

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

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Підвищення ефективності технологічного процесу ремонту
головок блоків циліндрів двигунів легкових автомобілів

Виконав студент: II курсу, групи АТб-605

напряму підготовки (спеціальності)

274 «Автомобільний транспорт»

«Автомобільний транспорт»

(освітньо-професійна програма)

Якимчук М.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Венгер М.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Тернопіль

2024

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

Відділення транспорт 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

«19» квітня 2024 року

З А В Д А Н Н Я № 20

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

ГРУПА АТ6-605

_____ Якимчук Максим Миколайович _____

1. Тема проекту: Підвищення ефективності технологічного процесу ремонту головок блоків циліндрів двигунів легкових автомобілів.

Керівник проекту: викладач автомеханічних дисциплін Венгер М.П.

Затверджені наказом ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя» від 17.04.2024р. №4/9-186.

2. Строк подання студентом проекту: «24» червня 2024 року.

3. Вихідні дані до проекту: Технічні характеристики базових деталей двигунів. Типові несправності ГБЦ. ТП демонтажу, розбирання і ремонту ГБЦ. 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. Універсальна схема ТП ремонту головки блоку циліндрів (ф. А-1).

3. Технологічна карта на ремонт головки блоку циліндрів (ф. А-1).

4. Стенд для ремонту головок блоків циліндрів (СК) (ф. А-1).

5. Технологічна карта на встановлення ГБЦ і ГРМ двигуна DV6TED4 (ф. А-1).

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 «19» квітня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Загально-технічний розділ	15.05.2024	
2.	Технологічний розділ	24.05.2024	
3.	Конструкторський розділ	31.05.2024	
4.	Охорона праці та безпека життєдіяльності	12.06.2024	
5.	Розробка графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра	17.06.2024	
6.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	24.06.2024	

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Максим ЯКИМЧУК
(ім'я та прізвище)

Микола ВЕНГЕР
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Якимчук М.М. Підвищення ефективності технологічного процесу ремонту головок блоків циліндрів двигунів легкових автомобілів: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2024. 85 с.

Поставлене завдання передбачає підвищення ефективності ремонту головок блоків циліндрів ДВЗ в умовах проектованого автотранспортного підприємства. Впровадження нового станда дозволить зменшити трудомісткість виконуваних робіт технологічного процесу розбирально-збиральних та регулювальних робіт, підвищить безпеку праці.

При розробці заходів підвищення ефективності використано сучасні засоби та технології, проаналізовано існуючі стенди для виконання аналогічних або схожих операцій технологічного процесу.

Ключові слова: СТО, сучасний двигун, головка блоку циліндрів, відновлення поверхонь, технологічний процес, діагностика, ремонт.

ABSTRACT

Yakymchuk Maksym. Increasing the efficiency of the technological process of repair cylinder heads of passenger car engines: qualifying work for obtaining a bachelor's degree in specialty 274 "Automotive transport". Ternopil: Separate Structural Subdivision "Ternopil Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University", 2024. 85 p.

The assigned task involves increasing the efficiency of the repair of diesel engine cylinder heads in the conditions of the designed motor vehicle enterprise. The introduction of the new stand will reduce the labor intensity of the technological process of disassembly, assembly and adjustment work, and increase labor safety.

When developing efficiency improvement measures, modern tools and technologies were used, existing stands for performing similar or similar operations of the technological process were analyzed.

Key words: service station, modern engine, cylinder head, restoration of surfaces, technological process, diagnostics, repair.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Загальні характеристики СТО.....	8
1.2 Варіантні структури СТО.....	9
1.3 Аналіз конструкційних особливостей сучасних двигунів.....	10
1.4 Огляд основних можливих несправностей двигунів.....	17
1.5 Методи діагностики двигунів.....	19
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	25
2.1 Технологічний розрахунок СТО.....	25
2.1.1 Вихідні дані для проектування.....	25
2.1.2 Середньорічний пробіг автомобілів.....	25
2.1.3 Визначення кількості технічних впливів.....	26
2.1.4 Режим роботи СТОА.....	26
2.1.5 Визначення трудомісткості технічних впливів.....	26
2.1.6 Розрахунок річної виробничої програми.....	27
2.1.6.1 Розрахунок річної виробничої програми міських СТОА.....	27
2.1.6.2 Розрахунок загальної трудомісткості робіт по ТО і ПР.....	29
2.1.7 Розподіл трудомісткості ТО і ПР по видах робіт СТОА.....	29
2.1.7.1 Визначення обсягу робіт по самообслуговуванню.....	30
2.1.8. Розрахунок кількості робітників цеху, дільниці, відділення.....	32
2.2 Характеристика моторної дільниці.....	35
2.3 Розрахунок площі моторної дільниці.....	38
2.4 Опис і характеристика двигуна.....	39
2.5 Описання конструктивних особливостей і умов роботи головки блоку циліндрів.....	43

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Якимчук М.М.</i>			<i>Підвищення ефективності технологічного процесу ремонту головок блоків циліндрів двигунів легкових автомобілів</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Венгер М.П.</i>					5	85
Реценз.						<i>ВСП «ТФК ТНТУ»</i>		
Н. Контр.		<i>Залцька Н.В.</i>						
Затверд.								

2.6 Технологічний процес демонтажу та монтажу ГБЦ.....	47
2.7 Технологічний процес дефектування ГБЦ.....	51
2.8 Технологічний процес ремонту ГБЦ.....	57
2.9 Вибір обладнання і оснащення для проведення операцій технологічного процесу ремонту.....	60
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	62
3.1 Аналіз існуючих стендів для ремонту головок блоків циліндрів.....	62
3.2 Обґрунтування та вибір пристрою для підвищення ефективності проведення ремонту головок блоків циліндрів.....	67
3.3 Розрахунок поперечних балок рами стенда.....	68
3.3.1 Перевірка міцності перерізу стержня.....	69
3.3.2 Розрахунок еквівалентних навантажень для точки 1.....	70
3.3.3 Розрахунок еквівалентного навантаження для точки 2.....	71
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	74
4.1 Характеристика моторної дільниці з точки зору охорони праці.....	74
4.2 Розрахунок освітлення моторної дільниці.....	75
4.3 Пожежна профілактика в умовах підприємства.....	77
4.4 Виробничий травматизм.....	78
4.5 Охорона праці і техніка безпеки при проведенні ремонтних операцій.....	78
4.6 Електробезпека.....	79
ВИСНОВКИ.....	82
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	83
ДОДАТКИ.....	85

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Важливими завданнями як на етапі виготовлення технічних засобів, так і в умовах їх експлуатації є забезпечення надійності та безпеки технічних транспортних засобів, а також економічної ефективності їх використання. Значна частина виробничої діяльності транспорту пов'язана з підтримкою та відновленням працездатності їх агрегатів.

Витрати праці на ремонт і обслуговування транспорту досить високі. Оскільки ціна на новий рухомий склад зростає, роль ремонтної промисловості та залежність від неї для основної транспортної діяльності зростає.

Використання запасних частин, що залишилися, має велике значення для підвищення економічної вигоди від технічного обслуговування автомобілів. Близько 70...75% деталей автомобіля і його пристроїв, що відпрацювали свій ресурс до першого капітального ремонту, мають залишковий ресурс, який може експлуатуватися в подальшому без ремонту або після дрібних ремонтних робіт.

Основну частину деталей автомобіля (40...45%) можна використовувати повторно тільки після відновлення. Вартість відновлення цих деталей не перевищує 10...50% вартості їх виготовлення.

Системи технічного обслуговування та ремонту призначені для забезпечення надійної та довговічної експлуатації транспорту. Виконувати різні види технічного обслуговування та планові ремонти, такі як поточний і капітальний ремонти потрібно проводити з заданою періодичністю.

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

В даній кваліфікаційній роботі розглядається питання підвищення ефективності ремонту головок блоків циліндрів.

					КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		7

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальні характеристики СТО

СТО автомобілів здебільшого розташовуються на території населених пунктів, або на їх околицях, поблизу доріг. Як правило вони мають яскраві вивіски, рекламні та інформаційні щити тощо.

Будь яка СТО включає власне приміщення з боксами, дільницями, відділеннями, прилеглу територію. Зазвичай є передбачена кімната для відпочинку та очікування для клієнтів, чиї автомобілі перебувають в ремонті.

Перелік робіт, що виконуються типовою СТО:

- діагностика та ремонт ходової частини автомобіля;
- діагностика та ремонт двигунів;
- заміна мастил;
- діагностика та ремонт коробок перемикачів передач;
- шиномонтаж;
- встановлення додаткового обладнання;
- автомийка;
- регулювання розвалу-сходження коліс;
- регулювання світла фар;
- електронна діагностика автомобіля;
- ремонт електрообладнання автомобіля;
- рихтовка та фарбування кузовів автообілів;

Щоб станція технічного обслуговування функціонувала належним чином, вона повинна мати налагоджені зв'язки з постачальниками запчастин і робочих матеріалів.

Весь комплекс робіт по ТО і ПР виконується в головному виробничому корпусі на відповідних зонах та дільницях. В деяких випадках на території СТО може розміщуватися декілька окремих споруд, кожна з яких має своє функціональне призначення.

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.2 Варіантні структури СТО

Структура СТО спрямована на встановлення чітких взаємозв'язків між усіма її підрозділами.

В залежності від форми власності, специфіки, місця розташування, розмірів СТО за кількістю обслуговуваних автотранспортних засобів за певний період часу, комплексу виконуваних робіт СТО можна розділити (див. рис. 1.1):

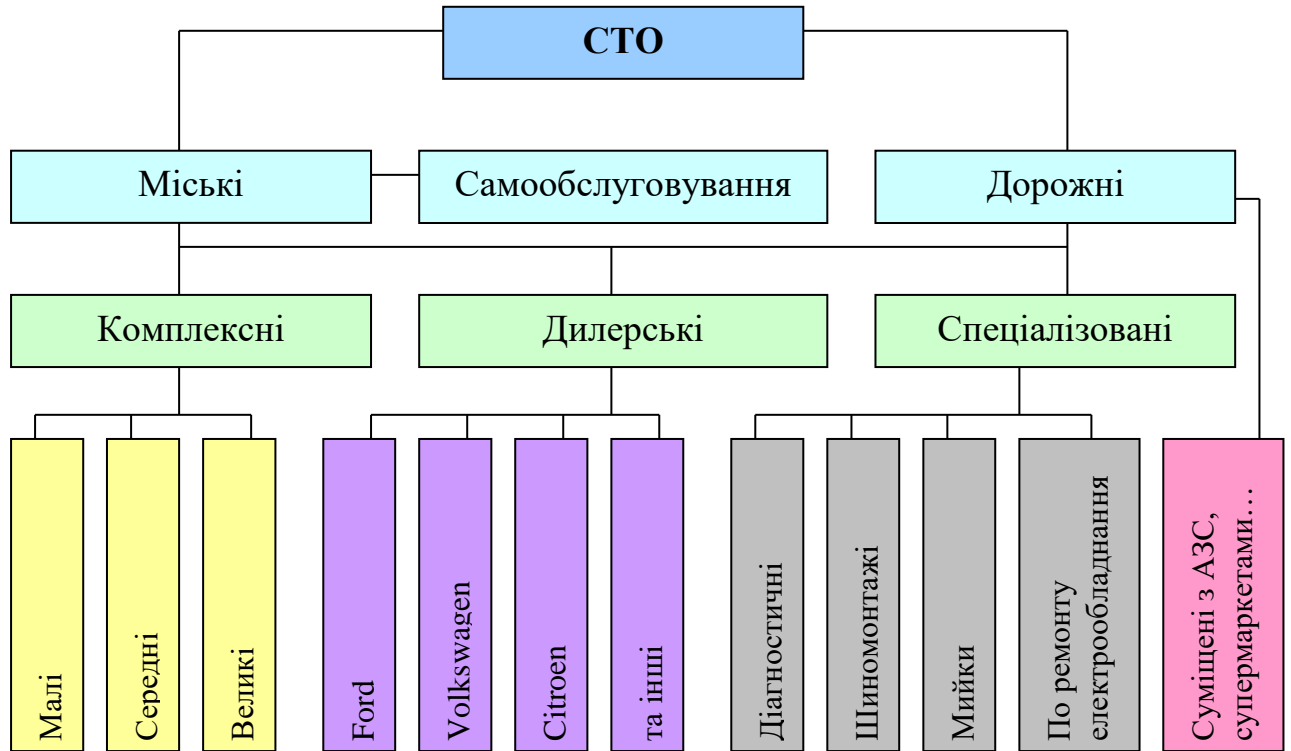


Рисунок 1.1 – Класифікація типової СТО

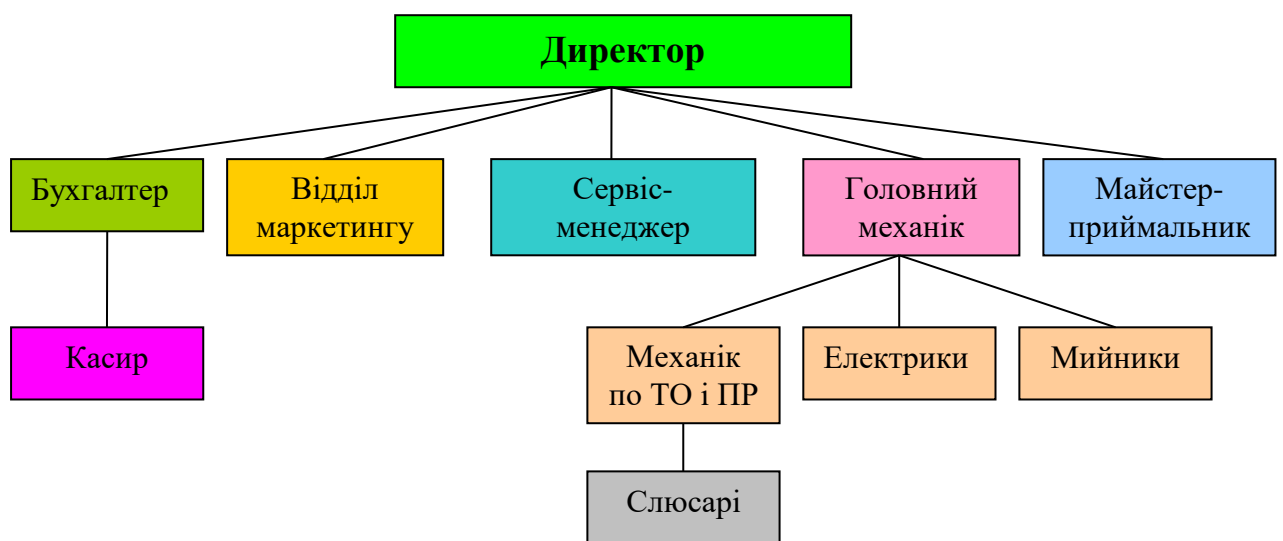


Рисунок 1.2 – Структура типової СТО

1.3 Аналіз конструкційних особливостей сучасних двигунів

Принцип роботи сучасних ДВЗ не змінився з моменту їх широкого впровадження в автомобілебудування, проте сама конструкція сучасних двигунів суттєво ускладнилася.

Про надійність сучасних автомобілів часто судять поверхнево, особливо у порівнянні з їхніми попередниками. Мовляв, водій тих років постійно возив із собою цілий набір запасних частин: ремінь генератора, свічки, прокладки, шланги, запас рідин та багато іншого. А тепер із запчастин у його багажному відділенні зазвичай лише ремкомплект для шин та компресор [8].

Спочатку визначимося з термінологією. Потім пробіжимося тими вузлами автомобіля, які нові технології як покращили, так і зіпсували [8].

Зазначені поняття не є синонімами, але часто вони використовуються не за призначенням, створюючи плутанину в технічних суперечках. Гарантійні зобов'язання автовиробників лише поглиблюють проблему. У «жигулівські» часи йшлося про 20000 км або рік експлуатації – реальна довговічність була вищою на порядок, а то й більше. Сьогодні ж гарантія становить 100000 км або три роки, але довговічність зовсім не зросла вдсятеро [8].

- Якість – це сукупність властивостей продукції, що зумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до її призначення.
- Надійність – це властивість об'єкта зберігати у часі свою працездатність.

Основні показники надійності – довговічність, безвідмовність, ремонтпридатність.

- Довговічність – властивість об'єкта зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі ТО та ремонту.
- Безвідмовність – властивість об'єкта безперервно зберігати працездатний стан протягом деякого напрацювання.
- Ремонтпридатність – властивість виробу, що визначає трудові та матеріальні витрати на його ремонт та ТО.

Алюміній замість чавуну. Блоки циліндрів сучасних двигунів стали робити з алюмінієвого металу. Річ у тім, що ливарне виробництво старих чавунних

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

блоків – процес екологічно дуже шкідливий. Тому він перейшов у країни третього світу. Що ж ми втратили разом із чавунними блоками? Чавунні блоки міцні, вони стійкі до перегріву і мінімально жолобляться, їм притаманні хороші демпфувальні властивості і висока жорсткість. Все це дозволяло робити циліндри прямо у чавуні. Сучасні алюмінієві конструкції мають тонкі ажурні стінки й окремі циліндри. Це так звана схема Open Desk, коли циліндри верхньої площини не з'єднані зі стінками блока. Внаслідок цього циліндри можуть деформувати один одного. Недарма в чотирициліндровому блоці геометрія другого і третього циліндра зазвичай страждає більше, ніж двох крайніх [8].

Ну а поверхню циліндра в алюмінієвому блоці утворює або тонкостінна, залита при виробництві чавунна гільза, якій не властива велика жорсткість, або покриття на зразок хромування нікасилом (нікелеве покриття) або алюсиллом (покриття з кремнієм). Заради справедливості відзначимо, що циліндри з покриттям дозволяють використовувати схему із закритим блоком, яка має більшу жорсткість. А загалом геометрія алюмінієвих блоків наближається вже до 100000-150000 км пробігу [8].

Даунсайзинг та турбонаддув. Щоб знизити масу, підвищити економічність та покращити екологічність моторів, автовиробники вдаються до зменшення робочого об'єму поршневої частини двигуна, а для збереження показників потужності застосовують турбонаддув. Це призводить до зростання навантаження на всі елементи поршневої частини мотора. При цьому матеріали, які застосовуються в таких моторах, аж ніяк не з асортименту аерокосмічної промисловості. Тому, де це можливо, намагаються залишити деталі та вузли від безнаддувних двигунів колишніх поколінь. Доходить до того, що у силового агрегата просто відрізають «зайвий» циліндр, створюючи незрівноважені трициліндрові мотори, що мають неприємний звук. При цьому навантаження на деталі зростають пропорційно до збільшення крутного моменту [8].

Отже, поршнева частина стає менш надійною, але до неї додається ще турбокомпресор. Цей агрегат, по суті, міг би бути самостійним газотурбінним двигуном, а тому він має багато систем: управління, мащення, охолодження. А ще

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

останнім часом поширюється технологія подвійного наддуву, де використовуються два турбокомпресори або приводний нагнітач у поєднанні з турбокомпресором. Все це пов'язано з відповідними системами двигуна і змушує згадати про збільшення ймовірності поломок системи, кількість елементів якої зростає [8].

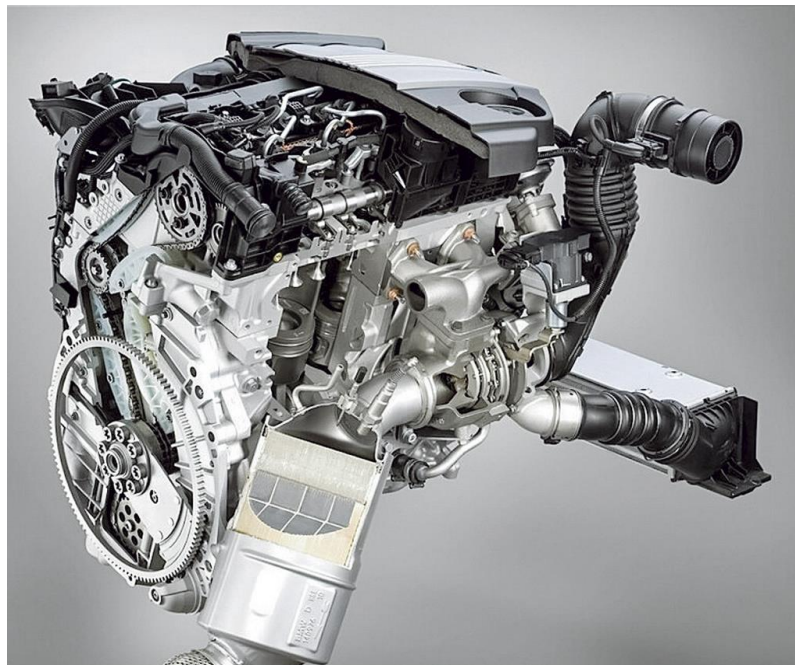


Рисунок 1.3 – Компонування сучасного двигуна

«Альтернативні» приводи ГРМ. На деяких двигунах ланцюговий привод ГРМ розташовується не з боку носка колінчастого вала, а між останнім циліндром та маховиком (див. рис. 1.3). При цьому для заміни ланцюга необхідно зняти двигун. Такі, наприклад, дизельні мотори BMW, Audi та інші як чотири-, так і шестициліндрові [8].

Катколектор замість нейтралізатора під підлогою. Через екологічні вимоги каталітичний нейтралізатор стали розміщувати все ближче до випускних отворів головки блоку циліндрів (див. рис. 1.4). Якщо раніше нейтралізатор стояв під днищем автомобіля, то тепер його встановили впритул до двигуна, використовуючи так звані катколектори. Недолік у тому, що при руйнуванні керамічної начинки нейтралізатора тверді частинки потрапляють через відкриті випускні клапани в циліндри і спричиняють задири. Однак майже всі сучасні безнаддувні мотори мають катколектори, і тільки деякі виробники (серед них,

						<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			12

наприклад, Renault) все ще на якихось своїх автомобілях для країн третього світу розміщують нейтралізатор під підлогою, дотримуючись при цьому норм Євро 5 [8].

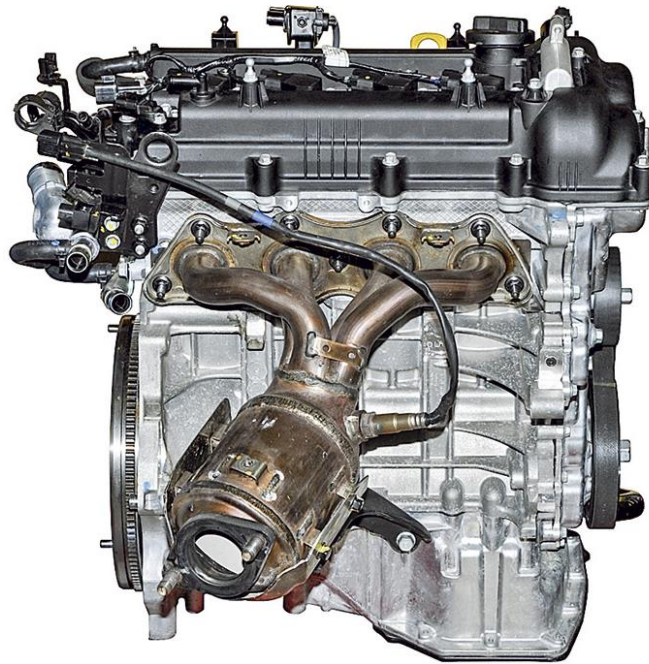


Рисунок 1.4 – Двигун з катколектором

Безпосереднє упорскування та комбіноване упорскування. Історично спочатку з'явилося розподілене упорскування пального у впускний трубопровід. Причому факел розпиленого бензину був направлений на впускний клапан, завдяки чому здійснювалося його очищення від відкладень частинок оливи та нагару, які завжди є у впускному трубопроводі. Потім, щоб поліпшити характеристики двигунів, почали застосовувати безпосереднє (пряме) упорскування. Форсунки впорскують пальне прямо у циліндри під високим тиском, завдяки чому можна оптимізувати сумішоутворення і змусити двигун працювати на збіднених сумішах. А це економія пального [8].

Але при такій системі з'являється ціла купа проблем. Основні – підвищені вимоги до чистоти та октанового числа пального, часта заміна паливних фільтрів. Не дотримання призводить до раннього зношування дорогої паливної помпи високого тиску, форсунок, а також нестійку роботу двигуна і поганий пуск, а надто при низьких температурах. Потрібно зазначити також необхідність

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

особливого підбору моторної оливи, яка забезпечувала б мінімальне утворення нагару – вона, на жаль, дає нижчий захист від спрацювання деталей двигуна. Потрібно проводити очищення впускних клапанів не менш ніж раз на 100000 км пробігу, тому що в іншому випадку двигун буквально задихається від нестачі повітря. Якщо зволікати з очищенням, клапан може заклинити у відкритому стані і він буде загнутий від удару поршнем [8].

Дизельні проблеми. Традиційними проблемами сучасних дизельних моторів можна вважати швидке заростання сажею клапана EGR та засмічення сажевого фільтра. На довговічність обох елементів при експлуатації у нашій країні насамперед впливає невисока якість дизельного пального, хоча й низькі температури у поєднанні з короткими поїздками роблять свій внесок також [8].

Пластмасові впускні трубопроводи. Впускні трубопроводи із керованою довжиною – ефективний засіб підвищення характеристик двигуна. Але найчастіше в пластмасовому впускному трубопроводі канали перекривають пластмасові заслінки. Згодом спрацювання рухомих компонентів цього механізму при наявності частинок нагару та пилу досягає граничних показників, внаслідок чого заслінки починають хитатися. Це знижує точність регулювання та часто призводить до підсмоктування у двигун неочищеного повітря [8].

Об'єднана з помпою система золотників замість термостата. Останнім часом поширилась тенденція переходу від простих термостатів до термостатів з елементами підігріву – і далі, до повної відмови від керування за допомогою термочутливих елементів. Управління потоками охолоджуючої рідини передано золотниковим механізмам, керованим електроприводами за командами електронного блока управління (див. рис. 1.5). Складність системи різко зростає [8].

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

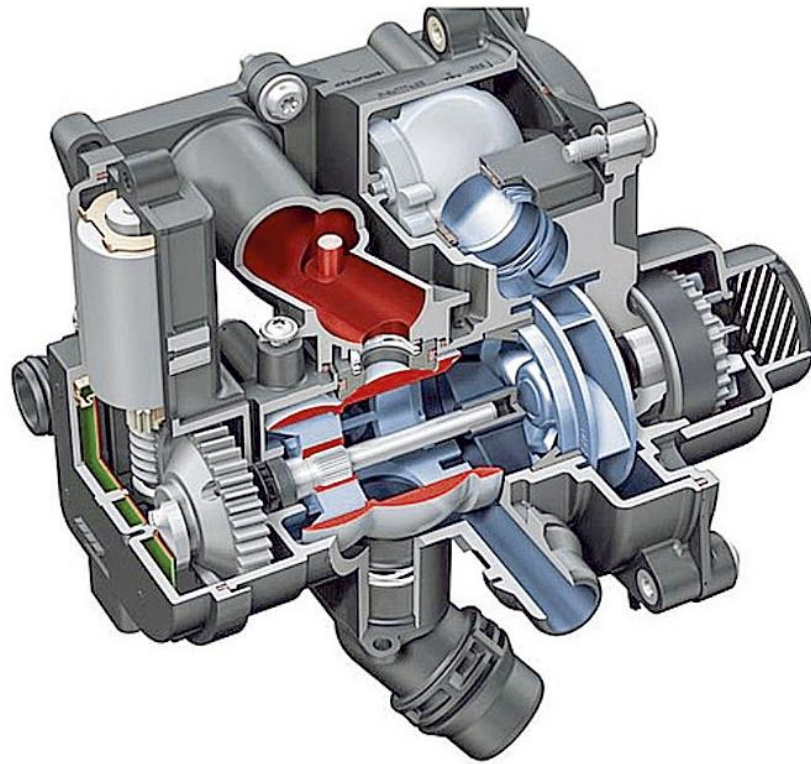


Рисунок 1.5 - Помпа системи охолодження із вбудованою системою регулювання температури

Старт-стоп – система, яка при невеликих паузах руху автомобіля глушить двигун, а потім запускає його знову, не подобається більшості автолюбителів. І не безпідставно. Зростає навантаження на стартер та АКБ, та й двигуну зайві пуски не потрібні. Як відомо, більшість валів у двигуні обертається на гідродинамічних вальниціях. Тобто вал не торкається стінок отвору, в якому працює, а завдяки оливному клину обертається «безконтактно» при малому терті і майже без зношування. Але все це в усталеному режимі. А коли двигун зупиняється, то оливний клин зникає, а вали «лягають на дно» – притискаються до поверхонь. Колінвал під дією ваги опускається вниз, а розподільні вали під дією клапанних пружин притискаються вгору. Через деякий час система старт-стоп зриває їх з насидженого місця. Результат – зрив мікрочастинок металу і щоденне зношування, нехай і мізерне [8].

Двомасовий маховик. Більшість сучасних автомобілів із механічною коробкою передач і потужними моторами, а також всі дизельні машини оснащують двомасовими маховиками (див. рис. 1.6), які роблять рушання

плавнішим. Але термін служби такого типу маховиків рідко перевищує ресурс веденого диска зчеплення; відомі випадки, коли двомасові маховики виходили з ладу навіть раніше. Їздити з розбитим двомасовим маховиком неможливо, а заміна обійдеться в кругленьку суму [8].

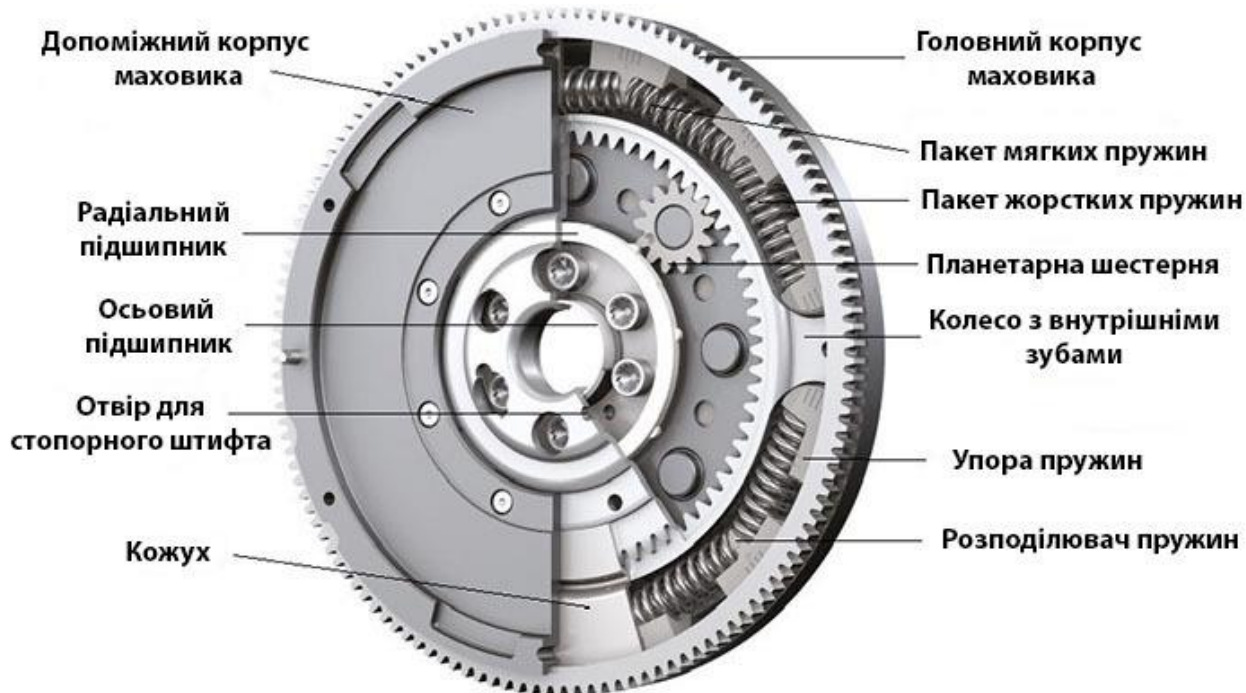


Рисунок 1.6 – Двомасовий маховик

«Золота доба надійності». Було перераховано далеко не всі проблеми, з якими стикаються власники сучасних автомобілів. Але факт очевидний: тенденції у моторобудуванні змінилися. Завдяки прогресивним технологіям кожен автовиробник отримав можливість досить точно розраховувати термін служби своїх двигунів, що дозволило максимально заощадити на зайвому запасі міцності, такому необхідному за старих часів [8].

Золота доба надійності закінчилася в 90-х роках минулого століття, коли європейські моторобудівники ще не гналися за наднизькими нормами токсичності та прагнули створити реальні мільйонники. Японцям потрібно було завойовувати автомобільні ринки, тому їхні машини славилися надійністю. Американці забезпечували великий ресурс завдяки моторам великого робочого об'єму з перевіреними рішеннями на зразок нижнього розташування розподільного вала. Сьогодні ж практично всі автовиробники не переймаються постгарантійною

експлуатацією своїх машин. Їхнє завдання – вчасно відправити автовласника купувати нову автівку, доки стара не почала сипатися синхронно із закінченням гарантії. А саме така поведінка сьогодні трапляється навіть у найвідоміших брендів. Ось чому часто не рекомендується купувати автомобілі з серйозним постгарантійним пробігом без проведення детальної діагностики. Наступні ремонти можуть виявитися надмірно дорогими та трудомісткими [8].

1.4 Огляд основних можливих несправностей двигунів

Несправності КШМ – найсерйозніші несправності двигуна. Їх усунення дуже трудомістке й витратне, тому що, найчастіше, передбачає проведення капітального ремонту двигуна [4, с. 49].

До несправностей КШМ відносяться:

- знос корінних і шатунних підшипників;
- знос поршнів і циліндрів;
- знос поршневих пальців;
- поломка і залягання поршневих кілець.

Основними причинами даних несправностей є:

- вироблення встановленого ресурсу двигуна;
- порушення правил експлуатації двигуна (використання неякісної оливи, збільшення термінів технічного обслуговування, тривале використання автомобіля під навантаженням і ін.)

Практично всі несправності КШМ можуть бути діагностовані за зовнішніми ознаками, а також за допомогою найпростіших приладів (стетоскопа, компресометра). Несправності КШМ супроводжуються сторонніми шумами і стуками, димленням, падінням компресії, підвищеною витратою оливи, втратою потужності, підвищеною витратою палива.

При діагностуванні зносу корінних і шатунних підшипників подальша експлуатація автомобіля категорично заборонена.

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Таблиця 1.1 – Зовнішні ознаки і відповідні їм несправності КШМ

Ознаки	Несправності
глухий стук в нижній частині блоку циліндрів (підсилюється при збільшені обертів і навантажені); зниження тиску масла (світиться сигнальна лампа)	знос корінних підшипників
плаваючий глухий стук в середній частині блоку циліндрів (підсилюється при збільшені обертів і навантажені, пропадає при відключенні відповідної свічки запалювання); зниження тиску масла (світиться сигнальна лампа)	знос шатунних підшипників
дзвінкий стук (стук глиняної посуду) на холодному двигуні (зникає при прогріві); синій дим відпрацьованих газів	знос поршнів і циліндрів
дзвінкий стук у верхній частині блоку циліндрів на всіх режимах роботи двигуна (підсилюється при збільшені обертів і навантажені, пропадає при відключенні відповідної свічки запалювання)	знос поршневих пальців
синій дим відпрацьованих газів; зниження рівня масла в картері двигуна; робота двигуна з перебоями	поломка і залягання кілець

Основними несправностями ГРМ є:

- порушення теплових зазорів клапанів;
- знос підшипників, кулачків розподільного вала;
- зниження пружності і поломка пружин клапанів;
- зависання клапанів;
- знос і подовження ременя приводу розподільного вала;
- знос зубчастого шківа приводу розподільного вала;
- знос масловідбивних ковпачків, стрижнів клапанів, напрямних втулок;

- нагар на клапанах.

Можна виділити наступні причини несправностей ГРМ (вони, в основному, аналогічні причинам несправностей КШМ:

- вироблення встановленого ресурсу двигуна і, як наслідок, висока зношеність конструктивних елементів;
- порушення правил експлуатації двигуна, в тому числі використання неякісної (рідкої), забрудненої оливи, застосування палива з високим вмістом смол, тривала робота двигуна на граничних режимах.

Таблиця 1.2 – Зовнішні ознаки і відповідні їм несправності ГРМ

Ознаки	Несправності
металевий стук в головці блоку циліндрів на малих і середніх обертах; зниження потужності двигуна	порушення теплового зазору клапанів; знос підшипників, кулачків розподільного вала
шум в районі приводу розподільного вала; вистріли в глушнику	знос і подовження ремня приводу розподільного вала; знос зубчастого шківа приводу
синій дим відпрацьованих газів; зниження рівня масла в картері двигуна; зниження потужності двигуна	знос масло відбивних ковпачків, стержнів клапанів, направляючих втулок; несправності КШМ
дзвінки металеві стуки (детонаційні стуки) при розгоні автомобіля; робота двигуна з перебоями	нагар на клапанах; несправності КШМ; бензин низької якості
короткотривалі провали в роботі холодного двигуна; зниження потужності двигуна; перегрів двигуна	зниження пружності і поломка пружин клапанів; зависання клапанів

1.5 Методи діагностики двигунів

Суть діагностики двигуна автомобіля: швидко й вірогідно визначити несправність у його роботі. Той факт, що безупинно поповнюється «арсенал» електронних діагностичних приладів, тільки полегшує життя діагност-ремонтника. Правильно поставлений діагноз, особливо коли мова йде про неполадки у двигуні, - це навіть не половина справи. У багатьох випадках постановка точного діагнозу і є лівова частина всього ремонту. Сам ремонт, що

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

полягає в заміні якого-небудь датчика або приміром, відновленні закислого контакту, займає лічені хвилини. Головне розібратися в чому причина: у несправності електрики або винне «залізо» двигуна, у наслідку його зношування або обростання нагаром [3, с. 66].

Насправді, сканер, мотортестер або газоаналізатор не можуть допомогти мотористові визначити стан і ступінь зношеності КШМ двигуна, дати йому об'єктивну картину якості проведеного ремонту або ж надати майстру інформацією, що дозволяє спрогнозувати залишковий ресурс КШМ. Для цього існують прості способи діагностики циліндро-поршневої групи (ЦПГ).

Діагностування КМШ по компресії в циліндрах (див. рис. 1.7).

Замір компресії в циліндрах – найпоширеніший метод. Звичайно, жоден моторист не обходиться без компресометра. Інформація, одержувана за допомогою цього приладу, безумовно, важлива й необхідна, але все таки недостатня для виявлення причин, що викликають відхилення величини компресії в циліндрах від номінальних значень [2, с. 127].

Недоліки компресометра: у прилада доволі велика похибка (до 10 %). Крім того, його неважко обдурити: масло, яке залишається на стінках циліндра при зношеному шкребку маслосмітного кільця, ущільнює компресійні кільця, а зайва кількість палива розмиває масляний клин, зменшуючи величину компресії. У таких випадках показання приладу можуть не збігатися з реальністю. Також, на показники компресії впливають пускові обороти колінчатого вала й температура двигуна. При розрядженому акумуляторі, втрата компресії становить у середньому 1-1,5 атм [2, с. 129].

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20



Рисунок 1.7 – Компресометр автомобільний

Крім того, на показники компресії зношеної ЦПГ сильний вплив будуть виявляти такі фактори, як опір у впускному патрубку, температура масла, паразитний обсяг перехідного обладнання (ПУ) і т.д.

От два типові приклади: компресія в карбюраторному двигуні з більшим пробігом склала 11-12 атм, що відповідає нормі нового двигуна. У той же час витрата масла на вигар перевищив 1,2-2,0 л на 1000 км пробігу. В іншому прикладі двигун машини з малим пробігом мав компресію близько 7 атм внаслідок несправності системи паливободачі – у циліндри надходила велика кількість палива, яка змивала масло зі стінок циліндрів.

Недолік діагностичної інформації тягне невиправдані втрати часу, отже, знижує прибутковість авторемонтної майстерні. Нерідко трапляється, що через «закоксування» кілець або нещільного прилягання клапана двигун розбирають цілком, не зумівши визначити причину порушення його нормальної роботи. Хоча досить замінити маслоснімки ковпачки або спробувати «розмочити» кільця спеціальними присадками.

Діагностування КШМ по прориву картерних газів

Оцінка стану КШМ по прориву картерних газів має недостатню точність, обумовлену впливом витоків газів через ущільнення. Звести до мінімуму вплив

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

витоків можливо лише при примусовому відсмоктуванні газів з картера, для забезпечення в ньому атмосферного тиску при вимірі витрати, що досить трудомістко. На показання індикатору впливає також рівень вібрації ДВЗ.

Крім того, даний метод не дозволяє визначити окремий несправний циліндр і, тим більше, визначити першопричини зниження працездатності ЦПГ, а до витоків через клапан взагалі нечутливий. Із цих причин обладнання оцінюючі стан ЦПГ по витраті картерних газів цілком справедливо були названі індикаторами.

Діагностика двигуна пневмотестером

Діагностика пневмотестером (визначення величини витоків через камеру згоряння) дозволяє виявляти конкретний несправний циліндр. Поршень циліндра, що перевіряється, виставляється при повільному прокручуванні колінчастого вала на робочий такт стиску або розширення (при повністю закритих клапанах). У циліндр подається стиснене повітря й по різниці тиску на вході в циліндр і усередині циліндра оцінюється пневмощільність. Даний метод може бути реалізований тільки в стаціонарних умовах при наявності джерела стисненого повітря.

Недоліки даного методу:

По-перше: необхідно виставити поршень хоча б у дві позиції – на середині й наприкінці такту стиску. Технічно проробити цю операцію досить складно, особливо якщо двигун оснащений АКПП, такий автомобіль уже просто вперед-назад не поштовхаєш, буде потрібно підіймач.

По-друге: при перевірці останніх циліндрів ми одержимо гірші результати, внаслідок витоків до моменту перевірки частини масла з поверхні гільзи в картер.

По-третє: вірогідно можна оцінити тільки виток через клапани. Про поточний стан кілець або зношення гільзи цей метод вірогідно не вказує.

По-четверте: цей метод досить трудомісткий, тому що діагностика кожного циліндра займає доволі багато часу.

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

Аудіодіагностика несправностей двигуна

Важливою умовою визначення причини нефункціонального стукоту в двигуні є аудіодіагностика із використанням стетоскопа, ефективного й недорогого приладу.

Аудіодіагностика стетоскопом (див. рис. 1.8) дозволяє:

- виключити вплив загального шуму двигуна, що маскує джерело стукоту;
- підтвердити або спростувати наявність нефункціонального стукоту;
- визначити характер стукоту;
- визначити інтенсивність стукоту;
- визначити залежність стукоту від температури й частоти обертання;
- визначити зону розташування джерела стукоту.

Використання даних аудіодіагностики дозволяє більш коректно спланувати дії по додатковій діагностиці й усуненню дефекту. Аудіодіагностику доцільно повторювати на одному двигуні неодноразово після різних етапів усунення дефекту.



Рисунок 1.8 – Діагностування стуків за допомогою стетоскопа

Комп'ютерна діагностика авто сканерами та мотор тестерами

Щоб перевірити працездатність електрообладнання, не розбираючи при цьому автомобіль — використовується комп'ютерна діагностика

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

електрообладнання. Вона промоніторить всі електровузли та електроагрегати та безпомилково визначить поточний стан електрообладнання автомобіля.

У комп'ютерну діагностику двигуна входить [3, с. 89]:

- перевірка системи живлення;
- перевірка системи запалювання;
- перевірка всіх електричних компонентів (датчиків, механізмів і систем);
- читання кодів несправностей.

Сучасні автомобілі обладнуються системою самодіагностики, яка постійно моніторить роботу електричних систем, механізмів і при появі найменших несправностей інформують про це водія у вигляді помилок.

Візуальний огляд двигуна (див. рис. 1.9).

Візуальний огляд двигуна проводиться з метою виявлення механічних несправностей, підтікання масла, перевірки рівня спецрідин, наявності всіх компонентів, стану ущільнень, кріплення тощо.



Рисунок 1.9 – Огляд двигуна відеоендоскопом

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний розрахунок СТО

2.1.1 Вихідні дані для проектування

Приймаю наступні вихідні дані для розрахунку виробничої програми СТО:

– кількість автомобілів, що обслуговуються на СТОА за рік:

A_1 – 198 од. – автомобілів особливо малого класу;

A_2 – 221 од. – автомобілів малого класу;

A_3 – 247 од. – автомобілів середнього класу;

– тип станції – міська;

– режими роботи СТОА – $D_p = 250$ дні на рік / 8 год. на добу;

2.1.2 Середньорічний пробіг автомобілів

Середньорічний пробіг автомобілів, які знаходяться у власному користуванні може бути прийнятий в межах 8-12 тис. км. Аналіз використання легкових автомобілів на протязі року показує, що значна частина автомобілів (в першу чергу особливо малого класу) у зимовий період не експлуатується.

В таблиці 2.1 наведені середні прийняті значення річних пробігів різних класів легкових автомобілів.

Таблиця 2.1 – Середньорічний пробіг автомобілів

Тип легкових автомобілів	Середній річний пробіг, тис. км
1. Особливо малого класу (робочий об'єм двигуна до 1,2 л)	6
2. Малого класу (робочий об'єм двигуна від 1,2 до 1,8 л)	13
3. Середнього класу (робочий об'єм двигуна від 1,8 до 3,5 л)	12

З метою економії часу та ресурсів розрахунки та оформлення технологічного розділу кваліфікаційної роботи бакалавра виконано в програмі Microsoft Excel, тому розраховані значення з формул автоматично зведені у відповідні таблиці.

					КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

2.1.3 Визначення кількості технічних впливів

Добова кількість обслуговувань автомобілів на міській СТОА може бути визначена з виразу 2.1

$$N = \frac{N_{СТОА} \cdot d}{D_P}, \quad (2.1)$$

де d – кількість заїздів на СТОА одного автомобіля в рік, приймаю $d = 3$;

$N_{СТОА}$ – кількість автомобілів що обслуговуються на СТОА;

D_P – кількість днів роботи СТОА в році.

$$N_{СТОА} = A1 + A2 + A3, \quad (2.2)$$

Таблиця 2.2 – Визначення кількості технічних впливів

№ формули	Найменування	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення
2.1	Кількість обслуговуваних автомобілів за добу	N	шт.	8
2.2	Загальна кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО	$N_{СТОА}$	шт.	666

2.1.4 Режим роботи СТОА

СТО працює в 1 зміну по 8 годин.

2.1.5 Визначення трудомісткості технічних впливів

На СТО знаходиться 4 робочі пости, тому питому трудомісткість ТО і ПР приймаємо: $T_{A1} = 3,1/1000$ (люд.·год./км) – для автомобілів особливо малого класу; $T_{A2} = 3,7/1000$ (люд.·год./км) – для автомобілів малого класу; $T_{A3} = 4,1/1000$ (люд.·год./км) – для автомобілів середнього класу.

На СТО також присутня механізована мийка автомобілів, її трудомісткість складає $T_{ПМ} = 0,25$ (люд.·год.).

2.1.6 Розрахунок річної виробничої програми

2.1.6.1 Розрахунок річної виробничої програми міських СТОА

Річний обсяг робіт в міських станціях по технічному обслуговуванню та ремонту ДТЗ визначається за формулою

$$T_{ТОіПР}^P = T_{A1}^P + T_{A2}^P + T_{A3}^P, \quad (2.3)$$

де T_{An} – питома трудомісткість виконання робіт по ТО і ПР автомобілів певного класу, (люд.·год./1000км).

Так як наша станція комплексна, то ми повинні врахувати різні класи легкових автомобілів і формула буде виглядати таким чином

$$T_{An}^P = N_{An} \cdot L_{PAn} \cdot T_{An} / 1000 \text{ км}, \quad (2.4)$$

де N_{An} – кількість автомобілів певного класу;

L_{PAn} – середньорічний пробіг автомобілів певного класу, км;

T_{An} – питома трудомісткість виконання ТО і ПР певного класу, люд.·год.

Річний об'єм прибирально-мийних робіт $T_{ПМ}$ визначається виходячи із кількості заїздів автомобілів на СТОА в рік для виконання прибирально – мийних робіт та середньої трудомісткості виконання цих робіт.

$$T_{ПМ}^P = N_{СТОА} \cdot d \cdot T_{ПМ} \quad (2.5)$$

де $N_{СТОА}$ – кількість заїздів автомобілів на СТОА для виконання прибирально-мийних робіт;

$T_{ПМ}$ - питома трудомісткість прибирально-мийних робіт одного автомобіля,

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

приймаю $T_{ПМ} = 0,25$ (люд.·год.).

На СТОА прибирально-мийні роботи виконуються не тільки перед ТО і ПР, але й як самостійний вид послуг, то загальна кількість заїздів на прибирально-мийні роботи приймається з розрахунку одного заїзду на 800-1000 км пробігу кожного автомобіля, що обслуговуються на станції. Загальна трудомісткість, прибирально-мийних робіт, що виконуються на такій станції, визначається за формулою.

$$T_{ПМ}^{ЗАГ} = T_{ПМ}^P + T_{ПМ} \cdot (I \cdot N_{СТОА}), \quad (2.6)$$

де I – кількість заїздів автомобілів для виконання тільки прибирально-мийних робіт, приймаю $I=25$ заїздів.

$T_{ПМ}^P$ – трудомісткість прибирально-мийних робіт які виконуються, перед ТО і ПР, звідси отримуємо.

Таблиця 2.3 – Річна виробнича програма

№ формули	Найменування	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення
2.3	Об'єм робіт з ТО і ПР ДТЗ в рік	$T_{ТОіПР}^P$	люд.·год.	22690
2.4	Об'єм робіт з ТО і ПР автомобілів особливого малого класу	T_{A1}^P	люд.·год.	5282
	Об'єм робіт з ТО і ПР автомобілів малого класу	T_{A2}^P	люд.·год.	9379
	Об'єм робіт з ТО і ПР автомобілів середнього класу	T_{A3}^P	люд.·год.	8028
2.5	Об'єм прибирально-мийних робіт	$T_{ПМ}^P$	люд.·год.	493
2.6	Загальний об'єм прибирально-мийних робіт на СТОА	$T_{ПМ}^{ЗАГ}$	люд.·год.	4599

2.1.6.2 Розрахунок загальної трудомісткості робіт по ТО і ПР

Загальна трудомісткість робіт, що виконуються на СТОА дорівнює сумі трудомісткостей робіт по ТО і ПР автомобілів, прибирально-мийних робіт та робіт по передпродажній підготовці (якщо такі роботи проводяться).

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{ТОіПР}}^P + T_{\text{ПМ}}^{\text{заг}} + T_{\text{ПП}}, \quad (2.7)$$

Таблиця 2.4 – Загальна трудомісткість

№ формули	Найменування	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення
2.7	Загальний об'єм робіт	$T_{\text{заг}}$	люд.·год.	27289

2.1.7 Розподіл трудомісткості ТО і ПР по видах робіт СТОА

Для визначення виробничої програми кожної дільниці СТОА отриманий в результаті розрахунку річний об'єм робіт по ТО і ремонту автомобілів розподіляють за видами робіт та місцем їх виконання (на постах чи у робочих відділеннях).

Розподіл робіт за видами на СТО наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Розподіл об'єму робіт (у %) по видах та місцю робіт СТОА

Види робіт	Розподіл об'єму робіт в залежності від кількості постів на станції, %	Розподіл об'єму робіт по місцю їх виконання, %	
		На роб. постах	У виробничих відділеннях
1. Діагностування	5	100	—
2. ТО в повному об'ємі	25	100	—
3. Мазильні	5	100	—
4. Регулювальні по установці геометрії передніх коліс	7	100	
5. Регулювальні по гальмівній системі	5	100	

Продовження таблиці 2.5

6. Обслуговування та ремонт приладів системи живлення, електротехнічні	6	75	25
7. Шиномонтажні	5	30	70
8. ПР вузлів та агрегатів	20	45	55
9. Кузовні (бляхарські, зварювальні, мідницькі)	10	75	25
10. Малярні	10	100	–
11. Обойні і арматурні	2	50	50
Всього	100	–	–

2.1.7.1 Визначення обсягу робіт по самообслуговуванню

У СТОА виконується деякий обсяг допоміжних робіт $T_{ДОП}^P$ (люд.·год.), які складаються з робіт самообслуговування $T_{САМ}^P$ (люд.·год.) та робіт загально-виробничого призначення $T_{ЗАГ}^P$ (люд.·год.).

Роботи з самообслуговування – це поточний догляд за будівлями, спорудами, ремонт устаткування, обладнання та інвентаря, обслуговування котелень та інше.

Ці роботи у СТОА виконує відділ головного механіка (якщо трудомісткість робіт 10000 люд.·год. і більше). При меншій трудомісткості ці роботи виконуються силами ремонтного підрозділу СТОА.

$$T_{ДОП}^P = b \cdot T_{ЗАГ}^P, \quad (2.8)$$

де b – коефіцієнт визначення обсягу робіт, приймаю $b = 0,2$;

$$T_{ДОП}^P = T_{ЗАГ}^P + T_{САМ}^P; \quad (2.9)$$

$$T_{САМ}^P = 0,45 \cdot T_{ДОП}^P; \quad (2.10)$$

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$T_{ЗАГ}^P = 0,55 \cdot T_{ДОП}^P ; \quad (2.11)$$

Таблиця 2.6 – Об'єм робіт по самообслуговуванню

№ формули	Найменування	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення
2.8	Річний об'єм допоміжних робіт	$T_{ДОП}^P$	люд.·год.	5458
2.9	Об'єм допоміжних робіт	$T_{ДОП}$	люд.·год.	5458
2.10	Об'єм робіт по самообслуговуванню	$T_{САМ}^P$	люд.·год.	2456
2.11	Об'єм загально-виробничих робіт	$T_{ЗАГ}^P$	люд.·год.	3002

Річний обсяг робіт з самообслуговування зводимо в таблицю 2.7, враховуючи рекомендований розподіл за видами робіт.

Таблиця 2.7 – Річний обсяг робіт з самообслуговування

Вид робіт	Обсяг робіт	
	%	люд.·год.
Електротехнічні	25	614
Механічні	10	246
Слюсарні	16	393
Ковальські	2	49
Зварювальні	4	98
Бляхарські	4	98
Мідницькі	1	25
Трубопровідні	22	540
Ремонтно-будівельні	16	393
Всього:	100	2456

Річний обсяг загально-виробничих робіт зводимо в таблицю, враховуючи рекомендований розподіл за видами робіт.

Таблиця 2.8 – Річний обсяг загально-виробничих робіт

Вид робіт	Обсяг робіт	
	%	люд.·год.
Транспортні	25	751
Переміщення автомобілів	26	780

Продовження таблиці 2.8

Приймання, зберігання, видача матеріальних цінностей	24	720
Прибирання території, приміщень	25	751
Всього:	100	3002

2.1.8. Розрахунок кількості робітників цеху, дільниці, відділення

При розрахунку розрізняють технологічно необхідну та штатну кількість робітників. Технологічно необхідна кількість робітників забезпечує виконання добової, а штатна – річної виробничої програм (обсягів робіт) по ТО і ПР.

Значення річного виробничого фонду робочого часу робочого місця (Φ_{PM}), можна прийняти по таблиці 2.9 або визначити розрахунком на основі тривалості робочої зміни (в залежності від тривалості робочого тижня) та кількості робочих днів в році.

Таблиця 2.9 – Річні фонди часу виробничих робітників

Професії робітників	Тривалість			
	Робочого тижня (годин)	Основної відпустки (днів/год)	Фонд робочого часу, год.	
			Φ_{pm}	$\Phi_{ш}$
Прибиральник та мийник рухомого складу, вантажник, комплектувальник, слюсар по ТО і ремонту, слюсар по ремонту агрегатів, вузлів та систем, автоелектрик, шиномонтажник	40	14/336	46800	44612
Верстатник по металообробці, столяр, арматурник, бляхар, слюсар по ремонту обладнання та інструменту, комірник, заправник	40	14/336	46800	44612
Слюсар по ремонту приладів системи живлення двигунів, які працюють на бензині, коваль, мідник, газоелектрозварювальник, вулканізатор, акумуляторник	40	21/504	46800	44444
Маляр	35	21/504	46400	42180

Для професій з нормальними умовами праці встановлений 40-ка годинний

робочий тиждень, а для шкідливих умов праці – 35-ти годинний. Тривалість робочої зміни $T_{ЗМ}$ для виробництва з нормальними умовами праці при п'ятиденному робочому тижні складає 8 год., а при шестиденному – 7 год. (при цьому скорочення робочого дня на одну годину у передвихідні та передсвяткові дні закладено в загальному балансі робочого часу). Для шкідливих умов праці при 5-ти денному робочому тижні $T_{ЗМ} = 7$ год., а при 6-ти денному – 6 год.

Загальна кількість робочих годин на рік як при 6-ти денному, так і при 5-ти денному робочому тижні однакова. Тому і річний фонд часу $\Phi_{Р.М.}$, розрахований для 6-ти денного робочого тижня, буде рівний річному фонду часу при 5-ти денному робочому тижню.

При розрахунку кількості робітників використовуємо формулу

$$P_T = \frac{T_{ЗМ}}{\Phi_{Р.М.}}, \quad (2.12)$$

де $\Phi_{Р.М.}$ – фонд робочого часу мідницької дільниці;

$$\Phi_{Р.М.} = t_{ЗМ} \cdot (D_K - D_{в.} - D_{св.}) - D_{ПС} \cdot (t_{ЗМ} - 1) + D_C \cdot (t_{ЗМ} - 2), \quad (2.13)$$

де D_K – кількість календарних днів в році, приймаю 365 днів = 8760 год.;

$D_{в.}$ – кількість вихідних днів в році, приймаю 110 дні = 2640 год.;

$D_{св.}$ – кількість святкових вихідних днів, приймаю 8 днів = 192 год.;

$D_{ПС}$ – передсвяткові і скороченні дні, приймаю 8 днів = 192 год.;

D_C – робочі суботні дні, скороченні, приймаю 5 днів = 120 год.;

$t_{ЗМ}$ – час робочої зміни – 8 год.

Визначаємо штатну кількість робітників:

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$P_{ш} = \frac{T_{заг.}}{\Phi_{ш}}, \quad (2.14)$$

де $\Phi_{ш}$ – фонд робочого часу штатних робітників;

$$\Phi_{ш} = \Phi_{р.м.} - t_B - t_{III}, \quad (2.15)$$

де t_B – час основної відпустки працівника;

t_{III} – час прогулів за поважних причин;

Приймаю $t_B = 21$ день = 504 год.

$$t_{III} = 0,04 \cdot (\Phi_{р.м.} - t_B); \quad (2.16)$$

Визначаємо кількість допоміжних робітників за формулою:

$$P_{доп.} = 0,3 \cdot P_{ш}; \quad (2.17)$$

Таблиця 2.10 – Кількість робітників

№ формули	Найменування	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення
2.12	Кількість технологічних робітників дільниці	P_T	чол.	2
2.13	Фонд робочого часу дільниці	$\Phi_{р.м.}$	люд.·год.	46800
2.14	Кількість штатних робітників	$P_{ш}$	чол.	-
2.15	Фонд робочого часу дільниці для штатних робітників	$\Phi_{ш}$	люд.·год.	44612
2.16	Час прогулів із-за поважних причин	t_{III}	год.	1852
2.17	Кількість допоміжних робітників	$P_{доп.}$	чол.	-

За результатами розрахунків для моторної дільниці приймаю 2 робітники.

2.2 Характеристика моторної дільниці

Моторна дільниця призначена для капітального ремонту агрегатів автомобіля, в першу чергу таких як двигуни, пневматичні компресори. За потреба там можуть також виконуватись ремонти коробок передач, рульових механізмів, зчеплення. На підприємствах, які не мають прямої спеціалізації по технічному обслуговуванні і ремонті автомобілів недоцільно створювати окремі дільниці по ремонту кожного з агрегатів, тому на одній дільниці ремонтують двигуни та інші агрегати [14].

Після контролю технічного стану агрегати транспортуються в приміщення дільниці візками або кран-балками, де підлягають зовнішньому миттю. Хоча доцільніше виконувати зовнішнє миття на загальній автомийці з використанням мийного обладнання і відповідних хімікатів. Попередньо, перед зняттям з автомобіля, із картерів видаляють оливу та інші забруднення. Після зовнішнього миття агрегати устанавлюються на стенди, де виконується їх попереднє підрозбирання. Вузли і деталі після підрозбирання підлягають миттю у спеціальних ваннах або установах [14].

Деталі підлягають дефектуванню із використанням вимірювального інструменту та спеціальних приладів з метою визначення відхилень розмірів і форм поверхонь. Ознаками непридатності деталей до подальшого їх використання без відновлення є задирки, тріщини, вм'ятини, сліди корозії, раковини та інше. Після відновлення або заміни непридатних деталей виконують збирання окремих вузлів і самих агрегатів на відповідних стендах та контроль якості ремонту [14].

Характерними роботами при ремонті двигунів є: заміна поршнів, поршневих кілець, вкладишів колінвала, ущільнюючих прокладок, пружин різноманітного призначення, а також припасувальні, ремонтні і контрольні роботи [14].

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Підбір обладнання ремонтної ділянки здійснюється виходячи з переліку виконуваних робіт, по каталогах гаражного та спеціалізованого обладнання. Підібране обладнання наведено у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Обладнання зони діагностики ходової частини

№ поз.	Назва обладнання	Тип або модель	Коротка технічна характеристика. Габаритні розміри, мм	Площа обл., м ²	К-сть од.
1.	Миюча установка для блоків циліндрів	196 М	Стационарна з паро- і електропідігрівом. Температура миючого розчину – 85 °С. Загальна потужність приводу – 4 кВт. Габарити 1900x2280x2000	4,33	1
2.	Миюча ванна для деталей	К54СБ	Габарити 975x660x860	0,63	1
3.	Верстат для розточування циліндрів двигунів	2А78	Стационарний. Максимальний діаметр розточування – 200 мм, хід шпиндельної балки – 500 мм. Потужність приводу – 8 кВт. Габарити 1000x1000x2135	1,00	1
4.	Верстат для хонінгування циліндрів двигунів	ЗГ833	Стационарний. Діаметр поверхні, що обробляється – 80...165 мм. Потужність приводу – 4,4 кВт. Габарити 1205x1180x2670	1,4	1
5.	Слюсарний верстак з лещатами	Власного виготовлення	Габаритні розміри 1200x800x800	1,92	2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

36

Продовження таблиці 2.11

6.	Інструменталь на тумба	СД3715-02	Габаритні розміри 600х520х800	0,62	2
7.	Прилад для перевірки і правки шатунів	КП-1102	Габаритні розміри 300х200х400	0,06	1
8.	Тумба для деталей шатунно-поршневої групи	Власного виготовлення	Габаритні розміри 700х500х800	0,35	1
9.	Прилад для визначення пружності пружин клапанів і поршневих кілець	КИ-040	Габаритні розміри 200х200х600	–	1
10.	Стенд для пресування поршневих пальців	Власного виготовлення	Стаціонарний із пневмоприводом Габарити 800х600х900	0,48	1
11.	Стелаж для приладів і пристроїв	Власного виготовлення	Габаритні розміри 930х600х900	0,56	1
12.	Верстат для шліфування клапанів	СШК-3 або Р-108	Потужність привода – 0,6 кВт. Габаритні розміри 900х600х1200	0,54	1
13.	Верстат для притирання клапанів	М-3	Потужність привода – 1 кВт. Габаритні розміри 900х600х1000	0,54	1
14.	Стенд для ремонту двигунів	Р-644	Пересувний з ручним приводом. Габаритні розміри 1300х600х1200	1,56	2
15.	Шафа для деталей газорозподільчого механізму	Власного виготовлення	Габаритні розміри 800х400х1800	0,32	1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

37

Продовження таблиці 2.11

16.	Стенд для ремонту головок блоку циліндрів	Власного виготовлення	Пересувний, універсальний. Габаритні розміри 1230x520x715	0,64	1
17.	Стенд для перевірки і правки розподільних валів		Стаціонарний. Потужність привода – 2,8 кВт. Габаритні розміри 1600x1090x1860	1,01	1
18.	Стенд для випробувань масляних насосів і масляних фільтрів	КИ-5278	Стаціонарний. Потужність привода – 1 кВт. Габаритні розміри 1000x800x1600	0,8	1
19.	Стіл	Власного виготовлення	Габаритні розміри 1100x620x800	0,68	1
20.	Стелаж для масляних та водяних насосів і компресорів	Власного виготовлення	Габаритні розміри 830x550x900	0,51	1
21.	Скриня для відходів	Власного виготовлення	Габаритні розміри 500x500x570	0,25	1
22.	Скриня для ганчір'я	Власного виготовлення	Габаритні розміри 800x400x600	0,32	1
23.	Стелаж для двигунів	Власного виготовлення	Габаритні розміри 1500x800x300	1,20	1
24.	Стенд для розбирання двигунів	2451М	Стаціонарний. Габаритні розміри 700x700x1000	0,49	1
Всього:				20,2	

2.3 Розрахунок площі моторної ділянки

Розрахунок площі приміщень виробничо-підготовчих робіт розраховується за формулою

$$F_{в.} = k_{ус.} \cdot \sum f_{обл.}, \quad (2.18)$$

					КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38

де $k_{ус.}$ – коефіцієнт щільності розстановки обладнання;

$\sum f_{обл.}$ – сумарна площа обладнання в цеху, м²;

Приймаю $k_{ус.} = 4,0$

$$\sum f_{обл.} = 20,2 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$F_{\delta} = 4,0 \cdot 20,2 = 81 \text{ (м}^2\text{)}$$

Таблиця 2.12 – Визначення нормативної площі ділянки

№ формули	Найменування	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення
2.18	Площа моторної ділянки	F_{δ}	м ²	81

2.4 Опис і характеристика двигуна

За основу мною прийняти двигун концерну PSA – DV6TED4.

Компанія Peugeot налагодила випуск моторів з позначенням HDi або High-pressure Direct Injection (пряме упорскування під високим тиском) у 1998 році. Двигуни з об'ємом 1,6 літра з'явилися лише у 2003 році та належали вже до другого покоління HDi. Тому частину помилок виробник уже усунув, але не все [15].

Peugeot далеко не новачки у створенні дизельних моторів. Вони першими у світі встановили дизельний двигун на легковий автомобіль. Це був експериментальний Peugeot Torpedo у 1921 році. З того часу компанія не стояла на місці. Зараз дизельні мотори Пежо використовують такі відомі автомобільні бренди як Ford, Jaguar, Volvo, Land Rover і Mitsubishi [15].

Дизельні агрегати сімейства DV виготовляють на заводі SMAE (Societe Mecanique Automobile de l'Est) у Франції. Максимально комп'ютеризований та технологічно сучасний завод дозволяє випускати один новий двигун практично кожні 20 секунд, з мінімальним втручанням людини [15].

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Система HDi – це безпосереднє упорскування палива в камеру згоряння під високим тиском. Завдяки цій технології покращується віддача двигуна, знижується витрата палива та зменшуються вібрації та шум. У порівнянні з «класичним» дизелем конструкція двигуна ускладнилася і не обійшлося без слабких місць і дорогих деталей. З кожним новим поколінням виробник вносить зміни до конструкції, випускає різні модифікації. Тому серію дизельних моторів DV6 встановлюють на багато сучасних автомобілів [15].

Перше виконання 1,6 HDi побачило світ у 2003 році. Двигуни з позначенням DV6TED4 і DV6ATED4 встановлювалися на автомобілі Peugeot/Citroen аж до 2011 року. А модифікація DV6BTED4 була призначена для комерційного транспорту та використовувалася до 2015 року включно [15].

На всіх двигунах використовувалася паливна система Common Rail від Bosch, ресурс якої дуже залежить від частоти заміни паливного фільтра. У мотора з індексом DV6TED4 існує два різновиди:

- 9HZ – без фільтра сажі під ЄВРО 3;
- 9HY – версія із FAP-фільтром під ЄВРО 4.

Нижче в таблицях наведено основні технічні характеристики двигунів Peugeot 1,6 HDi серії DV6.

Таблиця 2.13 – Технічні характеристики двигунів серії DV6 другого покоління

Заводський індекс	DV6TED4	DV6ATED4	DV6BTED4
Об'єм	1560 см ³		
Паливна система	Common Rail		
Потужність	109 к.с.	90 к.с.	75 к.с.
Крутний момент	240 Нм	205 - 215 Нм	175 - 185 Нм
Блок циліндрів	R4 алюміній		
Головка блока	16v алюміній		
Діаметр циліндра	75 мм		
Хід поршня	88,3 мм		
Ступінь стиснення	18,0	17,6 – 18,0	
Інтеркулер	так	ні	
Гідрокомпенсатори	так		
Привід ГРМ	ремінь і ланцюг		
Фазорегулятор	ні		

Продовження таблиці 2.13

Турбонаддув	VGT	так	
Об'єм і тип масла	3,75 л 5W-30	3,85 л 5W-30	3,8 л 5W-30
Екологія	Євро 3/4	Євро 4	
Ресурс двигуна*	240 000 км	220 000 км	300 000 км

*за умови дотримання регламенту технічного обслуговування

Третє покоління. Мотори цього покоління встановлювали паралельно з другим, починаючи з 2009 року. Істотно змінилася головка блоку циліндрів, тепер вона стала восьмиклапанною. Паливну апаратуру також доопрацювали. Вона може бути двох видів:

- Bosch – з електромагнітними форсунками;
- Continental (Siemens) – з п'єзофорсунками.

Всі двигуни стали оснащувати фільтрами твердих частинок.

Загальна надійність та ресурс агрегатів серії DV6 на високому рівні. Але їздити роками, не заглядаючи під капот, на жаль, не вдасться. У процесі модернізації виробник усував деякі недоліки, але ускладнення конструкції давало нові. Розгляну слабкі місця двигуна DV6TED4 другого покоління, оскільки знаючи про них, можна легко запобігти поломці [15].

Ця версія комплектується більш складною і дорогою турбіною зі змінною геометрією (VGT). Особливо вона чутлива до неякісної або брудної олії. Для продовження «життя» цієї важливої деталі необхідно частіше чистити або міняти фільтр-сітку грубого очищення. Він встановлений у штуцері трубки подачі олії до турбіни (цей штуцер закручується в блок двигуна). Коли фільтр забивається, турбіна починає «голодати», і тоді її вал та втулки-підшипники дуже швидко зношуються [15].

Але турбіна Garrett GT15 має і плюси:

- гарна тяга з «низів»;
- швидка реакція турбіни, немає «турбоями»;
- ефект Overboost – короткочасне збільшення наддуву для збільшення крутного моменту на +20 Нм;

					КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		41

- оптимальна витрата палива.

ДВЗ вимогливий до якості палива, тому в наших краях часто виникають проблеми з EGR та FAP-фільтром. У 99% випадків проблема вирішується видаленням цих «зайвих» частин з перепрошивкою блоку управління двигуном.

У версії DV6TED4 з індексом 9HY (з сажевим фільтром) – пневмодозатор із двома заслінками. Він часто є причиною витіку моторного масла. Через тріщини в корпусі або через ущільнення масло капає прямо на генератор і навісний ремінь. Тому усувати несправність потрібно оперативно [15].

Компанія Peugeot займає лідируючі позиції з розробок технологій для дизельних агрегатів. Мотори серії DV6 є показовими в цьому відношенні. Їх допрацьовують вже понад 10 років, при цьому основні показники покращуються без шкоди надійності. Особливо це стосується паливної економичності. З кожним новим поколінням витрата палива дедалі менше [15].

Moteur 1.6 HDi - 110 ch (DIN)
1.6 HDi engine - 110 hp (DIN)



Рисунок 2.1 – Двигун DV6TED4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

42

Деякі нововведення не можна назвати дуже корисними, з погляду окремого споживача, як у випадку з BlueHDi. Але не слід забувати, що екологія – це не порожній звук у глобальному сенсі. Більшість слабких місць моторів DV якраз і пов'язані з використанням екологічних стандартів – фільтр сажі, EGR, e-HDi. І довговічність агрегатів сильно залежить від якості палива та обслуговування [15].

2.5 Описання конструктивних особливостей і умов роботи головки блоку циліндрів

Головки блоку циліндрів (див. рис. 2.2) відливаються із алюмінієвого сплаву та піддаються гартуванню і повному старінню до максимальної твердості.

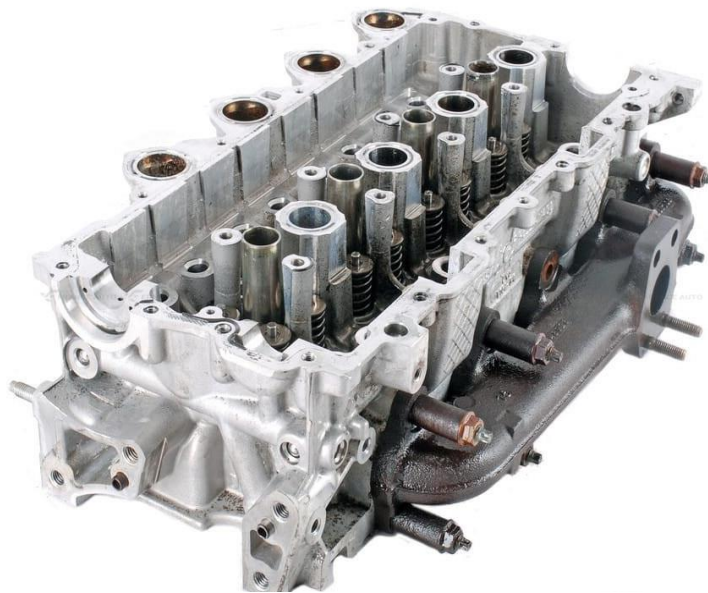


Рисунок 2.2 – Головка блоку циліндрів двигуна DV6TED4

Прийняте розташування гнізд випускних і впускних клапанів в головці дозволяє виконати канали з плавною зміною форми і перерізу, а також рівномірно розташувати десять болтів кріплення головки до блоку. Здвоєні впускні канали в головці дають можливість створити канали у впускній трубі, ідентичні по формі і довжині.

В головці є 10 отворів під болти з різьбою M11x1,5 для кріплення її до блоку циліндрів (див. рис. 2.3) [16].

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		43



Рисунок 2.3 – Болт кріплення ГБЦ

В головці блоку є отвори для проходу через неї охолоджувальної рідини із блоку циліндрів. Великі отвори розташовані на стороні випускних каналів – в зоні найбільш нагрітих частин головки, малі – на стороні впускних каналів і призначені тільки для видалення парових пробок в найвищих точках блоку циліндрів. Канали біля переднього і заднього торців головок блоку призначені для відведення із них нагрітої охолоджувальної рідини [16].

Через великі отвори в блоці охолоджувальна рідина подається до найбільш нагрітих частин головки і розділяється в ній на два потоки, відводиться у водяний канал у впускній трубі через передній і задній водовідвідні канали головки. В середині головки є канали для підведення масла до клапанного механізму; з головки воно зливається по її розташованих по периметру каналах.

Головка блоку циліндрів виготовлена зі вставними сідлами і направляючими втулками клапанів [16].

Між блоком і головкою встановлено металеву прокладку (див. рис. 2.4), товщина прокладки в стисненому вигляді – 1,25-1,4 мм [16].

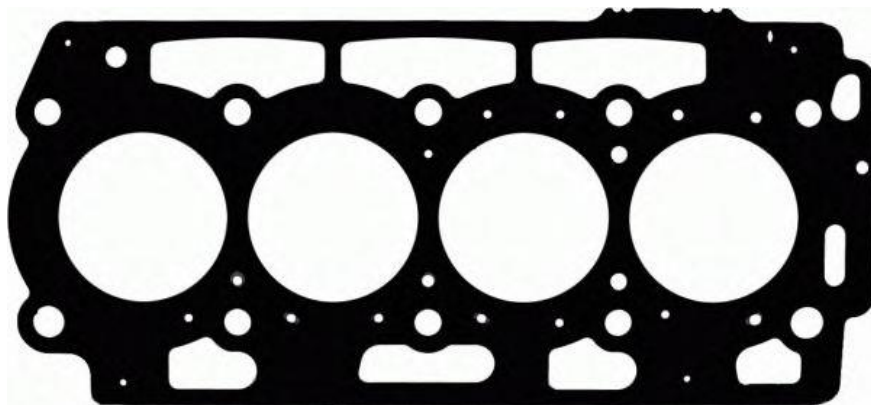


Рисунок 2.4 – Прокладка ГБЦ

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		44

Болти кріплення головок до блоку необхідно затягувати динамометричним ключем і в певному порядку (див. рис. 2.5), що дозволяє контролювати момент натяжки, так як алюмінієва головка блоку при нагріванні збільшується в висоту більше, ніж сталеві болти, що кріплять її [16].

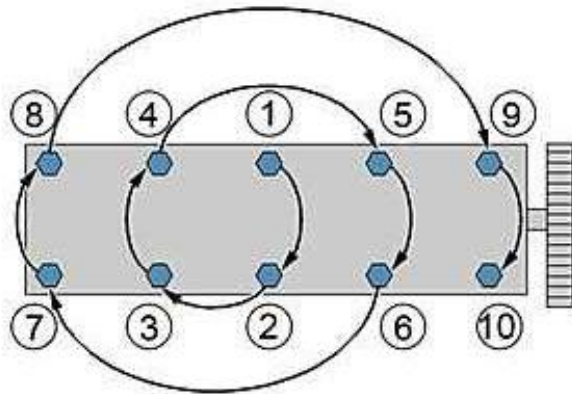


Рисунок 2.5 – Порядок затягування болтів кріплення ГБЦ

При прогріванні двигуна затягування головки блоку збільшується, при охолодженні – зменшується.

При повному нагріванні двигуна натяжка головок блоку автоматично зростає до потрібної межі.

В середині головки блоку, під кришкою 3 розміщуються деталі ГРМ двигуна, а ззовнішньої сторони головки – навісне обладнання (див. рис. 2.6) [16].

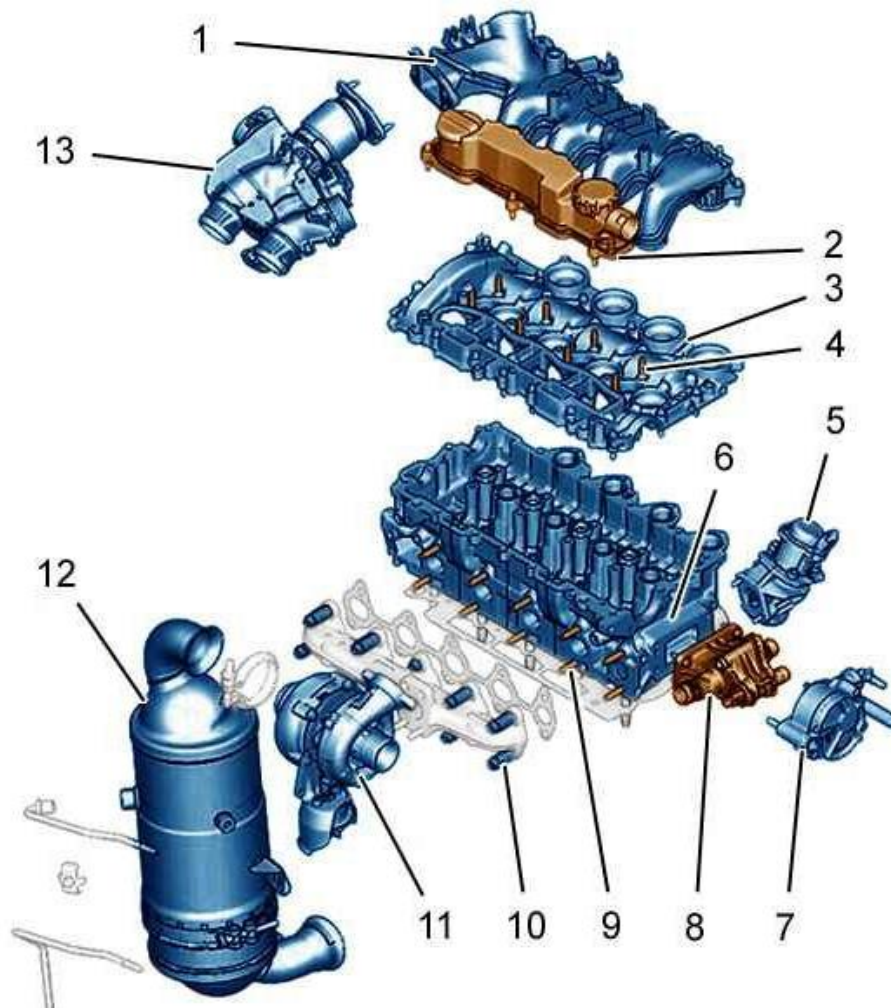


Рисунок 2.6 – Комплект ГБЦ:

1 – впускний колектор; 2 – масловідділювач; 3 – кришка-картер розподільних валів; 4 – шпильки; 5 – електромагнітний клапан системи рециркуляції відпрацьованих газів (EGR); 6 – ГБЦ; 7 – вакуумний насос; 8 – блок виходу охолоджувальної рідини; 9 – шпильки для кріплення випускного колектора; 10 – випускний колектор; 11 – турбокомпресор; 12 – каталізатор із сажевим фільтром; 13 – блок дросельної заслінки.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

46

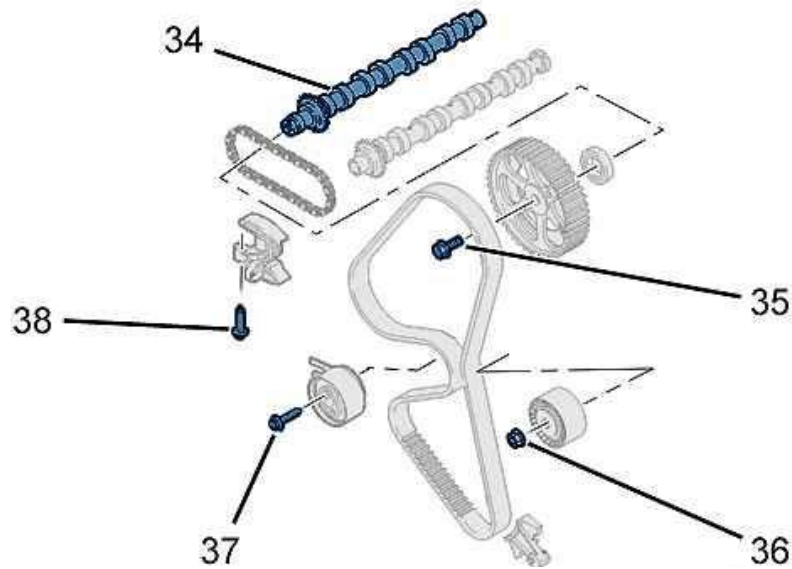


Рисунок 2.7 – Привід ГРМ

2.6 Технологічний процес демонтажу та монтажу ГБЦ

Демонтаж ГБЦ [17]

1. Зняти клеми АКБ;
2. Зняти декоративну кришку з двигуна;
3. Злити охолоджувальну рідину з системи;
4. Зняти:
 - решітку повітрязабірника перед лобовим склом;
 - колектор повітрязабірника;
 - верхню інтегровану частину впуску повітря 5 (див. рис. 2.8);
 - трубку рециркуляції відпрацьованих газів 14 (див. рис. 2.8);
 - електромагнітний клапан 6 (див. рис. 2.8);
 - блок повітряної заслінки 1 (див. рис. 2.8);
 - вакуумний насос 9 (див. рис. 2.8);
 - паливний фільтр з кронштейном 7 (див. рис. 2.8);
 - блок виходу охолоджувальної рідини 8 (див. рис. 2.8);
 - дизельні форсунки 2 (див. рис. 2.8);
 - корпус каталізатора з фільтром грубих частинок 11 (див. рис. 2.8);
 - турбокомпресор 10 (див. рис. 2.8);
 - масловідділювач 3 (див. рис. 2.8);

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

47

- нижню інтегровану частину системи впуску 4 (див. рис. 2.8);
- ремінь приводу допоміжних агрегатів 12 (див. рис. 2.8);
- ремінь приводу ГРМ 13 (див. рис. 2.8);
- кришку розподільних валів 15 (див. рис. 2.8).

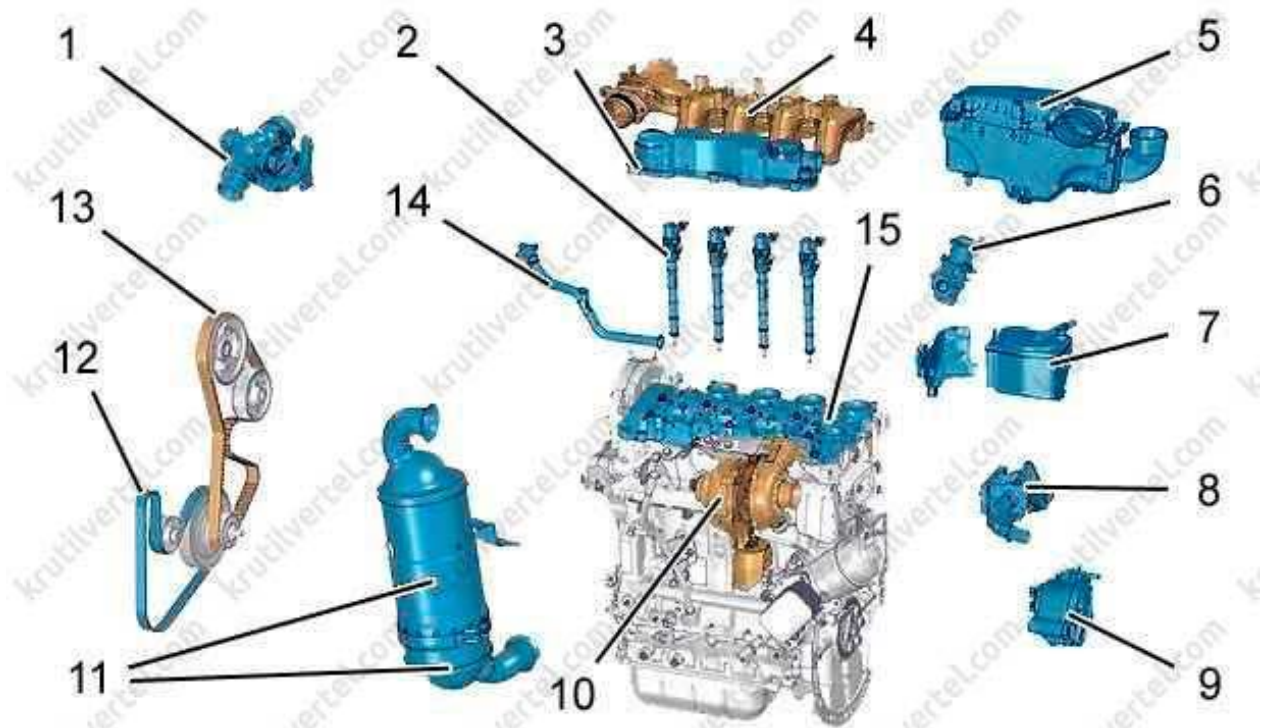


Рисунок 2.8 – Демонтаж навісного обладнання:

1 – дросельна заслінка; 2 – форсунки; 3 – масловідділювач; 4 – жижня частина впуску повітря; 5 – верхня частина впуску повітря; 6 – клапан EGR; 7 – паливний фільтр з кронштейном; 8 – блок виходу охолоджувальної рідини; 9 – вакуумний насос; 10 – турбокомпресор; 11 – каталізатор з FAP фільтром; 12 – ремінь пиводу допоміжних агрегатів; 13 – ремінь приводу ГРМ; 14 – трубка рециркуляції.

5. Зняти:

- генератор;
- багатофункціональний кронштейн 17, відкрутивши болти 16, 19 (рис. 2.9);
- направляючу трубку масляного щупа 18 (див. рис. 2.9).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

48

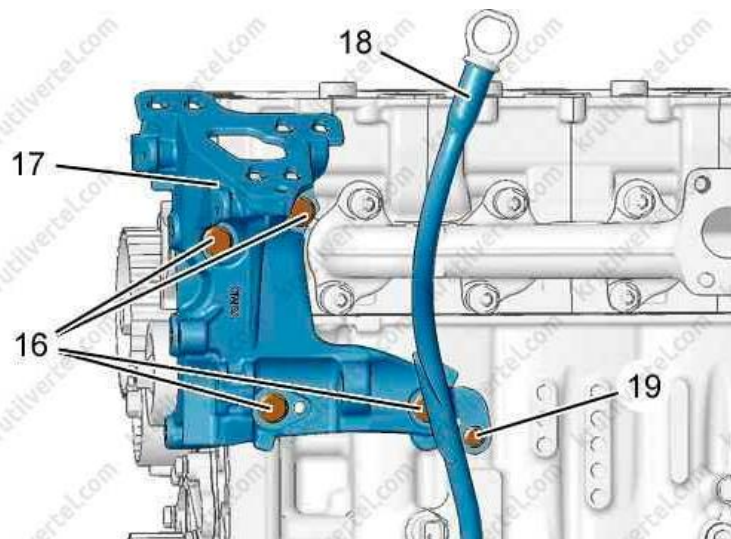


Рисунок 2.9 – Розташування кронштейна:

16, 19 – болти; 17 – кронштейн; 18 – трубка щупа.

6. Зняти:

- джгут проводів свічок розжарювання 21 відкрутивши болти 20, гайку 22 та шпильку 23 (див. рис. 2.10);
- свічки розжарювання.

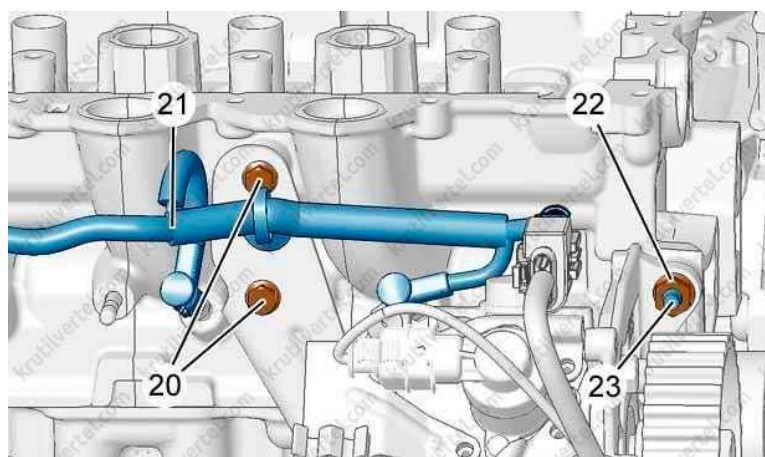


Рисунок 2.10 – Компоненти свічок розжарювання:

20 – болти; 21 – електричний джгут проводів; 22 – гайка; 23 – шпилька.

7. Дотримуючись послідовності відкрутити десять болтів кріплення ГБЦ до блоку (див. рис. 2.11);

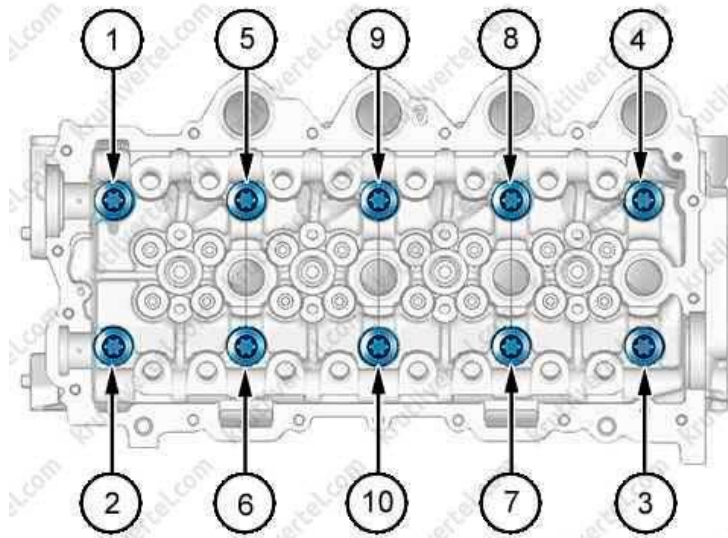


Рисунок 2.11 – Послідовність відкручування болтів ГБЦ

8. Зняти головку блоку циліндрів, піднявши її вгору по направляючих.

Монтаж ГБЦ [17]

1. Очистити мітчиком різьбові отвори М11х1,5 в блоці;
2. Очистити прилягаючі поверхні розчинником;
3. Підготувати нові болти кріплення ГБЦ, комплект ущільнень;
4. Перевірити нормальне встановлення колінвала і наявність направляючих втулок “d” ГБЦ (див. рис. 2.12);

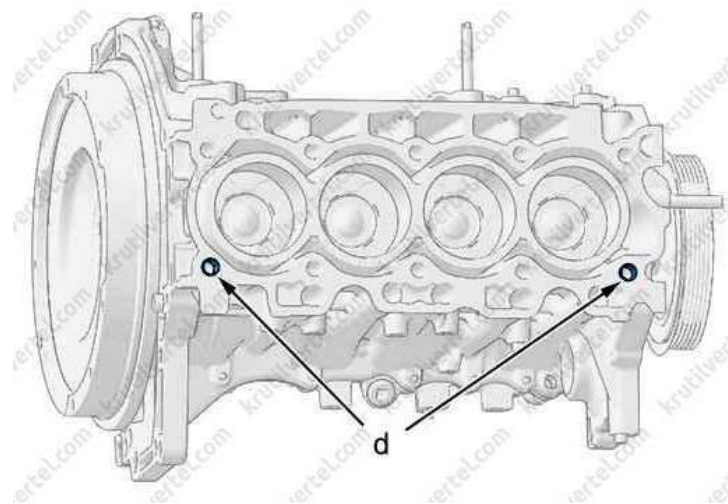


Рисунок 2.12 – Направляючі втулки ГБЦ (d)

5. Встановити:

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		50

- нову прокладку ГБЦ;
 - головку блоку циліндрів;
6. Затягнути болти кріплення ГБЦ у відповідній послідовності (див. рис. 2.5) та з вказаним моментом у три етапи:
 - попередня затяжка 20 Нм;
 - основна затяжка +40 Нм;
 - кутова затяжка +260 град.
 7. Встановити всі попередньо зняті вузли та деталі;
 8. Підключити АКБ;
 9. Залити охолоджувальну рідину;
 10. Встановити декоративну кришку двигуна.

2.7 Технологічний процес дефектування ГБЦ

1. Використовуючи вимірювальний інструмент перевірити контрольні розміри (див. рис. 2.13) [18]:

- номінальна висота «А» кришки 1 розподільних валів – 31 мм;
- номінальна висота «В» ГБЦ 2 – 133 мм.

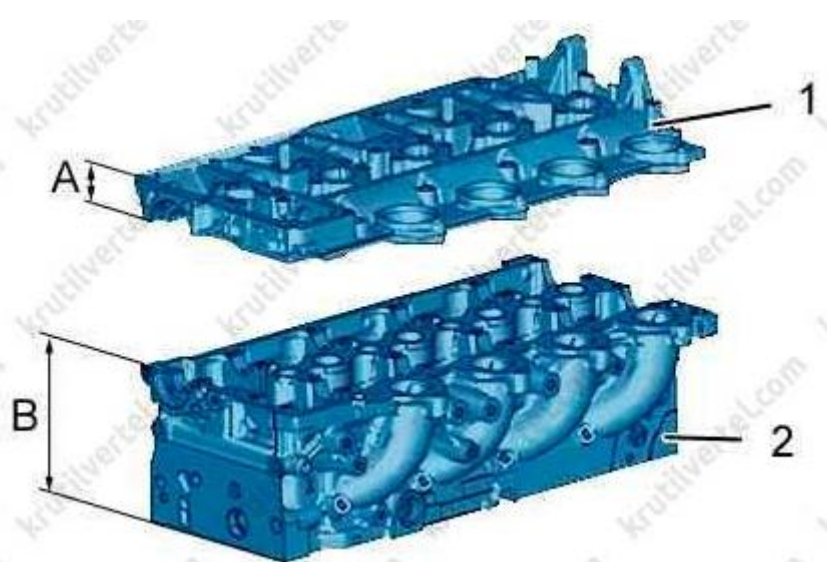


Рисунок 2.13 – Граничні розміри ГБЦ і кришки розподільних валів

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		51

2. Встановивши кришку розподільних валів на ГБЦ, затиснувши її болтами з відповідним моментом – нутроміром визначити внутрішні посадочні діаметри опор розподільних валів (див. рис. 2.14). Діаметр опор «С» $26 \pm 0,015$ мм [18].

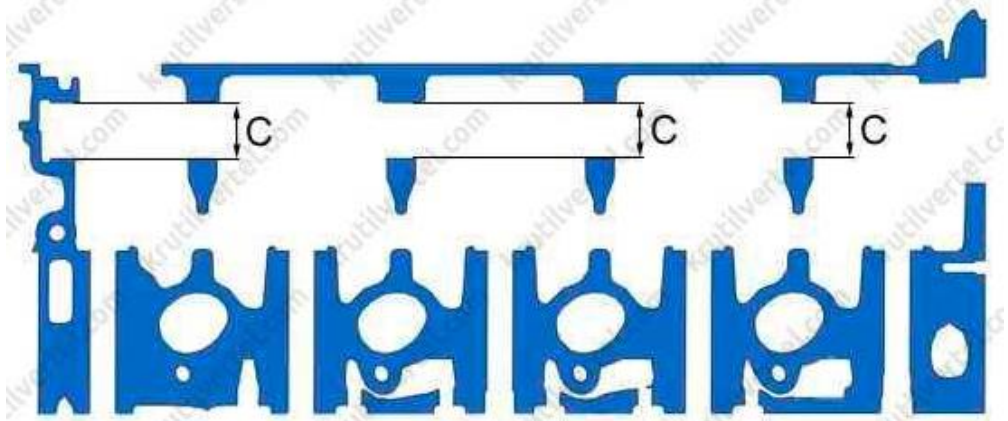


Рисунок 2.14 – Перевірка діаметрів опор

3. За допомогою мірної лінійки перевірити площину стику (див. рис. 2.15). Максимально допустима деформація ГБЦ – 0,03 мм [18].

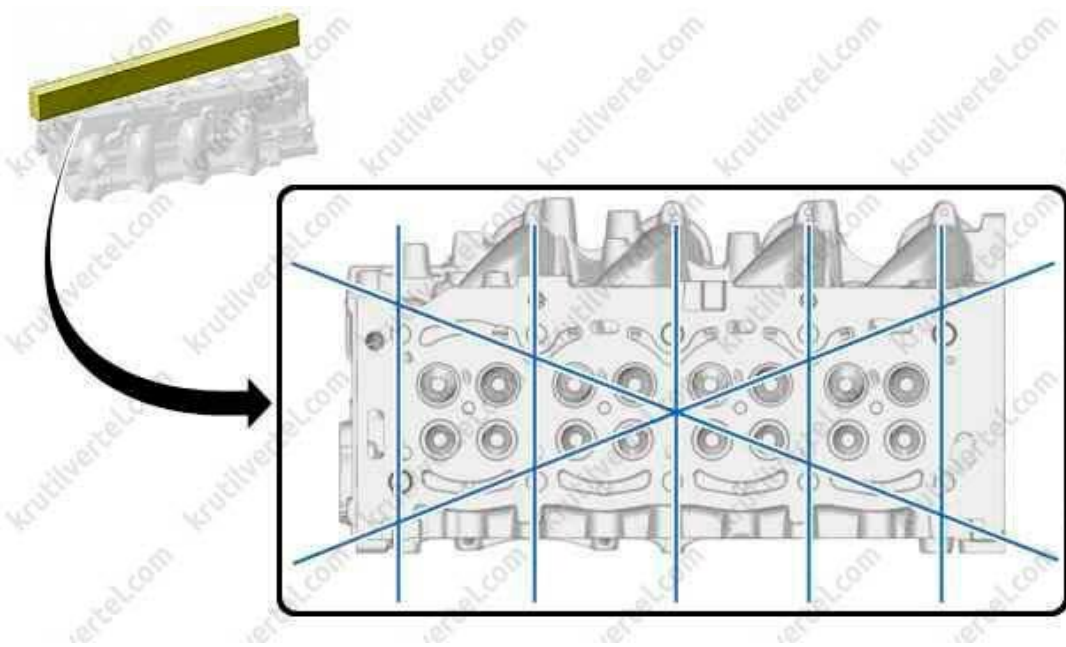


Рисунок 2.15 – Перевірка площини ГБЦ

При наявності деформації, що перевищує допустимі значення, перевірити хід клапанів (див. рис. 2.16), після – замінити їх, якщо поршні будуть виходити за площину прокладки ГБЦ (див. рис. 2.17) [18].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

52

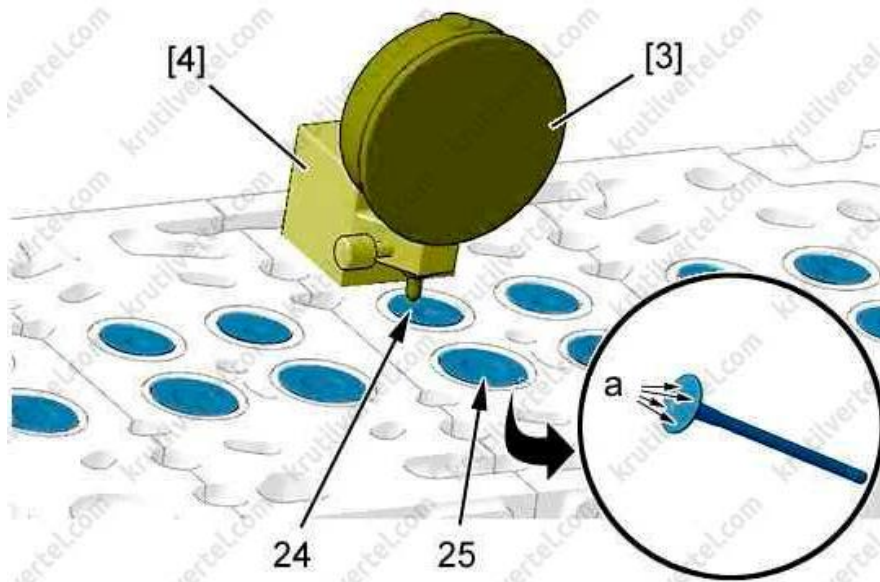


Рисунок 2.16 – Перевірка виступання клапанів

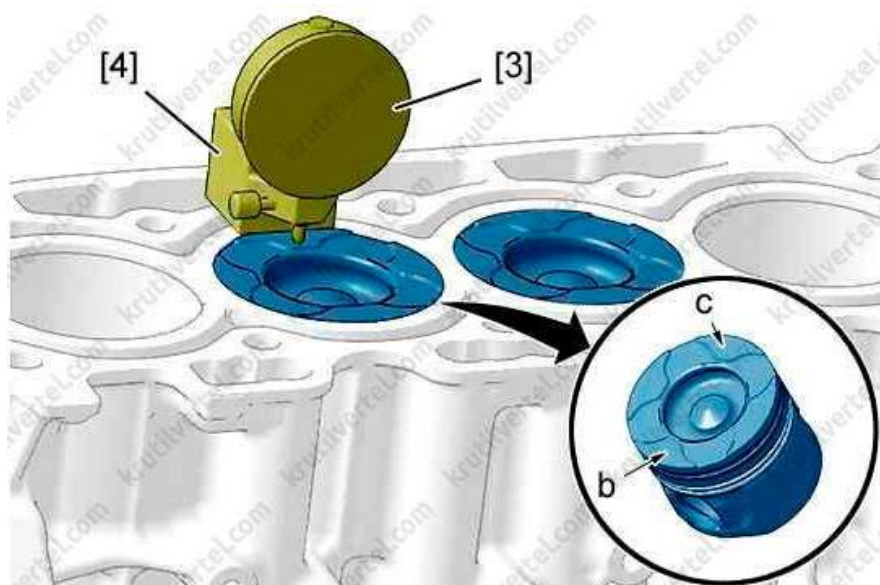


Рисунок 2.17 – Визначення величини виступання поршнів

4. Вибір класу прокладки ГБЦ, що враховує виступання поршнів по відношенню до площини стику блоку циліндрів (див. рис. 2.18) [18].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

53

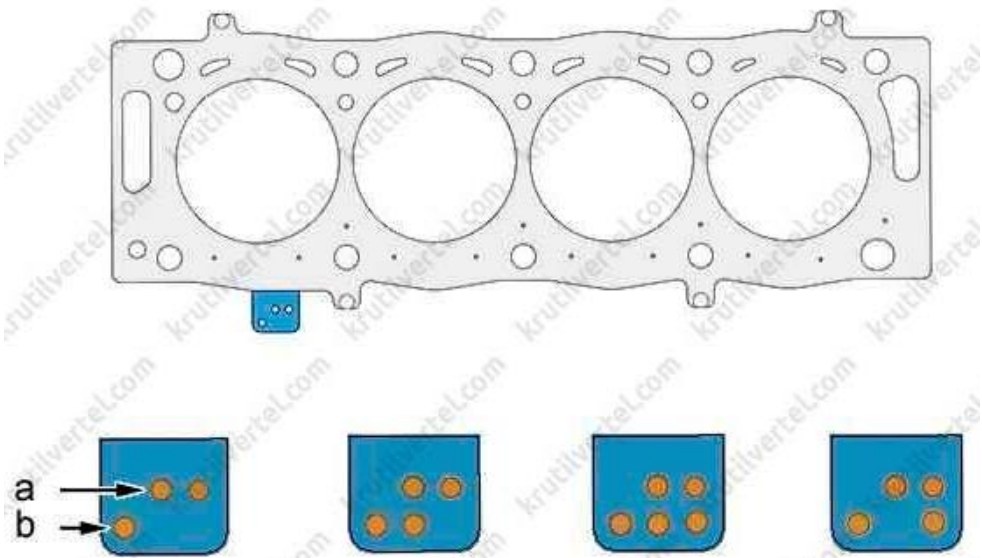


Рисунок 2.18 – Маркування на прокладці ГБЦ:

a – ідентифікаційна мітка двигуна; b – маркування товщини.

Таблиця 2.14 – Класи багатошарових металевих прокладок ГБЦ

Діапазон виступання	Товщина, мм	Отвори в «b»		
Від 0,550 мм до 0,600 мм	$1,25 \pm 0,05$	*		
Від 0,601 мм до 0,650 мм	$1,30 \pm 0,05$	*	*	
Від 0,651 мм до 0,700 мм	$1,35 \pm 0,05$	*	*	*
Від 0,701 мм до 0,750 мм	$1,40 \pm 0,05$	*		*

5. Довжина болтів «А» повинна бути менша або рівна 128 мм (див. рис. 2.19) [18];

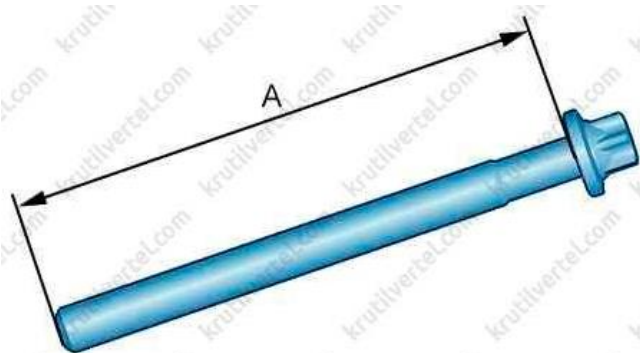


Рисунок 2.19 – Довжина болтів

6. Перевірити розподільні вали (див. рис. 2.20).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

54

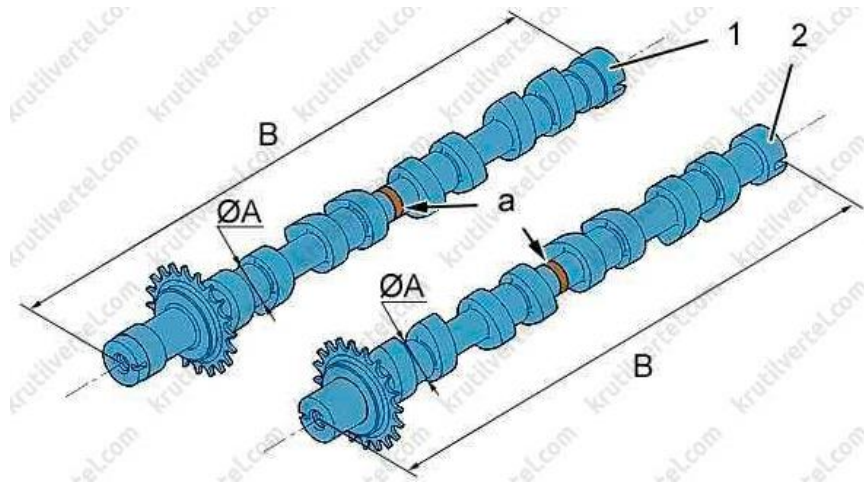


Рисунок 2.20 – Параметри розподільних валів:

1 – впускний вал; 2 – випускний вал; а – заводські мітки.

Таблиця 2.15 – Характеристики розподільних валів

	Розподільний вал впускних клапанів	Розподільний вал випускних клапанів
Діаметр А	26 (-0,02; -0,041) мм	26 (-0,02; -0,041) мм
Довжина В	428,62±0,35 мм	449,9±0,35 мм

7. Визначити підйом кулачків (див. рис. 2.21);

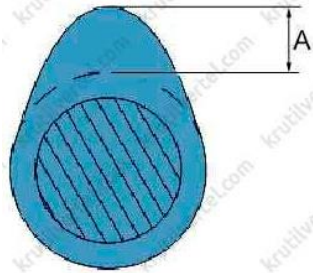


Рисунок 2.21 – Висота «А» підйому кулачка

Таблиця 2.16 – Підйом кулачків

	Підйом кулачків «А»
Кулачки впускні	3,753 мм
Кулачки випускні	3,981 мм

8. Визначити параметри направляючих втулок та сідел клапанів (див. рис. 2.22);

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

55

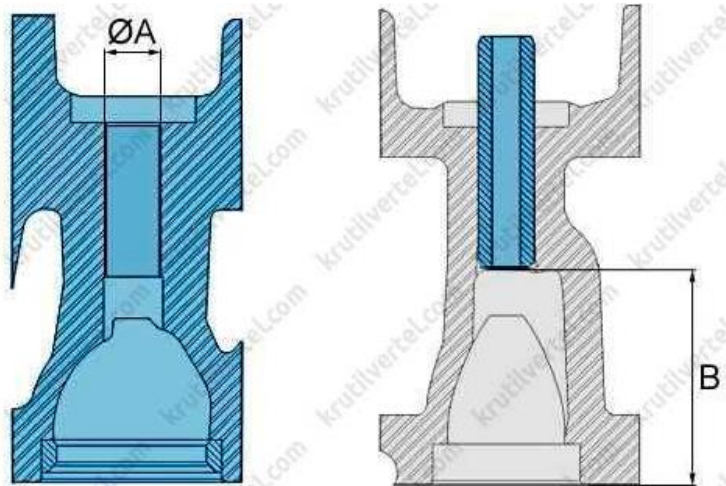


Рисунок 2.22 – Схема визначення контрольних розмірів для встановлення направляючих втулок клапанів

Таблиця 2.17 – Параметри направляючих втулок клапанів

	Впускний клапан	Випускний клапан
Діаметр «А»	9,974 (+0,022; 0) мм	9,974 (+0,022; 0) мм
Висота «В»	36,1±0,6 мм	36,1±0,6 мм

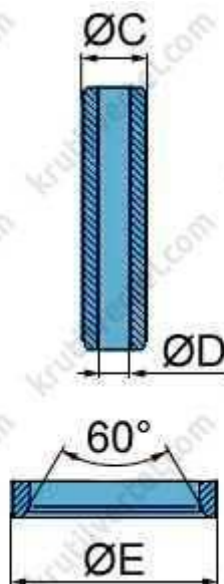


Рисунок 2.23 – Розміри втулки та сідла

Таблиця 2.18 – Характеристики направляючих втулок та сідел клапанів

	Впускний клапан	Випускний клапан
Діаметр «С»	10 (+0,032; 0) мм	10 (+0,032; 0) мм
Діаметр «D»	6 (+0,018; 0) мм	6 (+0,018; 0) мм
Діаметр «E»	28,75 (+0,025; 0) мм	26,4 (+0,025; 0) мм

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

56

9. Визначити параметри клапанів та пружин (див. рис. 2.24);

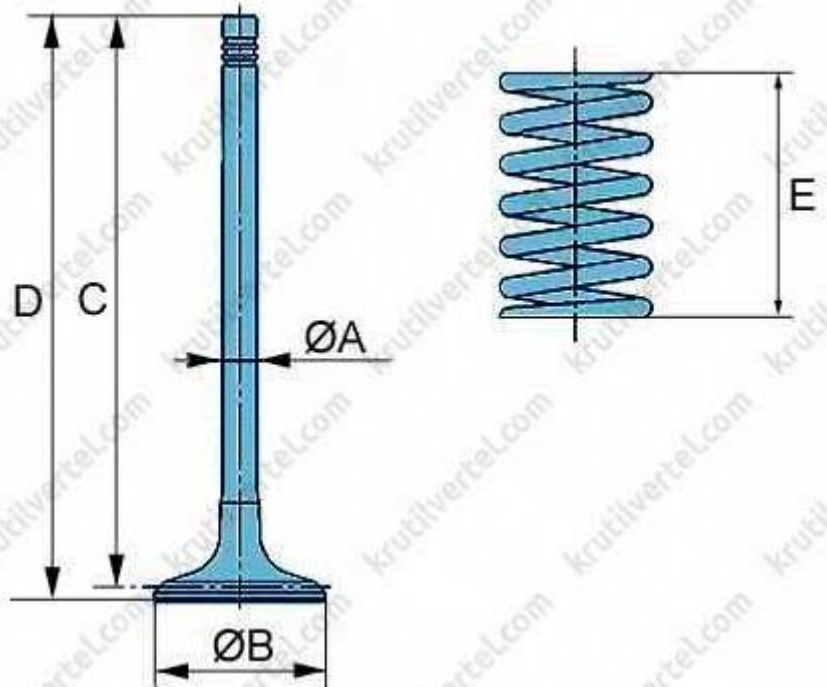


Рисунок 2.24 – Розміри клапанів та пружин

Таблиця 2.19 – Характеристики клапанів та пружин

	Впускний клапан	Випускний клапан
Діаметр «А»	5,92±0,02 мм	5,92±0,02 мм
Діаметр «В»	27,25±0,1 мм	25±0,1 мм
Довжина «С»	101,96±0,1 мм	102,48±0,1 мм
Довжина «D»	104,46±0,2 мм	105±0,8 мм
Довжина «E»	42,3 мм	42,3 мм

2.8 Технологічний процес ремонту ГБЦ

При технічному обслуговуванні регулярно перевіряти герметичність прилягання головки до блоку та їх цілісність. Герметичність всіх вузлів, що встановлюються на ГБЦ.

Вибір ремонту проводиться за наступними критеріями:

Застосування

Залежно від дефекту вибирають такі види відновлення [5, с. 51].

1. Тріщини, відколи на поверхні:

- заварка газовим зварюванням з використанням присадного дроту СВ.АК-5 і СВ.АК-12 і спеціального флюсу для зварювання алюмінієвого сплаву;

- заварка аргонодуговим зварюванням.

2. Викривлення поверхні прилягання до блоку циліндрів:

- фрезерування або шліфування поверхні на вертикально-фрезерному або плоскошліфувальному верстаті;

3. Знос отвору в направляючій втулці клапана:

- заміна втулки з подальшим розгортанням.

4. При зносі отворів під напрямні втулки:

- наварювання з наступним свердлінням та розгортанням;

- запресування втулок.

5. Зношені фаски в сідлах клапанів:

- шліфування фасок;

- заміна сідл клапанів з наступним шліфуванням.

Довговічність

Критерій, що визначає працездатність відновленої деталі після ремонту і виражається коефіцієнтом довговічності Кд (для газового зварювання 0,49, для аргонно-дуговою - 0,49).

Економічний критерій

Критерій визначає вартість відновлення деталі Св, по відношенню до вартості нової деталі.

Розробка послідовності операцій технологічного процесу ремонту головки блоку циліндрів [5, с. 51].

Таблиця 2.20 – Послідовність операцій ТП

№	Найменування операцій, переходів і прийомів	Обладнання та інструмент	Технічні умови і вказівки	Методи контролю
Зварювання тріщин				
1.	Нагрівання	Камерна термо-піч	Температура 180 °С	Термометр

Продовження таблиці 2.20

2.	Заварювання тріщини	Аргонно-дуговий зварювальний апарат	З використанням дроту Св.АК12 діаметром 4 мм	Візуальний огляд
3.	Промивання розчином азотної кислоти	Ємність з розчином азотної кислоти	Розчин 10 % кислоти	Візуальний огляд
4.	Нейтралізація кислоти гарячою водою	Ємність з водою		Візуальний огляд
5.	Зачистка шва врівень з основним металом	Шліфувальна машинка	Використання наждачного круга	Перевірка на герметичність
6.	Обробка на вертикально-фрезерному верстаті	Вертикально-фрезерний верстат	Фрезерувати «на чисто»	Мікрометр
Заміна втулки з наступним розвертанням				
7.	Випресування старої втулки	Прес гідравлічний	Не пошкодити поверхню встановлення	
8.	Наварити, розвердлити та розвернути отвір під втулки	Аргонно-дуговий зварювальний апарат; Спеціальний станок для ремонту головок блоку циліндрів	Розмір отвору 9,974 (+0,022; 0) мм	Нутромір
9.	Запресування нової втулки	Прес гідравлічний	Розміри втулок 10 (+0,032; 0) мм	Нутромір

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

59

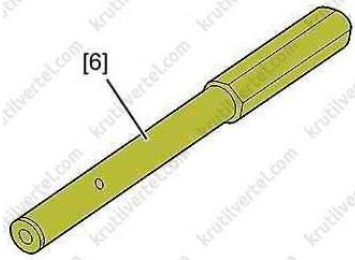
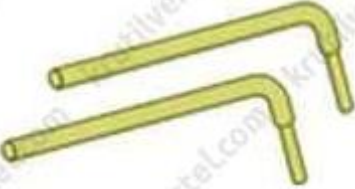
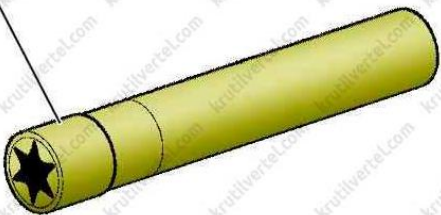
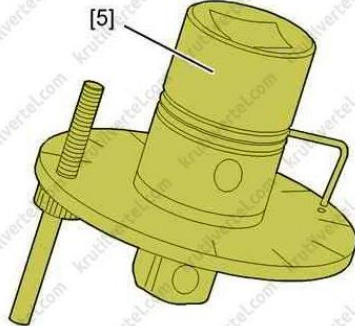
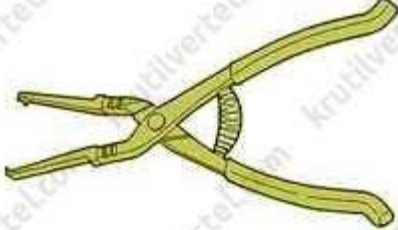


Продовження таблиці 2.20

10.	Отвір втулки розвернути	Розгортка	Розмір отвору 6 (+0,018; 0) мм	Нутромір
Заміна сідла				
11.	Випресування старого сідла	Прес	Не пошкодити поверхню встановлення	
12.	Отвір під сідло при потребі наварити та розточити під номінальний розмір	Верстат для ремонту головок блоку циліндрів	Впускне сідло Д=28,75 мм, випускне сідло Д=26,4 мм	Нутромір
13.	Нагрів головки, охолодження сідел	Камерна термо-піч, ванна з азотом	Температура 180 °С, -196 °С	Термометр
14.	Запресувати сідла ремонтного розміру	Прес	Впускне сідло Д=28,75 (+0,025; 0) мм, випускне Д=26,4+0'027 мм	Нутромір
15.	Шліфувати фаски в сідлах клапанів	Машинка для шліфування клапанних гнізд, набір шарошок	Для випускних під кутом 45°, для впускних - 60°	Конусний калібр

2.9 Вибір обладнання і оснащення для проведення операцій технологічного процесу ремонту

Перелік обладнання і оснащення для здійснення технологічних процесів демонтажу, монтажу, розбирання та ремонту ГБЦ зведено в таблтю 2.21 [19].

Таблиця 2.21 – Обладнання та оснащення для здійснення ТП

№ з/п	Найменування	Тип, модель	Рисунок
1.	Калібрувальний штифт розподільного вала	0194-B	
2.	Важелі для відділення ГБЦ	0188-L	
3.	Ключ-головка для болтів ГБЦ	0185	
4.	Адаптер для кутової затяжки болтів ГБЦ	D360	
5.	Щипці для зняття сальників клапанів	0170-A	
6.	Оправка для встановлення сальників клапанів	0132-W	
7.	Оправка для встановлення сальників розподільних валів	0194-K	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

61

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз існуючих стендів для ремонту головок блоків циліндрів

1. Універсальний стенд SW1100 для розбирально-складальних робіт клапанного механізму (див. рис. 3.1) [9].



Рисунок 3.1 – Стенд SW1100

Відмінними рисами стенда для розсухарювання/засухарювання пружин клапанів є [9]:

- поворотна рама для кріплення виробу з обертанням на 360 градусів;
 - швидке регульована;
 - пневматичне ножне управління процесом розбирання/збирання клапанного механізму з плавним регулюванням швидкості натискання на пружину клапана;
 - пневмоциліндр легко нахиляється на будь-який кут осі клапана;
 - можливість фіксації будь-яких клапанів для зручного збирання та розбирання.
- Опори для клапанів з пластинами з поліетилену;
- 5 типорозмірів пристосувань для тарілок пружин всіх типів;
 - механізм для легкого видалення і монтажу сухарів.

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

2. Стенд SERDI 100 HD (див. рис. 3.2) – стаціонарний стенд для ремонту головок блоків циліндрів. Оснащений модернізованою шпиндельною головкою з високим моментом, керований двигуном потужністю 2,2 кВт, із потужним “ліжком”, яке може переносити дуже важкі головки циліндрів, легкий переїзд спереду назад на спинку повітряної подушки і пневматичний затискач [10].



Рисунок 3.2 – Стенд SERDI 100 HD

3. Стенд для ремонту ГБЦ Comec BST-860 (див. рис. 3.3) [11].

Стенд для обслуговування головок блоку циліндрів BST860 (розсухарювач) дозволяє проводити практично весь вид операцій на головках циліндра як розбирання, повторне збирання, контроль і перевірка працездатності.

Роботи проводяться ефективно, швидко і безпечно. Кілька регуляторів дозволяють завжди знаходити краще робоче положення: фактично головка може бути твердо закріплена швидким затиском системи, який дозволяє обертати деталь на 360°. Верстат BST-860 обладнаний пневматичним циліндром для того, щоб працювати з клапанами їх складанням і розбиранням: це можливо, завдяки декільком правилам, безліччю робочих положень, які адаптовані до всіх видів головок циліндра; позиція регулюється за допомогою ножної педалі, яка

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

забезпечує завжди вільні руки і обладнана регулятором тиску. Стандартне обладнання BST-860 включає ряд різних розмірів фіксаторів [11].

Технічні характеристики [11]:

Тип.....для головок блоків циліндрів
 Діапазон температури нагріву.....0-90 °С
 Максимальна робоча довжина.....1200 мм.
 Потужність двигуна гідроприводу.....0,37 кВт
 Потужність двигуна каретки.....0,25 кВт
 Нагрівальні елементи.....2x4,5 кВт
 Об'єм бака.....504 л.
 Робоча висота.....до300 мм.
 Швидкість підйому-опускання каретки.....60 мм/сек
 Максимальна робоча ширина.....400 мм.



Рисунок 3.3 – Стенд Comex BST-860

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

4. Розточний верстат для ремонту головок блоку двигунів вантажівок Comec FSV-100 (див. рис. 3.4) [12].

Comec FSV-100 - розточний верстат для ремонту головок блоку двигунів легкового і комерційного транспорту, який забезпечує відмінні результати, завдяки високій точності і простоті використання [12].

Система фіксованого пілота в поєднанні з головкою інструменту, що має сферичний адаптер, гарантує швидке і правильне вирівнювання і центрування інструменту [12].

Система переміщення шпинделя має два варіанти управління: швидка подача за допомогою колеса і повільна подача за допомогою мікрометричного пристрою, розміщеного з боку головки шпинделя [12].

Зажимна система головок блоку забезпечує обертання деталі на 360°, має міцну і жорстку конструкцію, яка дозволяє уникнути вібрації інструменту і підвищує якість обробки. Крім того, кріплення головки циліндрів просте і швидке. Точність забезпечується електронним рівнем [12].

Машина включає в себе стандартне обладнання, кілька корисних речей, таких як вбудований вакуумметр, світлодіодний індикатор, лоток для зберігання, який покращує функціональність і зручність використання [12].



Рисунок 3.4 – Comec FSV-100

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

5. Плоскошліфувальний станок Comes RP-330 (див. рис. 3.5) [13].

Верстат RP-330 є найбільш простим але і одночасно функціональним верстатом призначеним для високоточного шліфування поверхні головок блоку та блоків циліндрів легкових та вантажних автомобілів. Великий вибір додаткових пристроїв дозволяє шліфувати передпускові камери головок блоку, маховики, диски зчеплення, гальмівні диски, плоскі поверхні, що вимагають високої точності обробки. За рахунок високої точності та регулювання швидкості подачі столу, подачі головки та швидкості обертання шпинделя зможна адаптувати верстат під різні техніки різання таких матеріалів як камінь, чавун та алюміній. Можливість встановлення сегментованого кола так і різцетримача CBN-PCD. Верстат оснащений адаптивним щитком управління, ефективною системою охолодження з баком та відстійником, системою мащення та захисним кожухом.

Верстат підтримує можливість обробки V-подібних двигунів та деталей нестандартних розмірів за рахунок дод. фіксаторів. Сегментоване шліфувальне колесо з алмазним напиленням, система охолодження, насос СО та відстійник, а також дві швидкості шпинделя дозволяють відновлювати як чавунні поверхні ГБЦ, так і алюмінієві блоки циліндрів [13].



Рисунок 3.5 – Верстат ALPHA-10

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

3.2 Обґрунтування та вибір пристрою для підвищення ефективності проведення ремонту головок блоків циліндрів

При виникненні потреби в ремонті головок блоків циліндрів, то проаналізувавши існуючі конструкції можна зробити висновок, що в більшості ринок спеціального ремонтного обладнання пропонує на сьогодні стенди для перевірки герметичності, розточування посадочних отворів під сідла, розсухарювачі та для шліфування прилягаючої поверхні ГБЦ.

Велика частина загальної трудомісткості робіт по ТО і ремонті головок блоків припадає на їх розбирання-складання, притирання клапанів, регулювання теплових зазорів і т.п.

Навіть попри матеріал виготовлення головок (в більшості це алюмінієві сплави), ця деталь досить важка, отже її транспортування та обслуговування просто на поверхні слюсарного верстака вимагає від виконавця значних затрат фізичної сили попри високий ризик отримати травми.

З огляду на це мною запропонована конструкція мобільного стенда для розбирально-складальних та регулювальних робіт головки блоку циліндрів.

Використання розробки дозволить полегшити працю слюсаря та значно знизить ризик травмування, що відіб'ється на більшій продуктивності праці і виконанні більшої кількості замовлень.

Стенд складається зі зварної рами 1 на колесах, зверху на рамі встановлено механізми кріплення та повороту головки блоку циліндрів. Поворот здійснюється завдяки встановленому черв'ячному ректору 8.

Під закріпленою ГБЦ, на рамі передбачається спеціальний піддон 2, який можна використовувати як для збору залишків масла, що будуть стікати із поверхні головки, так і для зберігання потрібного інструменту.

Стенд вважається універсальним, оскільки переміщенням бабки можна вибирати потрібну довжину, взаємності від головки блоку циліндрів (від 545 до 715 мм).

Загальний вигляд стенда показаний на рисунку 3.6.

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

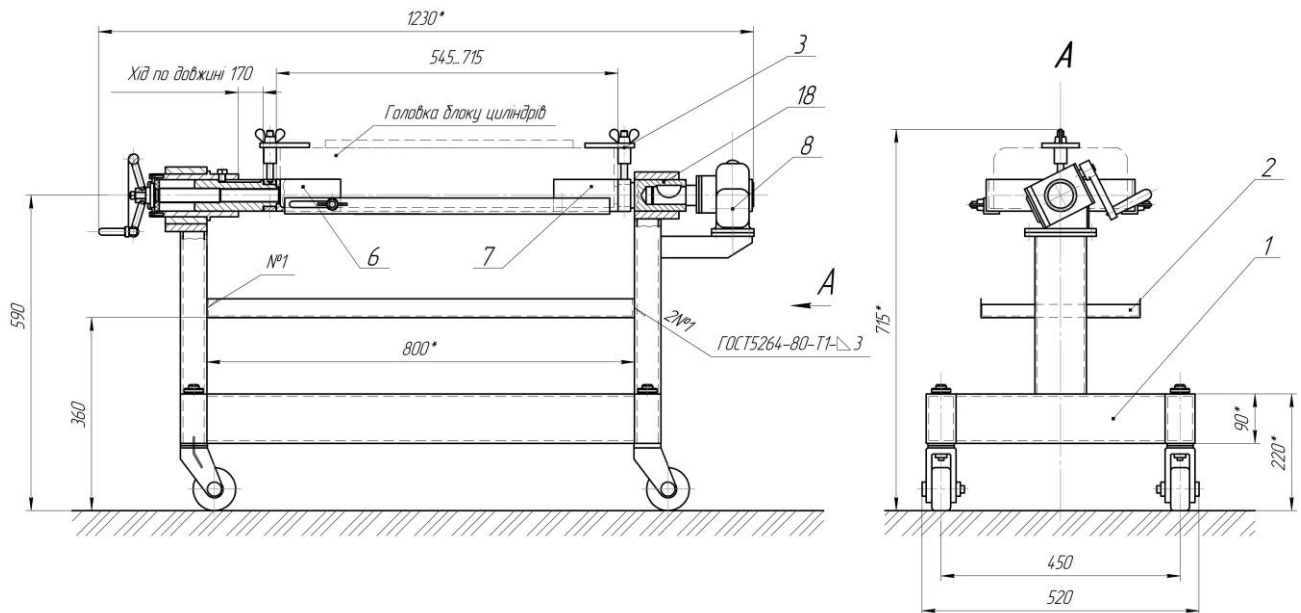


Рисунок 3.6 – Стенд для ремонту головок блоків циліндрів:

1 - рама; 2 - піддон; 3 - тримач; 6, 7 - упори; 8 - черв'ячний редуктор; 18 - піноль.

3.3 Розрахунок поперечних балок рами стенда

Вихідні дані: матеріал: сталь 09Г2; тип перерізу: квадратна труба 150x8;
зусилля вивішування решітки $P_{\text{вив}}$: 150 кН; зусилля зсуву $Q_{\text{зс}}$: 170 кН.

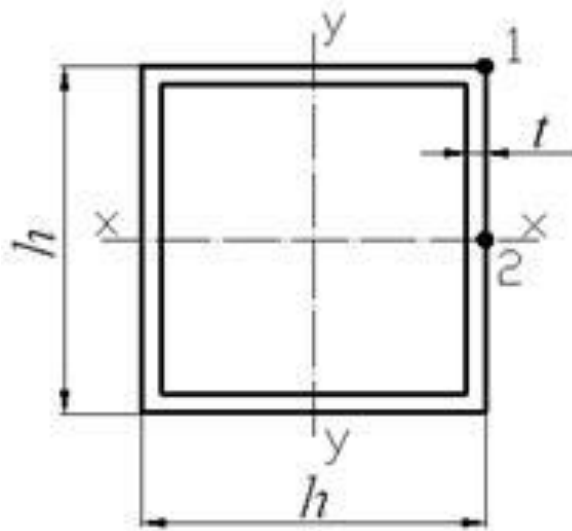


Рисунок 3.7 – Переріз поперечної балки:

h - висота перерізу, м; t - товщина стінки, м; 1, 2 – розрахункові точки.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ

Арк.

68

3.3.1 Перевірка міцності перерізу стержня

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для стержня

Поздовжнє зусилля N, Н	Поперечне зусилля Q _y , Н	Поперечне зусилля Q _x , Н	Момент кручення Т, Н м	Згинальний момент М _y , Н м	Згинальний момент М _x , Н м
826,28	-112090,98	-103401,97	2496,069	19179,242	24469,752

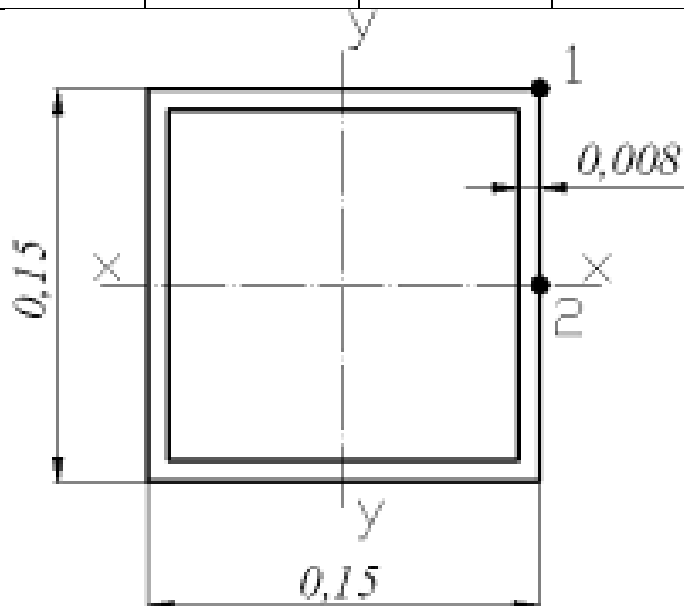


Рисунок 3.8 – Геометричні характеристики перерізу:

Площа перерізу А, м²:

$$A = 2 \cdot (h \cdot t + (h - 2t) \cdot t), \quad (3.1)$$

де h - висота перерізу, h=0,15 м;

t - товщина стінки, t=0,008 м.

$$A = 2 \cdot (0,15 \cdot 0,008 + (0,15 - 2 \cdot 0,008) \cdot 0,008) = 0,00454 \text{ (м}^2\text{)}$$

Моменти інерції відносно головних центральних осей I_x і I_y м⁴:

					КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

$$I_x = I_y = \frac{h^4}{12} - \frac{(h-2t)^4}{12}, \quad (3.2)$$

$$I_x = I_y = \frac{0,15^4}{12} - \frac{(0,15 - 2 \cdot 0,008)^4}{12} = 1,53 \cdot 10^{-5} \text{ (м}^4\text{)}$$

3.3.2 Розрахунок еквівалентних навантажень для точки 1

Сумарне нормальне навантаження при $y=0,075$ м, $x = 0,075$ м:

$$\sigma_\Sigma = \frac{826,28}{0,00454} + \frac{24469,752}{1,53 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,075 + \frac{19179,242}{1,53 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,075 = 213,9 \text{ (МПа)}$$

Дотичне навантаження, МПа:

$$\tau_{Qx} = \frac{Q_y \cdot b \cdot y}{2 \cdot I_y}, \quad (3.3)$$

де b - відстань між стінками, $b=0,142$ м;

y - відстань від горизонтальної осі $x-x$ до розглядуваної точки, $y=0,075$ м.

$$\tau_{Qx} = \frac{103401,97 \cdot 0,142 \cdot 0,075}{2 \cdot 1,53 \cdot 10^{-5}} = 35,9 \text{ (МПа)}$$

Дотичні навантаження розраховані по формулі при $b_x=2t=0,016$ м:

$$\tau_{Qy} = 0$$

Дотичне навантаження, МПа:

$$\tau_{M_{кр}} = \frac{T}{2(h-t)(h+t)t}, \quad (3.4)$$

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_{M_{кр}} = \frac{826,28}{2(0,15 - 0,008)(0,15 + 0,008)0,008} = 6,96$$

Сумарне дотичне навантаження становить:

$$\tau_{\Sigma} = 35,9 + 0 + 6,96 = 42,9 \text{ (МПа)}$$

Тоді еквівалентне навантаження:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{213,9^2 + 3 \cdot 42,9^2} = 226,4 \text{ (МПа)}$$

3.3.3 Розрахунок еквівалентного навантаження для точки 2

Сумарне нормальне навантаження при $y=0$ м, $x=0,075$ м:

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{826,28}{0,00454} + \frac{24469,752}{1,53 \cdot 10^{-5}} \cdot 0 + \frac{19179,242}{1,53 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,075 = 94,1 \text{ (МПа)}$$

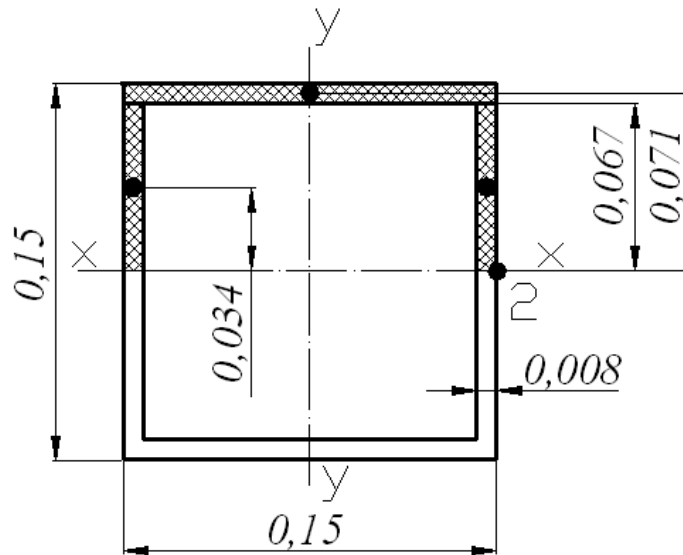


Рисунок 3.9 – Схема для визначення статичного моменту

Площі перерізаних частин:

$$A_{пер1} = 0,15 \cdot 0,008 = 0,0012 \text{ (м}^2\text{)}$$

					КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_{пер2} = 2 \cdot 0,067 \cdot 0,008 = 0,00107 \text{ (м}^2\text{)}$$

Статичний момент по формуле при $y_{c1}=0,071$ м, $y_{c2}=0,034$ м:

$$S_{пер1}^x = 0,0012 \cdot 0,071 = 0,0000852 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$S_{пер2}^x = 0,0107 \cdot 0,034 = 0,0000364 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$S_{пер}^x = 0,0000852 + 0,0000364 = 0,000122 \text{ (м}^3\text{)}$$

Дотичні навантаження при $b_x = 0,016$ м:

$$\tau_{Qy} = \frac{112090,98 \cdot 0,000122}{1,53 \cdot 10^{-5} \cdot 0,016} = 55,6 \text{ (МПа)}$$

Дотичні навантаження при $b=0,142$ м, $y=0$:

$$\tau_{Qx} = 0$$

Дотичні навантаження:

$$\tau_{M_{кр}} = \frac{826,28}{2(0,15 - 0,008)(0,15 + 0,008)0,008} = 6,95 \text{ (МПа)}$$

Сумарне дотичне навантаження:

$$\tau_{\Sigma} = 55,6 + 6,95 = 62,6 \text{ (МПа)}$$

Еквівалентне навантаження:

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{екв} = \sqrt{94,1^2 + 3 \cdot 62,6^2} = 143,5 \text{ (МПа)}$$

В результаті розрахунків, стало зрозумілим, що найбільш навантажена точка – 1.

Перевірка виконання умов міцності:

$$226,4 \text{ МПа} > 217,9 \text{ (МПа)}$$

Умова міцності дотримується, так як в металевих конструкціях допускається перевищення допустимих навантажень на 5%. В даному випадку навантаження перевищує на 8,5 МПа, що складає 3,9%, а отже конструкція підтверджує свою міцність і жорсткість.

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Характеристика моторної дільниці з точки зору охорони праці

Обладнання розміщене згідно технологічного процесу, який може проводитись в моторній дільниці. Переміщення деталей здійснюється транспортними візками. Дільниці цеху відгородженні одна від одної цегляними стінками.

Усі транспортні роботи, які найбільш важкі – механізовані.

Передбачено заземлення усіх каркасів електрообладнання, а також виключена можливість одночасного дотику до незаземлених частин обладнання. На всіх стендах передбачена захисна огорожа рухомих частин.

На робочих місцях передбачені міцні дерев'яні решітки. Споруда має блискавковідвід. На частині обладнання передбачений релейний захист.

Санітарно-гігієнічні умови. У проекті передбачені заходи, скеровані на покращення виробничої санітарії і гігієни праці. У цеху передбачено центральне водяне опалення для забезпечення необхідної температури повітря у приміщенні в холодну пору року.

У виробничих приміщеннях є комбінована система повітряного обміну. Місцева вентиляція передбачена у місцях виділення пилу, газів. Для усіх робочих передбачається спецодяг та індивідуальні засоби захисту. У цеху розміщені водопровідні колонки з фонтануючими кранами для забезпечення працюючих питтєвою водою.

На дільницях є спеціальні місця, на яких розміщуються аптечки з медикаментами. Об'єм і площа на одного працюючого відповідає санітарним нормам ДСанПіН 3.3.1-176-2011.

Пожежна безпека споруди забезпечується підбором і компоновкою вогнестійких будівельних конструкцій. В зоні є центральна водяна система опалення і примусово-витяжна вентиляція, що відповідає вимогам пожежної профілактики. Теплоносієм є вода з температурою до 120°C. Усі калорифери системи опалення передбачені з дерев'яними решітками. У витяжних

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		74

вентиляційних пристроях передбачені елементи, які не допускають утворення іскор. На усіх електроустановках передбачені автоматичні вимикачі, які спрацьовують у випадку короткого замикання.

Наявність підвісного крана полегшує транспортування деталей, що поліпшує умови праці працюючих.

Для очищення повітря від шкідливих твердих і газових речовин використовується різне обладнання: ротаційні прилади, різні фільтри, камерні пиловловлювачі та інші.

Норми допустимих концентрацій отруйних речовин, що використовуються у виробництві, або які є продуктом технологічних процесів, числяться в санітарних нормах ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

4.2 Розрахунок освітлення моторної дільниці

Розрахунок освітлення моторної дільниці проводиться методом коефіцієнта використання світлового потоку за формулою 4.1 [7, с. 136]

$$F = \frac{E \cdot S \cdot k}{n \cdot z \cdot \eta}, \quad (4.1)$$

де F – світловий потік, необхідний для забезпечення нормативної освітленості, лм;

E – нормативна освітленість, $E = 300$ лк;

S – площа освітлюваного приміщення, $m^2 = 81$;

k – коефіцієнт запасу, $k = 1,1$;

n – кількість ламп у світильнику, $n = 2$;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $z = 0,9$;

η – коефіцієнт використання освітлювальної установки, залежить від висоти підвісу світильника, розміру освітлюваного приміщення, коефіцієнтів відбиття

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		75

стін і стелі. Для визначення η знаходять індекс приміщення за формулою 4.2 [7, с. 137]

$$i = \frac{a \cdot b}{H \cdot (a + b)}, \quad (4.2)$$

де a – ширина приміщення, $a = 9$ м;

b – довжина приміщення, $b = 9$ м;

H – висота підвісу світильника, $H = 4,5$ м.

$$i = \frac{9 \cdot 9}{4,5 \cdot (9 + 9)} = 1,0$$

Визначивши індекс приміщення i вибираємо з таблиць значення η в залежності від коефіцієнтів відбиття стелі і стін. Результати зводимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнта використання в залежності від коефіцієнтів відбиття [7, с. 141]

$\rho_{\text{стін}}, \%$	$\rho_{\text{стелі}}, \%$	$i, \%$	$\eta, \%$
30	50	1,0	35

$$F = \frac{300 \cdot 81 \cdot 1,1}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,35} = 42428 \text{ (лм)}$$

Джерелом світла вибираю LED-світильник з двома світлодіодними лампами (одна лампа дає світловий потік $F_{\text{СП}} = 4000$ лм) [20].

Потрібна кількість світильників N визначається за формулою 4.3 [7, с. 144]

$$N = \frac{F}{2 \cdot F_{\text{СП}}}; \quad (4.3)$$

$$N = \frac{42428}{2 \cdot 4000} = 7,8 \cong 8 \text{ (шт.)}$$

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		76

Виходячи з результатів розрахунку для моторного відділення передбачається використання 8 LED-світильників.

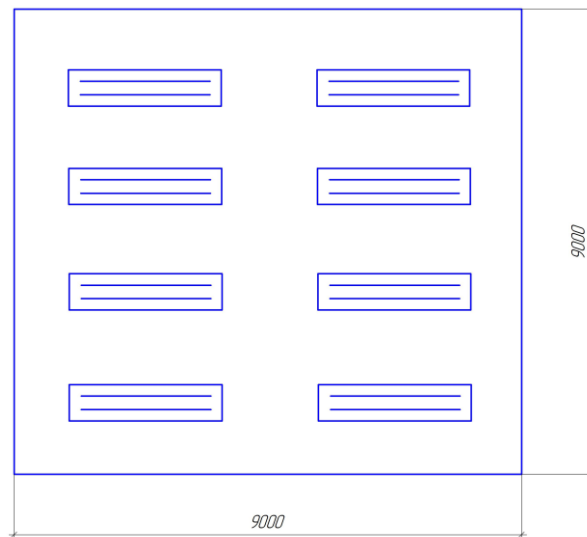


Рисунок 4.1 – Схема розташування світильників в приміщенні

4.3 Пожежна профілактика в умовах підприємства

Основними причинами запалювання матеріалів та виникнення пожежі можуть бути: несправність опалювальних приладів; несправність електричного обладнання; пошкодження ізоляції високовольтних проводів; куріння в недозволених місцях; засмічення постів матеріалами, які легко спалахують [6, с. 329].

На ділянці обладнання розміщене рівномірно по усій площі цеху, є широкі проходи і проїзди. Питома площа на одного працюючого відповідає санітарним нормам.

В усіх приміщенні ділянці передбачені вогнегасники ВПП-10 та ВВ-2. Проходи для евакуації людей повністю відповідають вимогам ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека будівельних конструкцій, степінь вогнестійкості об'єктів будівництва».

Для гасіння пожежі передбаченні скрині з піском об'ємом 0,5 м³ з розрахунку 1 скриня на 100 м² площі. Передбачений пожежний водопровід високого тиску з системою стояків, на яких встановлені пожежні крани.

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		77

Використане ганчір'я складати в спеціально відведені для цього місця за межами виробничого приміщення в металеві ящики і закривати їх кришками. Відпрацьовані масла зберігати в спеціальних цистернах за межами виробничого приміщення.

4.4 Виробничий травматизм

Питання охорони праці мають велике значення для забезпечення безпеки і покращення умов праці, створення робочої обстановки, що виключає професійні захворювання і виробничий травматизм, що сприяє підвищенню ефективності праці і виробництва [6, с. 84].

В кваліфікаційній роботі пропонується впровадити на моторній дільниці пристосування для ремонту головок блоків циліндрів ДВЗ.

Найбільш частими причинами нещасних випадків є необережність і порушення правил техніки безпеки. Найбільш частими наслідками травмування є: забиття м'яких тканин, опіки, порізи, а також переломи кісток.

Для виявлення і зведення до мінімальних значень величин небезпечних і шкідливих виробничих чинників на підприємстві проводиться атестація робочих місць за умовами праці згідно з діючою документацією. Результати атестації також використовуються при плануванні і проведенні заходів з охорони праці, надання пільг і компенсацій працівникам за несприятливих умов праці [6, с. 84].

4.5 Охорона праці і техніка безпеки при проведенні ремонтних операцій

Перед початком та під час роботи при ТО і ремонті автомобіля потрібно дотримуватися правил техніки безпеки і охорони праці.

Під час роботи класти інструменти на автомобіль забороняється, оскільки їх можна випадково зачепити і вони впадуть на працюючого. Проводячи роботи над машиною не користуватися відкритим вогнем.

Слід пам'ятати, що бензин вогнебезпечна рідина і тому при роботі з ним і охолоджувальною рідиною потрібно бути обережним. Також обережно

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		78

поводитися з тарою в якій знаходиться бензин, оскільки, якщо вона зіткнеться з відкритим вогнем станеться вибух. Тетраетил свинець, що міститься в бензині є сильною отрутою, при попаданні етилованого бензину на відкриту ділянку шкіри, промити її гасом, а потім промити теплою водою з милом.

Пролиті паливно-мастильні матеріали потрібно якомога швидше зібрати, а в разі пожежі засипати піском, а потім прибрати.

Місце, де працює автослюсар має бути добре освітленим, але світло треба розташувати так, щоб воно не засліплювало його.

При роботі користуватися тільки справними інструментами. Забороняється доповнювати ключі трубами та іншими засобами, також забороняється пробувати збігу отворів пальцем, оскільки, для цього є спеціальні ломики або бородки. Не можна використовувати молотки, в яких є тріщини в рукоятці.

Коли проводиться збирання або розбирання вузлів слід використовувати спеціальні ключі і знімачі. Якщо гайка важко відкручується, то потрібно її змочити гасом, а потім відкручувати.

Не менш важливими при дотриманні техніки безпеки є правила пожежної безпеки. Всі обтиральні матеріали необхідно складати в металевий ящик, а потім виносити в спеціально відведені для сміття місця.

Приміщення повинно мати загальну вентиляцію.

У всіх приміщеннях, де ведуться роботи з автомобілем повинні бути вогнегасники згідно встановлених норм. Повинні бути пожежні щити, також ящики з сухим піском, де у кожного ящика повинна знаходитися лопата.

4.6 Електробезпека

Широке застосування електрики на транспорті створює потенціальну загрозу ураження електричним струмом у разі безпосереднього стикання з оголеним проводом замкненого електричного кола. Ураження можливе також через ґрунт, на якому лежить оголені проводи, й на відстані через провідники високої напруги за механізмом вольтової дуги. Може бути уражена й та особа, яка надає допомогу, якщо торкатиметься потерпілого не захищеними руками.

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		79

Електричний струм уражує всі відділи організму, спричинюючи механічні ушкодження, опіки, іонізацію тканин та інші патологічні зміни. Потерпілий, як правило, не може відірватися від проводу через сильне скорочення м'язів кінцівок. При цьому можливі додаткові травми(забите місце, опік тощо). Щоб запобігти ураженню електричним струмом, використовують засоби колективного й індивідуального захисту, а також засоби додаткового захисту. До засобів колективного захисту належать [6, с. 246]:

- захисне вимикання аварійної мережі в цілому або її ділянки;
- захисне заземлення, занулення електрообладнання;
- застережні, заборонні, наказові, вказівні переносні щити;
- ізолювальні прокладки, тимчасові переносні заземлення;
- спеціальні знаки безпеки, сигналізація, блокування.

До спеціальних засобів індивідуального захисту належать:

- діелектричні рукавички, боти, калоші, килимки, ізолювальні підставки;
- переносні безпечні світильники напругою 12...48 В, знижувальні трансформатори напругою 220/12 або 220/42 В, захисне заземлення.

До засобів додаткового захисту належать:

- діелектричні доріжки;
- захисні окуляри;
- спеціальні рукавички з важко займистої тканини;
- захисні пристрої тощо.

Крім того, на працюючих накопичуються заряди статичної електрики, особливо в разі користування одягом із штучного волокна, вовни, взуттям із підшвами, що не проводять електричного струму, а також під час виконання ручних робіт із речовинами – діелектриками й шліфувальною шкуркою. Найпростіший і найнадійніший спосіб захисту від статичної електрики заземлення технологічного обладнання, трубопроводів тощо. Необхідно передбачати також струмопровідні підлоги, антистатичні рукавички [6, с. 270].

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		80

- Перед початком роботи з ручним електроінструментом слід перевіритися в тому, що він справний і є захисне заземлення.
- Для роботи з інструментом під напругою 127...220 В треба надіти захисні окуляри, гумові рукавиці, калоші й користуватися гумовим килимком або сухим дерев'яним стелажем.
- Залишаючи робоче місце навіть ненадовго, слід вимкнути електроінструмент.

У разі виявлення будь-якої несправності електроінструменту, заземлювального пристрою або штепсельної розетки треба негайно припинити роботу.

У приміщеннях без підвищеної й особливої небезпеки використовують світильники напругою 42 В. У приміщеннях з особливою й підвищеною небезпекою, в тісноті, в незручному положенні працюючого застосовуються переносні світильники місцевого освітлення напругою 12 В [6, с. 270].

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		81

ВИСНОВКИ

У відповідності до завдання розроблено заходити щодо підвищення ефективності технологічного процесу ремонту головок блоків циліндрів двигунів легкових автомобілів на прикладі двигуна концерну PSA DV6TED4.

В пояснювальній записці висвітлено проблеми та їх рішення, зокрема:

- в загально-технічному розділі пояснювальної записки подано загальні характеристики СТО та можливі варіанти структури автосервісу. Проаналізовано конструкційні особливості сучасних двигунів з акцентом на найбільш значущі моменти. Проведено огляд можливих несправностей двигунів та методи їх діагностики;

- в технологічному розділі проведено розрахунок виробничої програми автотранспортного підприємства, за результатами якого визначено об'єми робіт і кількість робочого персоналу. Розраховано моторну дільницю, вибрано необхідне обладнання та інструмент. Визначено основні шляхи усунення несправностей з детальним описом демонтажу та розбирання ГБЦ;

- в конструкторському розділі проведено аналіз існуючих конструкцій стендів для ремонту головок блоків циліндрів. Обґрунтовано вибір запропонованої розробки. Здійснено силовий розрахунок конструкції;

- в розділі «Охорона праці і безпека життєдіяльності» проведено характеристику моторної дільниці з точки зору охорони праці, розраховано штучне освітлення дільниці. Описані заходи пожежної- і електробезпеки. Проаналізовано виробничий травматизм на підприємствах, та подано заходи щодо його уникнення.

До графічної частини входять п'ять аркушів креслення форматом А-1, де подано: план моторної дільниці, універсальну схему ТП ремонту головки блоку циліндрів, технологічну карту на ремонт головки блоку циліндрів, складальне креслення стенда для ремонту головок блоків циліндрів та технологічну карту на встановлення ГБЦ і ГРМ на прикладі двигуна DV6TED4.

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Венгер М.П., Заверуха Р.Р., Курус В.М. Методичні вказівки до підготовки і виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2023. 48 с.
2. Мигаль В.Д. Основи технічної діагностики автомобілів: навч. посіб., 2-ге видання. Харків: Майдан, 2016. 372 с.
3. Біліченко В.В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навч. посіб. / Біліченко В.В., Крещенецький В.Л., Кукурудзяк Ю.Ю., Цимбал С.В. Вінниця: ВНТУ, 2012. 118 с.
4. Чабанний В.Я. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник. Книга 1. Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. 391 с.
5. Чабанний В.Я. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник. Книга 2. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2007. 348 с.
6. Гандзюк Н.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник 5-те видання / За ред. М.П. Гандзюка. Київ: Каравела, 2022. 384 с.
7. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С. Практикум з охорони праці: навч. посіб. Львів: Афіша, 2000. 352 с.
8. Сучасний двигун. URL: <https://uzr.com.ua/expert/suchasni-dvyguny-chomuvony-chasto-lamayutsya/> (дата звернення 26.05.2024).
9. Стенд для ремонту ГБЦ SW1100. URL: https://ab-engine.com/rec_serdi4.html (дата звернення 13.06.2024).
10. Стенд SERDI 100 HD. URL: <https://www.assurich.com.my/engine-rebuilding-equipment-serdi-100-hd-power.htm> (дата звернення 13.06.2024).
11. Стенд Comec BST-860. URL: <https://sjmc.in.ua/ua/p1101237544-standok-dlya-obsluzhivaniya.html> (дата звернення 13.06.2024).

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Адк.</i>
<i>Вим.</i>	<i>Адк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>83</i>

12. Стенд Comec FSV-100. URL:

https://autocomplete.com.ua/catalog/equipment_for_vehicle_chassis/engine_repair/stanok_dlya_obrabotki_syedel_klapanov_fsv100/ (дата звернення 13.06.2024).

13. Стенд Comec RP-330. URL: <https://lg.net.ua/product/stanok-dla-shlifovki-blokov-cilindrov-comec-rp330/> (дата звернення 13.06.2024).

14. Характеристика дільниць АТП. URL:

<https://studfile.net/preview/5607458/page:3/> (дата звернення 15.06.2024).

15. Аналіз конструкції двигунів серії HDI. URL:

<https://motorist.expert/peugeot/16-hdi.html> (дата звернення 04.06.2024).

16. Умови роботи ГБЦ. URL: <https://krutilvertel.com/peugeot-3008-2009-glava6b-golovka-bloka-cilindrov> (дата звернення 04.06.2024).

17. Демонтаж ГБЦ. URL: <https://krutilvertel.com/peugeot-3008-2009-glava6b-golovka-bloka-cilindrov> (дата звернення 04.06.2024).

18. Дефектування ГБЦ. URL: <https://krutilvertel.com/peugeot-3008-2009-glava6b-golovka-bloka-cilindrov> (дата звернення 04.06.2024).

19. Технічна оснастка. URL: <https://krutilvertel.com/peugeot-3008-2009-glava3-tehnicheskoe-obslyzhivanie-avtomobilja> (дата звернення 04.06.2024).

20. Світильники для моторної дільниці. URL:

https://volton.com.ua/p1743198843-promyshlennyj-svetilnik-linejnyj.html?source=merchant_center&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=16257465298&utm_term=&utm_content=&utm_position=&utm_matchtype=&utm_placement=&utm_network=x (дата звернення 16.06.2024).

					<i>КРБ.605.20.00.00.000.ПЗ</i>	Адк.
<i>Вим.</i>	<i>Адк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		84

Додатки