19. Визначення норм часу на відкручення болтів кріплення передньої кришки головки блока циліндрів:

$$T_p = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$T_m=0,16$  хв; [табл. 128] ;

$K_y=1,5$  [табл. 120] ;

$n=5$ - кількість болтів

$$T_p = 0,16 \cdot 1,5 \cdot 5 = 1,2 \text{ (хв)}$$

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

20. Визначення норм часу на від'єднання електропроводів від датчика положення розподільчих валів, та від котушки фаз газорозподілу:

$$T_p = T_m \cdot n$$

$$T_m = 0,88 \text{ хв}; [\text{табл. 157}]$$

$n=2$ -кількість електропроводів.

$$T_p = 0,88 \cdot 2 = 1,76 \text{ (хв.)}$$

21. Визначення норм часу на випресовку пальця верхнього заспокоювача ланцюга з головки блока:

$$T_p = 0,37$$

22. Визначення норм часу на відкручення болтів кріплення головки блока циліндрів:

$$T_p = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_m = 0,36 \text{ хв}; [\text{табл. 127}];$$

$$K_y = 1,5 [\text{табл. 120}];$$

$n=10$ - кількість болтів

$$T_p = 0,36 \cdot 1,5 \cdot 10 = 5,4 \text{ (хв)}$$

23. Визначення норм часу на зняття головки блока циліндрів:

$$T_p = T_m \cdot K_y$$

$$T_{m1} = 0,3 \text{ хв}$$

$$K_{y1} = 1 [\text{табл. 120}];$$

$$T_p = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ (хв)}$$

24. Визначення норм часу на зняття прокладки головки блока циліндрів:

$$T_p = 0,18 \text{ (хв).}$$

### 015 Дефектувальна операція

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо затрату часу на дефекту вальну операцію: на визначення технічного стану головки блока циліндрів становить 10 хв.

### 020 Розбиральна операція

1.Визначаємо норми часу на відкручення болтів кріплення кришок підшипників розподільчих валів:

$$T_p = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_m = 0,18 \text{ хв}; [\text{табл. 128}] ;$$

$$K_y = 1,5 [\text{табл. 120}] ;$$

$n=4$ - кількість болтів

$$T_p = 0,18 \cdot 1,5 \cdot 4 = 1,08(\text{хв})$$

2.Визначаємо норми часу на зняття кришок підшипників розподільчих валів:

$$T_p = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_m = 0,1 \text{ хв};$$

$$K_y = 1 [\text{табл. 120}] ;$$

$n=2$ - кількість кришок

$$T_p = 0,1 \cdot 1 \cdot 2 = 0,2 (\text{хв})$$

3. Визначення норм часу на зняття розподільчого вала впускних клапанів, та розподільчого вала випускних клапанів.

$$T_p = 0,1 (\text{хв})$$

4. Визначення норм часу на зняття тарілчастих гідроштовхачів.

$$T_p = 2 (\text{хв})$$

5. Визначення норм часу на відкручення свічок запалювання.

$$T_p = T_m \cdot K_y \cdot n$$

$$T_m = 0,24 \text{хв}; [\text{табл. 127}] ;$$

$$K_y = 1,5 [\text{табл. 120}] ;$$

$n=4$ - кількість болтів

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$T_p = 0,24 \cdot 1,5 \cdot 4 = 1,44 \text{ (хв)}$$

6. Визначення норм часу на зняття клапанних пружин:

$$T_p = T_m \cdot n$$

$T_m=0,14$ хв; [табл. 150] ;

$n=16$ - кількість пружин

$$T_p = 0,14 \cdot 16=2,24\text{(хв)}$$

7.Визначення норм часу на зняття клапанів:

$$T_p = 0,8 \text{ (хв)}$$

8. Визначення норм часу на зняття ущільнюючих стержнів клапанів:

$$T_p = 4,8 \text{ (хв)}$$

9.Визначення норм часу на зняття сідел клапанних пружин:

$$T_p = 0,8 \text{ (хв)}$$

10.Визначення норм часу на випресовку направляючих втулок клапанів на спеціальному стенді:

$$T_p = T_m \cdot n$$

$T_m=0,37$ хв; [табл. 139] ;

$n=16$ - кількість направляючих втулок клапанів;

$$T_p = 0,37 \cdot 16=5,92\text{(хв)}$$

## 025 Ремонтна операція

Визначаємо норму часу на шліфування привалочної поверхні головки блока циліндрів :

Штучно-калькуляційний час визначається за формулою:

$$T_{ш} = T_{осн} + T_{доп} + T_{дод} \quad (2.3)$$

де  $T_{осн}$  - основний час,  $T_{доп}$  – допоміжний час,  $T_{дод}$  - додатковий час.

Основний час визначається за формулою:

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$T_{\text{осн}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{\text{пр}}} \quad (2.4)$$

де  $L$ -глибина обробки з урахуванням виходу інструменту,  $i$ -число проходів,  $n$ -швидкість різання,  $S_{\text{пр}}$ -подача.

Додатковий час на операцію визначається за формулою:

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot K}{100} \quad (2.5)$$

де  $T_{\text{оп}}$ - операційний час,  $K$ - коефіцієнт корегування.

Операційний час визначається за формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{дод}} \quad (2.6)$$

Кількість проходів визначається за формулою:

$$i = \frac{h}{t} \quad (2.7)$$

де  $h$  – припуск,  $t$  - товщина шару який знімається.

Подача визначається за формулою:

$$S_{\text{пр}} = B_{\text{к}} \cdot \beta \quad (2.8)$$

де  $B_{\text{к}}$ - товщина шліфувального круга,  $\beta$  – коефіцієнт коригування.

$$S_{\text{пр}} = 40 \cdot 0,7 = 2,8$$

$$i = \frac{1}{0,05} = 20$$

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{очн}} = \frac{2 \cdot 20}{500 \cdot 2,8} = 0,028(\text{хв})$$

$$T_{\text{оп}} = 0,028 + 1,1 = 1,128(\text{хв})$$

$$T_{\text{доп}} = \frac{1,128 \cdot 9}{100} = 0,101(\text{хв})$$

$$T_{\text{ш}} = 0,028 + 0,101 + 1,1 = 1,229(\text{хв})$$

Час на заміну деталей головки блока циліндрів становить 20 хвилин.

### 030 Складальна операція

Час, затрачений на складання рівний часові, затраченому на розбирання.

$$T_{\text{роз}} = T_{\text{скл}} = 0,285 + 0,285 + 0,2 + 0,63 + 0,08 + 0,04 + 1,53 + 0,2 + 0,4 + 0,1 + 0,83 + 2,04 + 3,54 + 0,96 + 0,3 + 0,83 + 0,1 + 0,83 + 1,2 + 1,76 + 0,37 + 5,4 + 0,3 + 0,18 + 1,08 + 0,2 + 0,1 + 2 + 1,44 + 2,24 + 0,8 + 4,4 + 0,8 + 5,92 = 41,37(\text{хв})$$

### 035 Перевірка якості ремонту

Визначаємо затрату часу на перевірку якості ремонту: перевірка на стенді триває 10 хв.

Норми витрат часу зводимо в таблицю 2.1

Таблиця 2.1 - Норми витрат часу на ремонт головки блока циліндрів.

№ п/п	Назва виконуючі роботи	Затрата часу на виконуючу роботу (хв)
1	2	3
1	Зовнішнє миття деталі	1,884
2	Послаблення хомута повітрепровода	0,285

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



Продовження табл. 2.1

1	2	3
27	Дефекту вальна операція	10
28	Відкручення болтів кріплення кришок підшипників розподільчих валів	1,08
29	Зняття кришок підшипників розподільчих валів	0,2
30	Зняття розподільчого вала впускних клапанів, та розподільчого вала випускних клапанів	0,1
31	Зняття тарілчастих гідроштовхачів	2
32	Відкручення свічок запалювання	1,44
33	Зняття клапанних пружин	2,24
34	На зняття клапанів	0,8
35	Зняття ущільнюючих стержнів клапанів	4,8
36	Зняття сідел клапанних пружин	0,8
37	Випресовку направляючих втулок клапанів	5,92
38	Ремонтна операція: Шліфування привалочної поверхні головки блока Заміна деталей	12,229 2
39	Складальна операція	41,37
40	Перевірка якості ремонту	10
	<b>Разом:</b>	93,969

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Вибір стенду для капітального ремонту дизельного ДВЗ

Для виконання капітального ремонту дизельного двигуна внутрішнього згоряння на станціях технічного обслуговування застосовується різноманітне спеціалізоване обладнання, яке забезпечує зручність, безпеку та високу якість виконання ремонтних операцій. Одним із таких пристроїв є універсальний стенд (див. рис. 3.1) для розбирання та складання двигунів типу DC/WW-MG 600/V.



Рисунок 3.1 – Кантувач двигуна DC/WW-MG 600/V

Цей пристрій призначений для роботи з двигунами легкових автомобілів і мікроавтобусів, а також може використовуватись під час ремонту коробок передач або інших агрегатів масою до 500 кг. Його універсальність полягає у можливості виконання різних видів ремонтних робіт із закріпленим вузлом без необхідності його додаткового переміщення. При цьому конструкція дозволяє транспортувати двигун разом зі стендом у межах робочої зони.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Стенд обладнаний самогальмівним редуктором, який забезпечує надійну фіксацію двигуна у будь-якому положенні під час його обертання. Це дає змогу виконувати роботи з максимальною точністю та зручністю, оскільки агрегат можна повертати на повний кут — до 360 градусів навколо поздовжньої осі. Додатково конструкція передбачає наявність спеціального місця для розміщення інструментів і мастильних матеріалів, що сприяє організації робочого простору.

Основні габаритні параметри стенду становлять приблизно 1060 мм у довжину, 790 мм у ширину та 900 мм у висоту. Максимально допустима маса агрегату, що встановлюється, досягає 500 кг, тоді як власна маса конструкції складає близько 100 кг. Кріпильний фланець має діаметр 200 мм, що дозволяє надійно фіксувати різні типи двигунів.

Механізм кріплення і обертання двигуна побудований таким чином, щоб забезпечити плавний і контрольований поворот агрегату. Обертання здійснюється через систему, що включає черв'ячний редуктор і електродвигун, з'єднані між собою спеціальною муфтою. Наявність гумово-металевих елементів у муфті дозволяє пом'якшувати динамічні навантаження та усувати ривки під час запуску, що підвищує довговічність обладнання і комфорт роботи.

Вал, до якого прикріплюється двигун за допомогою фланцевого механізму, виконує функцію опори та приводиться в обертання через зубчасту передачу. Така конструкція забезпечує рівномірність руху та точність позиціонування агрегату під час обслуговування.

Окрему увагу приділено зручності роботи оператора. Стенд оснащено механізмом регулювання висоти, що дозволяє адаптувати його під потреби слюсаря. Це здійснюється за допомогою гідравлічного домкрата, розташованого в нижній частині рами, з вантажопідйомністю до 3 тонн. Підйом виконується шляхом створення тиску в гідросистемі за допомогою педалі, а опускання — через керування стопорним важелем. Пружинні елементи педалі та важеля забезпечують автоматичне повернення у вихідне положення після завершення операцій.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

### 3.2 Діагностування витоків системи впуску

Порушення герметичності системи впуску є однією з поширених проблем, що однаково стосується як бензинових, так і дизельних двигунів. Обидва типи силових агрегатів чутливо реагують на появу так званого «паразитного» або неврахованого повітря, яке потрапляє в систему поза контролем. У результаті це призводить до змін у роботі двигуна та появи характерних ознак несправності.

Наявність витоків можна запідозрити за низкою симптомів, серед яких — поява помилок у системі електронного керування, збільшення витрати пального, схильність двигуна до перегріву, нестійка робота або «троїння», а також перебої на холостому ході. Усі ці прояви пов'язані з порушенням нормального процесу сумішоутворення.

Початковий етап перевірки полягає у візуальному огляді найуразливіших елементів системи. До таких належать гумові шланги та патрубки, ущільнення впускного колектора, прокладки дросельного вузла, регулятор холостого ходу, вакуумний підсилювач гальм, адсорбер і елементи системи вентиляції картерних газів. Саме ці вузли найчастіше втрачають герметичність у процесі експлуатації.

Для більш точної діагностики використовуються спеціальні пристрої, зокрема димогенератори (див. рис. 3.2) або установки подачі стисненого повітря. Суть методу полягає у подачі під тиском диму або повітря у впускний тракт, який попередньо герметизується з боку повітряного фільтра (на ділянці до дросельної заслінки або інтеркулера). Дим, проникаючи у місця порушення герметичності, виходить назовні, що дозволяє легко виявити навіть незначні витoki.

У загальному випадку розрізняють два варіанти відхилень у роботі впуску: коли до двигуна потрапляє надлишкова кількість повітря або, навпаки, його недостатньо. В обох ситуаціях нормальна робота двигуна порушується, адже повітря відіграє ключову роль у формуванні паливно-повітряної суміші. Неправильне співвідношення компонентів безпосередньо позначається на процесі згоряння у циліндрах.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53



Рисунок 3.2 - Генератор диму, детектор витоку герметичності для авто, 12В.

Наслідки таких порушень можуть бути досить серйозними. При надходженні зайвого, неочищеного повітря в обхід фільтра до камери згоряння потрапляють частинки пилу та бруду, що прискорює зношення внутрішніх деталей двигуна. Крім того, збіднена суміш здатна спричинити детонаційні процеси, які можуть призвести до пошкодження поршнів, клапанів або шатунів. У випадку ж перезбагачення суміші спостерігається підвищена витрата палива та зниження ефективності роботи двигуна.

### 3.3 Вибір стенду для промивання форсунок

Стенд для промивання бензинових форсунок є спеціалізованим обладнанням, призначеним для очистки та перевірки робоздатності паливних форсунок інжекторних двигунів. Його використання дозволяє відновити правильне розпилення палива та забезпечити стабільну роботу двигуна без необхідності заміни дорогих елементів паливної системи.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Принцип роботи такого стенду ґрунтується на імітації умов, у яких форсунки функціонують безпосередньо в автомобілі. Пристрій подає спеціальну очищувальну рідину під заданим тиском у форсунки, одночасно керуючи їх відкриттям і закриттям за допомогою електронного блоку. Завдяки цьому вдається не лише очистити внутрішні канали від відкладень, а й перевірити рівномірність подачі палива та форму факела розпилення.

Даний тип обладнання забезпечує умови, максимально наближені до реальної роботи форсунок у двигуні. У процесі експлуатації форсунки накопичують нагар, смолисті відкладення та інші забруднення, що погіршують якість розпилення палива і можуть призвести до нестабільної роботи двигуна. Використання стенду дозволяє ефективно усунути ці відкладення та відновити нормальне функціонування паливної апаратури.

Конструктивно пристрій включає резервуар для спеціальної промивної рідини, насос для створення необхідного тиску, а також електронний блок керування, який імітує сигнали роботи двигуна (див. рис. 3.3). Завдяки цьому форсунки відкриваються та закриваються у заданому режимі, що дає змогу перевірити їхню продуктивність і рівномірність подачі пального. Часто стенд оснащується прозорими мірними ємностями, які дозволяють наочно оцінити об'єм впорскування кожної форсунки та порівняти їх між собою.



Рисунок 3.3 – Стенд для промивання форсунок

Багато сучасних моделей таких стендів додатково комплектуються ультразвуковими ваннами. Ультразвук створює коливання, які сприяють

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

глибокому очищенню навіть важкодоступних ділянок форсунки, ефективно видаляючи стійкі відкладення. Після завершення очистки проводиться контрольна перевірка, що дозволяє переконатися у правильності роботи форсунок і якості розпилення.

Застосування подібного обладнання дає можливість не тільки очищати забруднені елементи, але й виявляти несправності, такі як нерівномірність подачі палива, підтікання чи відхилення від заданих параметрів. Це допомагає своєчасно приймати рішення щодо ремонту або заміни форсунок.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Охорона праці і навколишнього середовища

Побічний вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище пов'язаний з тим, що автомобільні дороги, стоянки, підприємства обслуговування займають все більшу і щорічно збільшуючи площу, необхідну для життєвої діяльності людини.

Негативна дія автомобілів на навколишнє середовище пов'язана з викидами шкідливих речовин в атмосферу, шумом і різними електромагнітними випромінюваннями.

Основними шляхами, направленими на охорону навколишнього середовища, є наступне: поліпшення технічного стану рухомого складу, які випускаються на лінію; переобладнання автомобілів для роботи на зрідженому газі; встановлення на двигун різні нейтралізатори; розробка очисних споруд, які дають високу ступінь очищення води, що дозволяє направити її в зону миття автомобілів; розробка пиле- і газо утримуючих споруд.

### 4.2 Основні правила техніки безпеки і санітарно-гігієнічні вимоги

Профілактичне обслуговування та ремонт транспортних засобів необхідно виконувати згідно з Положенням про профілактичне обслуговування та ремонт рухомого складу автомобільного транспорту, Правилами технічної експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту.

Профілактичне обслуговування та ремонт транспортних засобів проводиться на спеціально відведених ділянках, робочих місцях (постах), які оснащені необхідним устаткуванням, пристроями, інструментом, приладами згідно з нормативно-технічною документацією.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Розташування постів профілактичного обслуговування та ремонту, відстань між автомобілями, що установлені на цих постах, а також між автомобілями і конструкціями будівель повинні відповідати нормам технологічного проектування.

Установлювати автомобілі в кількості, що перевищує норму, порушувати спосіб розстановки, зменшувати відстань між транспортними засобами і елементами будівель забороняється.

Виробниче устаткування і робочі місця слід розташовувати з урахування безпеки працюючих, зручності при виконаннях технологічних операцій згідно з нормами технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту ОНТП 01-91.

Виконання правил техніки безпеки обов'язкове для всіх робітників, службовців та ІТР при виконанні робіт, пов'язаних з обслуговуванням і ремонтом автомобілів. Особи, які порушили правила техніки безпеки, можуть бути притягнуті до дисциплінарної, адміністративної або кримінальної відповідальності.

Керівництву заборонено давати накази про проведення робіт, що заборонені правилами охорони праці.

Однією з форм боротьби за зниження і ліквідацію виробничого травматизму є навчання працівників правилам ТБ і пропаганда безпечних методів праці. Для успішного вирішення цих задач на АТП впроваджуються кабінети по ТБ, на базі яких проводиться вступний інструктаж працівників, планові заняття.

Працівники повинні бути забезпечені комплектом справних інструментів і пристроїв. Обладнання і інструмент на протязі строку служби повинен відповідати вимогам безпеки. Користуватися несправними інструментами та пристроями забороняється.

Перед початком роботи потрібно перевірити всі інструменти, несправні замінити.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При ремонті автомобілів, ремонті, монтажі та експлуатації обладнання на автотранспортних підприємствах широко використовується ручна праця. При її використанні існує значна небезпека травмування робітників (поранення рук, забійні місця, опіки і т.д.).

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

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

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

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

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

					<i>КРБ. 706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

- для забезпечення електробезпеки кожне виробниче приміщення повинно бути огорожене шиною заземлення, розміщеною на 0,5 м від підлоги. Всі корпуси електродвигунів, а також металеві частини обладнання занулені або заземлені;
- переносний електроінструмент можна використовувати при умові його справності при напрузі не більше 36 В.

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

Мити автомобілі, агрегати необхідно в спеціально відведених майданчиках.

Двигуни та агрегати перед миттям звільняють від мастила, пального, гальмівної та охолоджувальної рідин. Миття агрегатів та деталей двигунів, що працюють на етилованому бензині, потрібно здійснювати тільки після попередньої нейтралізації відкладень тетраетилосвинцю гасом або іншими нейтралізуючими речовинами з подальшим обов'язковим промиванням гарячою водою.

Під час промивання агрегатів необхідно дотримуватись таких вимог:

- при механічному митті місце мийника повинно розташовуватися у водонепроникній кабіні;
- пост відкритого шлангового миття потрібно розміщувати в зоні, яка ізолювана від відкритих струмоведучих провідників та устаткування, що знаходиться під напругою;
- трапи, апарелі та підлоги на постах миття повинні бути шорсткою (рефлексною) поверхнею.

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

Для захисту органів дихання шкіри, слизистих оболонок очей під час виготовлення розчинів і при їх використанні слід використовувати індивідуальні засоби захисту: окуляри, рукавиці, респіратор. Розпочинаючи роботу, мийник

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

повинен нанести на шкіру захисну пасту АВ-1. Особливу обережність необхідно зберігати при роботі з каустичною содою.

Забороняється: застосовувати для миття двигунів і агрегатів бензин та легкозаймисті матеріали; мити та знежирювати деталі без загальної припливо-втяжної та місцевої вентиляції у місцях мийки двигунів, агрегатів, мийних ванн.

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

Забороняється користуватися пристроями та інструментами без щоденної перевірки їх перед роботою майстром або механіком; використовувати несправні інструмент або використовувати їх не за призначенням.

При проектуванні міроприємств направлених на забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних вимог експлуатації діляниць керуються документами, які офіційно регламентують ці умови.

Об'єм виробничих приміщень на одного працюючого встановлюються не менше 15 м<sup>3</sup>, а площа – не менше 4,5 м<sup>2</sup> при висоті 3,2м.

Умови праці можна охарактеризувати по таких оціночних показниках:

- 1) метеорологічні умови або мікроклімат на робочих місцях у виробничих приміщеннях; температура повітря (t)<sup>0</sup>С, відносна вологість (ψ)%, швидкість руху повітря на робочому місці (v) м/с, барометричний тиск (P)

					<i>КРБ. 706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Па. Людина почуває себе комфортно і найбільш працездатна, якщо температура навколишнього середовища коливається в межах від 19 до 25 °С, при відносній вологості 60-40% і швидкості руху повітря 0,2-0,7 м/с.

- 2) санітарно-гігієнічні умови виробництва: запиленість, загазованість повітря з гранично допустимою концентрацією шкідливих речовин (ГДК) Мг/м<sup>3</sup>, рівень звуку ( $\alpha_A$ ) ДБ – до 85 ДБ, віброшвидкість ( $v$ ) або рівень віброшвидкості при технологічній вібрації повинен перебувати в межах від 92 до 180 ДБ;
- 3) ефективність вентиляції приміщення ( $v$ ) м<sup>3</sup>/год. становить 50 м<sup>3</sup>/год. на одного працюючого, опалення ( $Q$ ) кДж, освітленість робочих поверхонь ( $E$ ) Лк становить 200 Лк.
- 4) Наявність площ та об'єму санітарно-побутових приміщень і їх обладнань в розрахунку на одного працюючого.

#### 4.3 Забезпечення протипожежного стану дільниці

Протипожежний режим означає затримання працюючим спеціальних вказівок, протипожежних правил відповідно до умов виробництва.

Для забезпечення протипожежного стану на агрегатній дільниці необхідно дотримуватись вказівок, які полягають в наступному: приміщення потрібно дотримувати в чистоті, сміття, виробничі відходи і т.д. потрібно вилучати в потрібні місця. Не допускати використання проходів на дільниці для складання матеріалів, обладнання, інструментів.

Готову відремонтовану продукцію і виробничі відходи необхідно складувати в спеціально відведені для цього протипожежні місця.

Забороняється відкритий вогонь (пальні лампи, факели) для обігрівання трубопроводів із змерзлими або застиглими рідинами. На робочих місцях не допускається залишати промислові ганчірки, спецодяг. Для зберігання обтирочних матеріалів повинні бути встановлені у визначених місцях металеві

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ящики з кришками, які щільно закриваються. Спецодяг зберігають у спеціальних приміщеннях для попередження самозаймання, промаслену одягу розвішують. Легкозаймисті рідини (ЛЗР) і горючі рідини (ГР) потрібно зберігати тільки в закритих металевих ємностях, застосовувати скляну тару забороняється.

Всі приміщення повинні бути забезпечені первинними засобами пожежегасіння у відповідності з нормами. Для моторної дільниці на 100 м<sup>2</sup> норма становить один хімічний пінний вогнегасник ВП-3 або ВП-5, один вуглекислотний вогнегасник ВВК-2, ящик з піском, лопати металеві – 2 шт.

За станом засобів пожежегасіння слідкують спеціально призначені керівником підприємства працівники.

До організаційних протипожежних засобів на моторній належать:

- розробка правил та інструкцій протипожежної безпеки;
- організація вивчення цих правил та інструкцій;
- визначення терміну, місця й порядку проведення протипожежного інструктажу;
- організація належного протипожежного нагляду за об'єктами.

Пожежну безпеку на агрегатній дільниці підприємства забезпечують їх безпосередні керівники, які зобов'язані:

- 1) забезпечити дотримання на дільниці встановленого протипожежного режиму;
- 2) слідкувати за справністю виробничого обладнання і негайно приймати міри по усуненню виявлених несправностей, які можуть стати причиною пожежі;
- 3) слідкувати за тим, щоб після закінчення роботи з робочих місць і приміщень перебирались горючі відходи і відключались електроспоживачі;
- 4) забезпечувати постійну готовність до застосування засобів пожежегасіння, зв'язку і сигналізації, які є в наявності.

					<i>КРБ. 706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

На підприємствах, в відділеннях повинні відводитися спеціально призначені і обладнані приміщення для паління. В місцях де паління заборонено, повинні вивішувати таблички “Паління заборонено!”. Основні причини, які сприяють виникненню і розвитку пожеж – порушення правил експлуатації приладів і обладнання з низьким протипожежним захистом, відсутність ефективних методів боротьби з вогнем.

Всі корпуси електродвигунів, розподільчих пунктів, пускової апаратури, світильників, повинні бути заземлені. Опір заземляючого пристрою не повинен перевищувати 4 Ом. В агрегатному відділенні повинна виконуватись пожежна сигналізація.

#### 4.4 Розрахунок природного освітлення

Розрахунок природного освітлення зводиться до визначення необхідної кількості та площі вікон при боковому освітленні.

Світова площа вікон повинна бути рівною:

$$F_{\text{вік.}} = 54 \cdot 0,25 = 13,5 \text{ м}^2. \quad (4.1)$$

де -  $F_{\text{вік}}$  - площа відділення, м<sup>2</sup>;

$\alpha$  - світловий коефіцієнт;

$\alpha = 0,25 - 0,3$ .

У відділенні встановлено 6 вікон розміром 1,5 x 2,4 м.

Площа вікон у відділенні рівна 21,6 м<sup>2</sup>

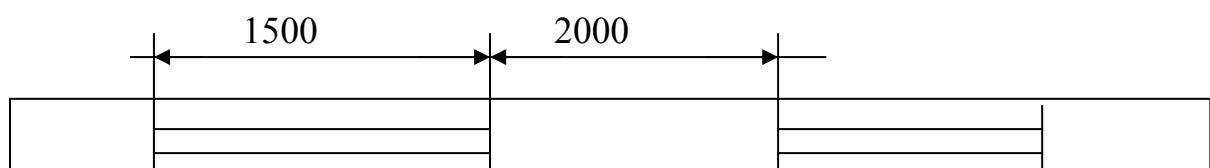


Рисунок 4.1 - Схема розміщення вікон

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

## Розрахунок штучного освітлення

Згідно Сніп-П-4-79 нормативна мінімальна освітленість буде:

$$E_{н.мін} = 300 \text{ лк.}$$

Розраховуємо силу світлового потоку для люмінесцентних ламп:

$$\Phi_{розл} = \frac{E_{мін} \cdot K \cdot z \cdot S}{N_{сд.заг} \cdot M}, \text{ лк} \quad (4.2)$$

$$\Phi_{розл} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 1,11 \cdot 54}{9 \cdot 0,49} = 3038,7 \text{ (лк)}$$

Ставимо у два ряди 10 світильників марки ЛСП-Д<sub>1</sub> з люмінесцентними лампами. Вибираємо газорозрядну лампу марки ДРЛ-100 потужністю 100 Вт і силою світлового потоку 3500 лм.

Проводимо перевірочний розрахунок:

$$E_H = \frac{\Phi_{л} \cdot N \cdot M}{S \cdot z \cdot K}, \text{ лк} \quad (4.2)$$

$$E_H = \frac{3500 \cdot 10 \cdot 0,49}{54 \cdot 1,11 \cdot 1,5} = 372 \text{ (лк)}$$

Розрахована загальна освітленість більша від нормальної, тим самим ми підтвердили правильність вибору кількості світильників і їх марок, які будуть позитивно впливати на працездатність робітників.

Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою майже рівна висоті приміщення  $h_0 = 3,2$  м, що не суперечить вимогам СНиП П-4-79, відповідно до яких  $h_0 = 2,6 - 4$  м, коли у світильнику менше чотирьох ламп.

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p, \text{ м} \quad (4.3)$$

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$h = 3,2 - 0,8 = 2,4 \text{ (м)}$$

Оскільки довжина світильників мало що більша за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в ньому, то загальна довжина усіх світильників у ряді становитиме:

$$\sum L_{CB} = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ (м)}$$

Розміщення світильників по висоті приміщення вказано на рисунку 4.2.

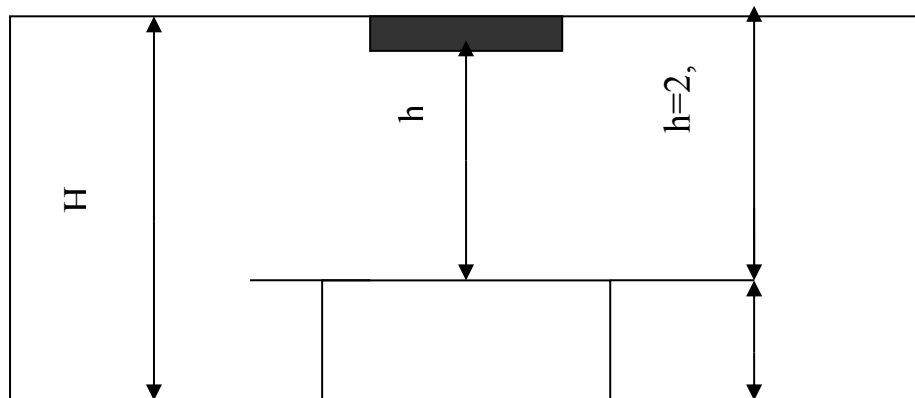


Рисунок 4.2 - Схема розміщення світильників

Це значення менше довжини приміщення, тому між світильниками будуть розриви рівні 0,5 м.

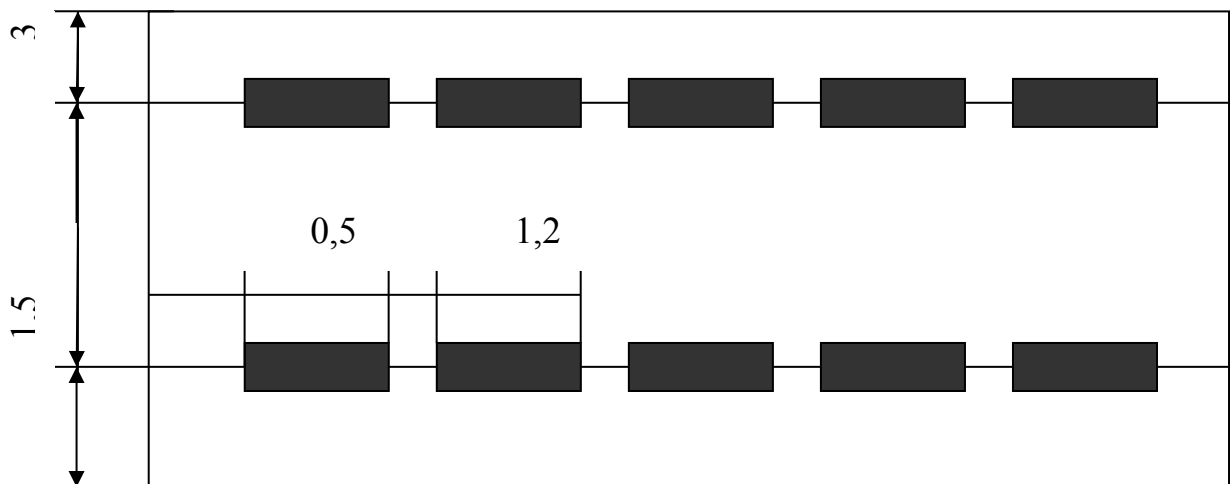


Рисунок 4.3 - Схема розміщення світильників у приміщенні

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було розглянуто особливості технічного обслуговування, діагностування та ремонту автомобільних двигунів. Основну увагу приділено виявленню характерних ознак несправностей, аналізу причин їх виникнення та визначенню ефективних методів діагностики.

У ході роботи було систематизовано основні симптоми порушень у роботі двигуна, що дозволяють своєчасно визначати відхилення в його функціонуванні. Розглянуто сучасні діагностичні засоби та проведено порівняння їх ефективності, що дало змогу обґрунтувати доцільність комплексного підходу до перевірки технічного стану двигуна.

Особливу увагу приділено практичним аспектам ремонту і обслуговування, зокрема описано обладнання, яке застосовується на станціях технічного обслуговування. Було охарактеризовано стенд для розбирання двигунів, засоби діагностики герметичності впускної системи, а також обладнання для очищення і перевірки бензинових форсунок. Використання таких пристроїв дозволяє підвищити точність виконання робіт, зменшити трудомісткість процесів та покращити якість обслуговування.

У конструкторсько-технологічному аспекті обґрунтовано доцільність застосування спеціалізованого обладнання, яке забезпечує зручність роботи, підвищує рівень механізації та сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище.

Отже, проведене дослідження підтверджує, що впровадження сучасних методів діагностики та використання спеціалізованого обладнання є важливими умовами ефективного технічного обслуговування і ремонту двигунів. Це дозволяє підвищити надійність роботи автомобілів, зменшити експлуатаційні витрати та покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.
2. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
3. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
4. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
5. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
6. Трактори і автомобілі: Підручник / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча, С.О. Войцехівський. – К.: вища освіта, 2003, – 560с.
7. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: навч. посібн. для студентів ЗВО. – Видавництво «Каравела», 2022. – 232 с.
8. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: підручник. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
9. Шапко В. Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згоряння : навчальний посібник – Харків: Точка, 2014. – 148 с.
10. The Science of Supercars: The technology that powers the greatest cars in the world / Martin Roach, Neil Waterman, John Morrison. – Mitchell Beazley, 2018. – 224 p.
11. Gordon A. A. Wilson, Steve Hinton JR. The Merlin: The Engine That Won the Second World War. – Amberley Publishing, 2020. – 256 p.

					<i>КРБ.706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

12. Слабкі місця та часті проблеми фольксваген джетта URL: <https://uauto.life/polomki/slabki-misczya-ta-chasti-problemy-folksvagen-dzhetta/> (дата звернення 15.05.2026).
13. Volkswagen Jetta URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Volkswagen\\_Jetta](https://uk.wikipedia.org/wiki/Volkswagen_Jetta) (дата звернення 29.04.2026).
14. Ремонт двигуна: основні принципи та методи URL: <https://mb-master.com.ua/remont-dvyguna-osnovni-pryncypy-ta-metody> (дата звернення 21.04.2026).
15. Роботи, що виконуються з ремонту та відновлення автомобілів URL: <https://sola.com.ua/ua/stati/raboty-kotorye-vypolnyayutsya-po-remontu-i-voosstanovleniyu-avtomobiley/> (дата звернення 27.05.2026).
16. Що входить у ремонт автомобіля URL: <https://oiler.pro/ua-ua/blog/chto-vhodit-v-remont-avtomobila/> (дата звернення 30.05.2026).
17. Зняття і установка двигуна URL: [https://v-tochku.com.ua/ua/manual/chery\\_tiggo\\_rukovodstvo\\_po\\_ekspluatacii\\_tehnicheskomu\\_obslyzhivaniyu\\_i\\_remontu/snyatie-ustanovka-dvigatelya-t11/](https://v-tochku.com.ua/ua/manual/chery_tiggo_rukovodstvo_po_ekspluatacii_tehnicheskomu_obslyzhivaniyu_i_remontu/snyatie-ustanovka-dvigatelya-t11/) (дата звернення 15.05.2026).

					<i>КРБ. 706.08.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69