

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра автотранспорту та логістики
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного
обслуговування та ремонту двигунів серії 602.9 автомобілів Mercedes-Benz
Vario

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МА-41
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Степан КУЗЬМИН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Микола СТАШКІВ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Кузьмину Степану
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту двигунів серії 602.9 автомобілів Mercedes-Benz Vario

Керівник роботи Левкович Михайло Геннадійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року 4/9-40

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автомобіля Mercedes-Benz Vario, ТП обслуговування та ремонту двигунів серії 602.9.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Основні характеристики ДВЗ 602.9 та огляд ТО (А1). Процес обслуговування ДВЗ 602.9 (А1). Огляд найпоширеніших поломок ДВЗ та види пошкодження ременя (А1). Рама-візок (А1). Підйомник електрогідравлічний підкатний (А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 21.01.2026 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	01.02.2026	
2	Технологічний розділ	15.02.2026	
3	Конструкторський розділ	05.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	14.06.2026	
6	Захист дипломної роботи		

Студент

(підпис)

Степан КУЗЬМИН

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної роботи на тему: «Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту двигунів серії 602.9 автомобілів Mercedes-Benz Vario», виконаної студентом групи МА-41 ТНТУ імені Івана Пулюя Кузьмином Степаном. Керівник роботи – к.т.н., доц. Левкович М.Г.

Пояснювальна записка містить 52 аркуші формату А4, додатки та графічну частину.

Ключові слова: дизельний двигун, Mercedes-Benz Vario, двигун OM602.9, діагностика, технічне обслуговування, ремонт, технологічний процес, мобільний діагностичний візок, автосервіс.

У кваліфікаційній роботі розглянуто процеси діагностики, технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів серії 602.9 автомобілів Mercedes-Benz Vario. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення надійності й довговічності двигунів вантажних автомобілів та раціональної організації робіт на автосервісних підприємствах.

У загальнотехнічному розділі наведено основні відомості про двигуни серії 602.9, їх технічні характеристики, конструктивну будову та принцип роботи, а також проаналізовано регламентні операції технічного обслуговування і характерні несправності.

У технологічному розділі розроблено технологічний процес діагностики та технічного обслуговування двигуна 602.9, виконано розрахунки трудомісткості робіт, тривалості діагностичного циклу, потреби в обладнанні та площі поста діагностики. Описано основні операції з обслуговування і ремонту двигуна.

У конструкторському розділі проаналізовано існуючі технічні засоби діагностики та обґрунтовано розроблення мобільного діагностичного візка. Подано опис його призначення, конструкції та виконано розрахунок основних параметрів, що підтвердило працездатність і безпечність експлуатації.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1. Загальні відомості щодо ДВЗ серії 602.9	8
1.2. Основні технічні характеристики ДВЗ серії 602.9	8
1.3. Конструктивна будова та основні вузли	9
1.4 Технічне обслуговування автомобіля	9
1.5 Планове технічне обслуговування ДВЗ 602.9	10
1.6 Огляд причин виходу з ладу та найпоширеніші поломки ДВЗ 602.9 11	11
1.7 Перевірка ременів приводу	13
1.8 Обслуговування паливної системи ДВЗ	14
1.9 Обслуговування паливного фільтра ДВЗ 602.984/985	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Розрахунок трудомісткості діагностичних робіт двигуна 602.9	16
2.2 Розрахунок тривалості діагностичного циклу	17
2.3 Розрахунок кількості діагностичних постів	18
2.4 Розрахунок потреби в діагностичному обладнанні	20
2.5 Розрахунок ефективного фонду часу роботи поста / обладнання	21
2.6 Розрахунок періодичності технічного обслуговування	22
2.7 Розрахунок трудомісткості ТО двигуна	23
2.8 Розрахунок площі поста діагностики двигуна 602.9	24
2.9 Обслуговування та ремонт ДВЗ 602.9 25	25
2.9.1 Зняття і встановлення ДВЗ	25
2.9.2 Повітряний фільтр	26
2.9.3 Впускний і випускний колектори	27
2.9.4 Кришка головки блока та ГРМ	28
2.9.5 Головка блоку	32
2.9.6 Розподільний вал	33
2.9.7 Пружини і сальники стержнів клапанів	34
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Аналіз існуючих технічних засобів для діагностики та обслуговування двигунів 602.9	38
3.2 Призначення, область застосування та конструкція мобільного діагностичного візка	40

3.3 Розрахунок навантаження та основних параметрів мобільного діагностичного візка	42
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
4.1 Аналіз умов праці та виробничих небезпек під час діагностики і технічного обслуговування двигунів	44
4.2 Вимоги охорони праці та безпечної експлуатації обладнання на посту діагностики	45
4.3 Заходи з охорони праці, пожежної безпеки та застосування засобів індивідуального захисту	47
Загальні висновки	49
Бібліографія	51
Додатки	53

ВСТУП

Сучасний транспорт відіграє важливу роль у забезпеченні перевезень вантажів і пасажирів, особливо в умовах експлуатації. Надійність і економічність роботи автомобілів значною мірою залежать від стану, який є одним із найвідповідальніших і найбільш навантажених агрегатів транспортного засобу. У процесі тривалої експлуатації двигуни зазнають зношування, що призводить до зниження потужності, погіршення паливної економічності та зростання токсичності відпрацьованих газів.

Двигуни серії 602.9, що застосовуються на автомобілях Mercedes-Benz Varjo, широко використовуються у комерційному транспорті завдяки простій конструкції, високому моторесурсу та пристосованості до важких умов експлуатації. Разом з тим ефективна робота цих двигунів неможлива без своєчасної діагностики, технічного обслуговування та якісного ремонту, виконаних за обґрунтованим технологічним процесом. Відсутність чітко регламентованих і адаптованих до конкретної серії двигунів технологічних рішень призводить до збільшення простоїв автомобілів і зростання витрат на їх утримання.

Актуальність зумовлена необхідністю покращення ТП діагностики, технічного обслуговування та ремонту двигунів серії 602.9 автомобілів Mercedes-Benz Varjo з урахуванням їх конструктивних особливостей та умов експлуатації. Раціональна організація робіт дозволяє підвищити надійність двигунів, зменшити трудомісткість операцій і забезпечити стабільні експлуатаційні показники автомобілів.

В роботі передбачено аналіз конструкції двигуна, визначення типових несправностей, обґрунтування методів їх виявлення та усунення, а також вибір необхідного обладнання й технологічного оснащення.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Загальні відомості щодо ДВЗ серії 602.9

Двигуни серії 602.9 застосовуються на автомобілях Mercedes-Benz Vario та призначені для комерційного транспорту середньої та великої вантажопідйомності. Основними модифікаціями є 602.984 і 602.985, що відрізняються робочим об'ємом та системою живлення. Ці ДВЗ характеризуються достатньою надійністю, тривалим моторесурсом і можливістю експлуатації в умовах інтенсивного навантаження. Конструкція двигунів передбачає простий доступ до основних вузлів, що полегшує обслуговування та ремонт.

1.2. Основні технічні характеристики ДВЗ серії 602.9

Двигуни серії 602.9 мають рядну конструкцію з 6 циліндрами, робочий об'єм становить від 4,2 до 4,3 л. Потужність двигунів коливається від 95 до 129 к.с., а максимальний крутний момент – від 280 до 360 Н·м. Паливна система обладнана насосом високого тиску та форсунками прямого уприскування, що забезпечує економічну роботу і точну подачу палива. Система охолодження – рідинна з примусовою циркуляцією та термостатом, а система змащення – напірна з відцентровим масляним фільтром.

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики двигунів серії 602.9

Параметр	602.984	602.985
Робочий об'єм, л	4,2	4,3
Потужність, к.с.	95	129
Крутний момент, Н·м	280	360
Кількість циліндрів	6	6
Тип охолодження	Рідинне	Рідинне
Паливна система	Дизель, пряме уприскування	Дизель, пряме уприскування

1.3. Конструктивна будова та основні вузли

ДВЗ серії 602.9 мають рядну компоновку циліндрів. Основні вузли включають блок циліндрів, головку блока, кривошипно-шатунний механізм, систему паливоподачі, систему охолодження та систему змащення. До допоміжних агрегатів відносяться генератор, насос ГУР, компресор кондиціонера та приводні ремені.

Система живлення складається з паливного насоса високого тиску, форсунок та фільтрів (передфільтр і основний фільтр), що забезпечують точну дозу палива та його очистку. Система охолодження підтримує оптимальний тепловий режим двигуна, а система випуску знижує токсичність відпрацьованих газів.

1.4 Технічне обслуговування автомобіля

Періодичність ТО автомобіля визначається, насамперед, типом і якістю застосованої моторної оливи, а також умовами експлуатації транспортного засобу. Встановлені інтервали ТО не повинні коригуватися залежно від випадкових або суб'єктивних факторів експлуатації.

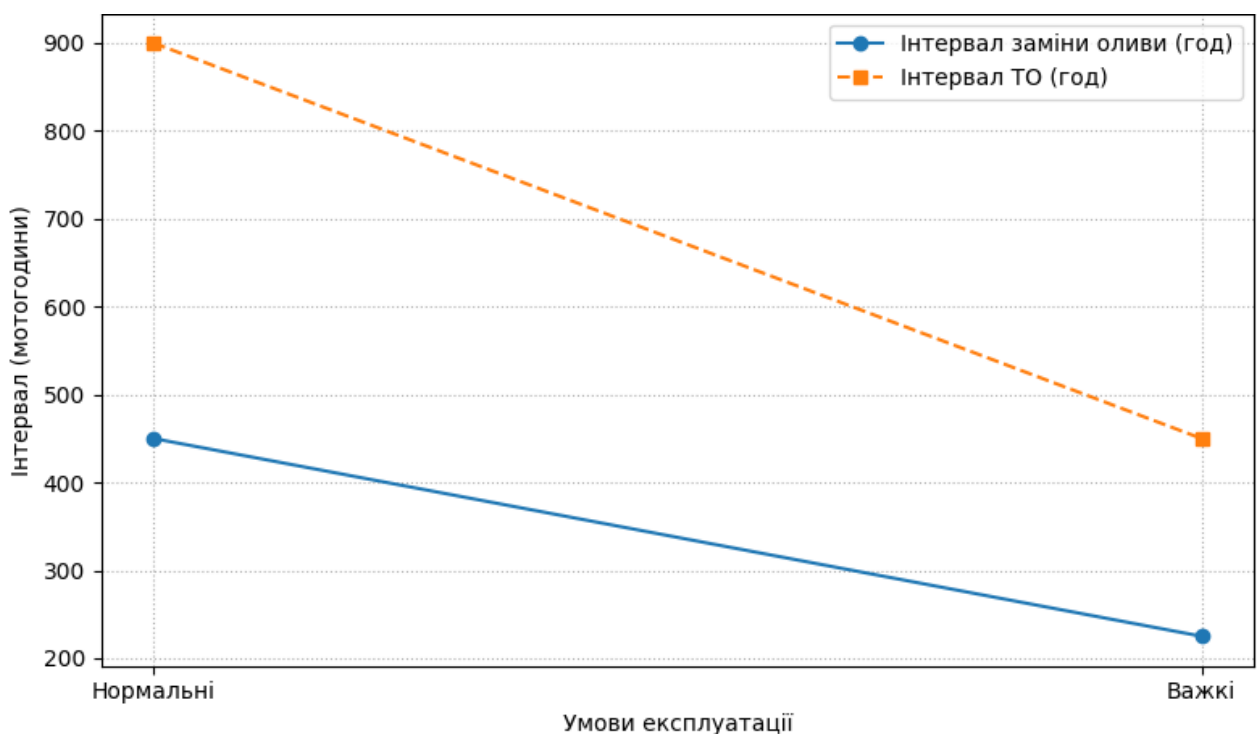


Рисунок 1.1 – Залежність інтервалу ТО ДВЗ від умов експлуатації

Зменшення інтервалів ТО за умов експлуатації ґрунтується підвищеним тепловим і механічним навантаженням на двигун, що призводить до прискореного старіння моторної оливи та зростання інтенсивності зношування деталей.

1.5 Планове технічне обслуговування ДВЗ 602.9

Планове ТО є основною складовою забезпечення його надійності, тривалого ресурсу та безпечної експлуатації автомобіля. Для двигунів серії 602.9 автомобілів Mercedes-Benz Varjo регламентовані операції дозволяють своєчасно виявляти ознаки зношування, попереджати несправності та підтримувати оптимальні експлуатаційні показники.

Таблиця 1.2 – Основні операції планового ТО ДВЗ 602.9

№	Операція	Призначення
1	Перевірка стану та натягу ременів приводу	Забезпечує нормальну роботу агрегатів двигуна та запобігає передчасному зношуванню
2	Контроль системи охолодження	Виявлення підтікання, контроль рівня охолоджувальної рідини та концентрації антифризу
3	Огляд патрубків, шлангів і електричних з'єднань паливної системи	Забезпечує герметичність та надійну роботу паливного живлення
4	Перевірка повітряного фільтра	Забезпечує оптимальну подачу повітря в циліндри, підтримує ефективність згоряння палива
5	Контроль рівня моторної оливи	Запобігає недостатньому змащенню деталей та підвищеному зношуванню
6	Перевірка шкідливих викидів відпрацьованих газів	Забезпечує відповідність екологічним нормам та контроль стану системи випуску



Рисунок 1.2 – Процес обслуговування ДВЗ 602.9

1.6 Огляд причин виходу з ладу та найпоширеніші поломки ДВЗ 602.9

Двигун 602.9 може виходити з ладу з різних причин, більшість з яких пов'язані з умовами експлуатації та технічного обслуговування. Однією з основних причин є несвоєчасна заміна моторної оливи або використання масла низької якості. Це призводить до підвищеного зносу поршневої групи, деталей

газорозподільного механізму та гідрокомпенсаторів. Значний вплив має і забруднення паливної системи, яке виникає через неякісне паливо та несвоєчасну заміну фільтрів. У результаті відбувається засмічення форсунок і порушується нормальна робота паливного насоса. Перегрів двигуна також є поширеною причиною несправностей, оскільки він може викликати деформацію головки блока циліндрів, пошкодження прокладки та появу задирів на поверхнях циліндрів. Недотримання регламенту технічного обслуговування призводить до передчасного зносу ременів приводу, елементів клапанного механізму та системи турбонаддуву. Додатково негативно впливають механічні перевантаження та експлуатація двигуна у важких умовах, що спричиняє пошкодження поршнів, колінчастого вала та підшипників.

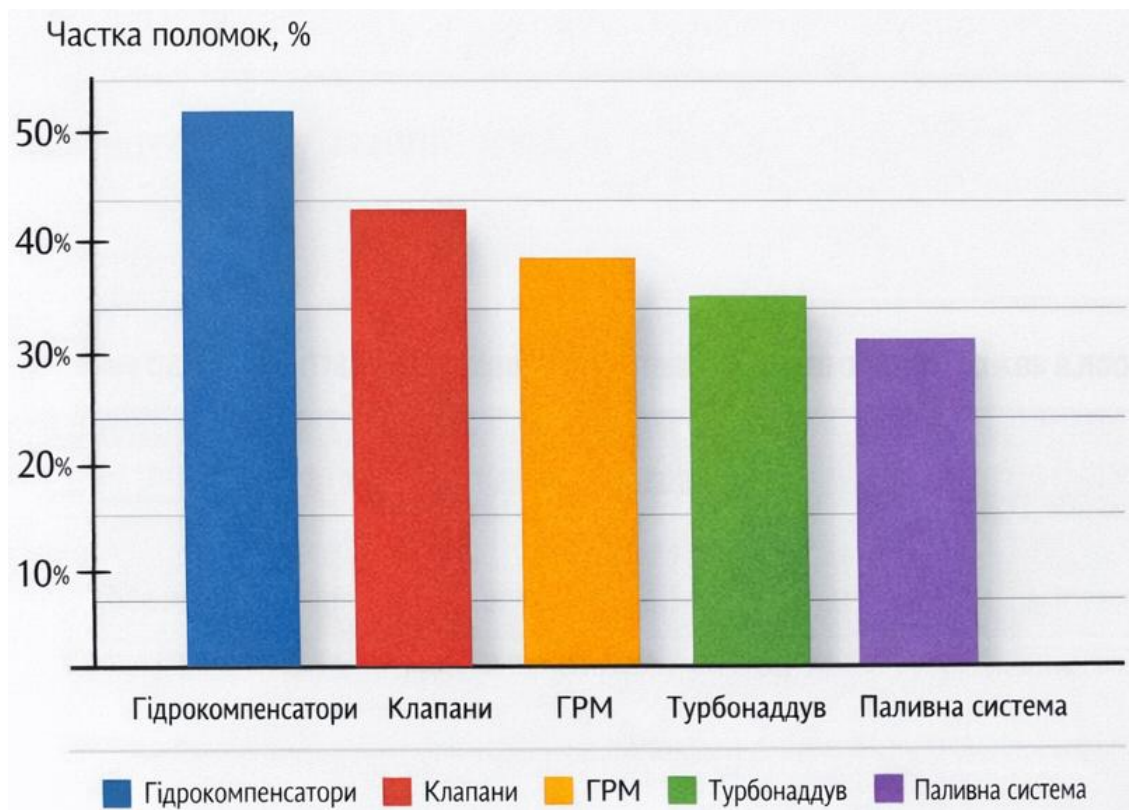


Рисунок 1.3 – Найпоширеніші поломки ДВЗ 502.9

Найчастіше у двигуні 602.9 спостерігається вихід з ладу гідрокомпенсаторів і ослаблення або руйнування пружин клапанів. Досить поширеним є засмічення паливних фільтрів і форсунок, що погіршує процес згоряння палива. Також трапляється обгорання клапанів та знос їхніх тарілок,

особливо при порушенні теплових зазорів. У газорозподільному механізмі можливе розтягнення ланцюга та зношування шківів, що впливає на фази газорозподілу. Поломки турбонаддува часто пов'язані з порушенням змащування та пошкодженням маслопроводів. Окрему групу несправностей становлять обриви ременів приводу та вихід з ладу натяжних механізмів.

На побудованому графіку показано умовну частоту поломок основних вузлів двигуна 602.9 у відсотковому співвідношенні. По горизонтальній осі відкладені основні вузли двигуна, а по вертикальній осі — частота виникнення несправностей. Така діаграма наочно демонструє, що найчастіше проблеми виникають у паливній системі та клапанному механізмі, тоді як ремені приводу та поршнева група виходять з ладу рідше.

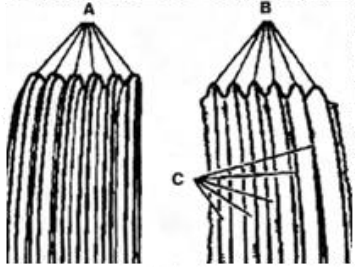
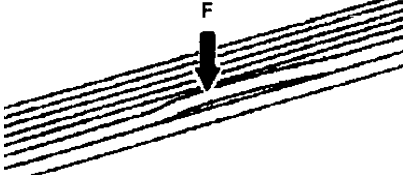
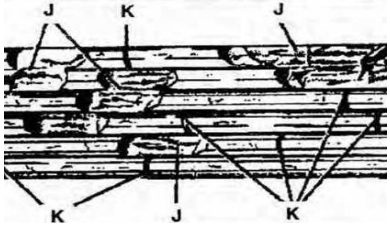
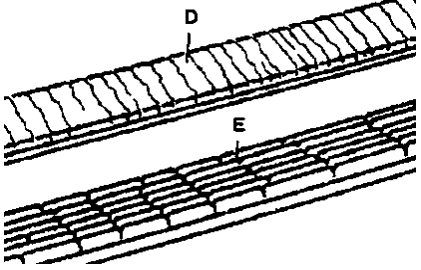
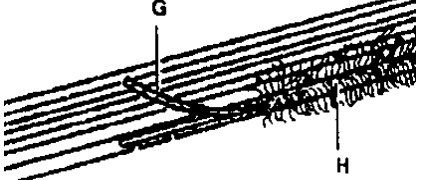
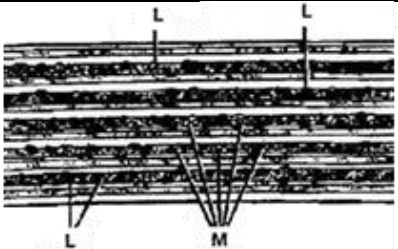
1.7 Перевірка ременів приводу

Довжина ременів приводу залежить від модифікації та наявності кондиціонера: для ДВЗ 602.984 з кондиціонером – 2120 мм, без кондиціонера – 2050 мм, для двигуна 602.985 з кондиціонером – 2415 мм, без кондиціонера – 2245 мм, а для двигунів 904.923/936 без кондиціонера – 1420 мм, з кондиціонером – 2040 мм.

Перед перевіркою необхідно вимкнути запалювання, встановити важіль коробки передач у нейтральне положення або в положення «Р» для автоматичної коробки передач та затягнути стоянковий гальмо. Потім оглядають ремінь приводу генератора на наявність пошкоджень. У разі їх виявлення ремінь обов'язково замінюють.

Основні види пошкоджень ременя включають зношування кромки клиновидних ребер і оголення корду у виїмках, розриви ребер, бокові пошкодження ребер та видавлювання гумової маси назовні, ушкодження зовнішньої частини ременя і поперечне ушкодження ребер, розрив корду, вихід його назовні та обтирання корду, а також видавлювання гумової маси на зовнішній частині та налипання дрібного каміння у канавки ременя. Своєчасна перевірка та заміна пошкоджених ременів забезпечує надійну роботу двигуна та допоміжних агрегатів автомобіля.

Таблиця 1.3 – Основні види пошкоджень ременя

<p>Зношення країв клиноподібних ребер ременя В та оголення кордових ниток у заглибленнях ременя С.</p>	
<p>Розрив клиноподібних ребер ременя F.</p>	
<p>Бічні пошкодження ребер K та видавлювання гумової маси назовні J.</p>	
<p>Пошкодження зовнішньої частини ременя D та поперечні дефекти ребер ременя E.</p>	
<p>Розриви корду з його виходом назовні G та зношування й перетирання корду H.</p>	
<p>Видавлювання гумової маси на зовнішній поверхні ременя L та забруднення або налипання дрібних камінців у канавках ременя M.</p>	

1.8 Обслуговування паливної системи ДВЗ

Для очищення фільтруючого елемента передфільтра спочатку відкривають кришку заливної горловини паливного бака та знижують тиск у ньому. Потім видаляють бруд із зовнішньої частини передфільтра. Далі відкручують кришку та виймають корпус передфільтра разом з фільтруючим елементом (рис. 1.3).

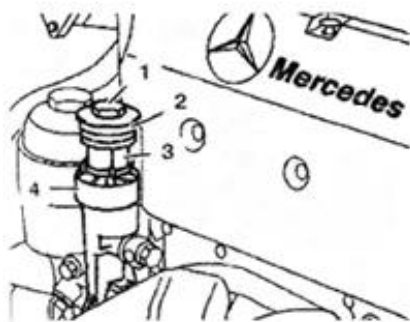


Рисунок 1.3 – Очищення паливного передфільтра: 1 – кришка; 2 – ущільнювальне кільце; 3 – фільтрувальний елемент; 4 – Корпус передфільтра

Фільтруючий елемент замінюють, якщо він пошкоджений або сильно забруднений. Кришку та фільтруючий елемент протирають, перевіряють ущільнювальне кільце та за необхідності змащують його герметиком або встановлюють нове. Після цього кришку разом з фільтруючим елементом встановлюють на місце та затягують. Наприкінці перевіряють відсутність підтікання палива.

1.9 Обслуговування паливного фільтра ДВЗ 602.984/985

Щоб замінити паливний фільтр, відкручують болт і знімають старий фільтруючий елемент (рис. 1.4). Після цього замінюють ущільнювальне кільце та встановлюють новий фільтруючий елемент.

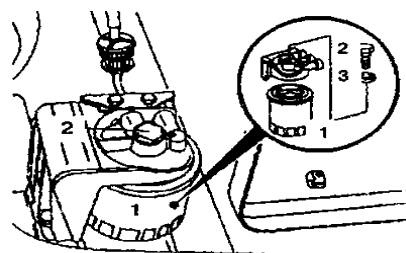


Рисунок 1.4 – Заміна паливного фільтра на ДВЗ 602.984/985: 1 – фільтр паливний; 2 – кріплення; 3 – ущільнювальне кільце

Двигун запускають і дають йому попрацювати на 1500 об/хв протягом однієї хвилини для прокачки фільтра. Після цього перевіряють відсутність підтікання палива.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок трудомісткості діагностичних робіт двигуна 602.9

Загальна трудомісткість діагностичних робіт визначається сумою нормативного часу виконання окремих операцій з урахуванням коефіцієнта умов виконання робіт:

$$T_{\text{д}} = \sum_{i=1}^n t_i \cdot k_y. \quad (1.1)$$

Для подальших розрахунків приймаємо:

$$k_y = 1,1.$$

Склад діагностичних операцій сформовано з урахуванням типових перевірок для дизельного двигуна 602.9: оцінювання загального стану, механічної частини, паливної системи, системи змащування та охолодження.

Таблиця 2.1 – Нормативи часу на діагностичні операції двигуна 602.9

Діагностична операція	Норматив t_i , люд · год	k_y	$t_i \cdot k_y$, люд · год
Зовнішній огляд, перевірка підтікань і кріплень	0,15	1,1	0,165
Прослуховування, оцінка роботи (шуми/вібрації)	0,10	1,1	0,110
Перевірка компресії, герметичності	0,50	1,1	0,550
Перевірка тиску масла	0,20	1,1	0,220
Контроль температурного режиму	0,20	1,1	0,220
Оцінка роботи паливної системи (ознаки, рівномірність, димність/реакція)	0,35	1,1	0,385
Заключні операції	0,10	1,1	0,110
Разом	1,60		1,760

Сума нормативів часу:

$$\sum t_i = 0,15 + 0,10 + 0,50 + 0,20 + 0,20 + 0,35 + 0,10 = 1,60 \text{ люд. год}$$

З урахуванням коефіцієнта умов виконання:

$$T_{\text{д}} = 1,60 \cdot 1,1 = 1,76 \text{ люд. год}$$

Трудомісткість комплексу діагностичних робіт двигуна 602.9:

$$T_d = 1,76 \text{ люд. год.}$$

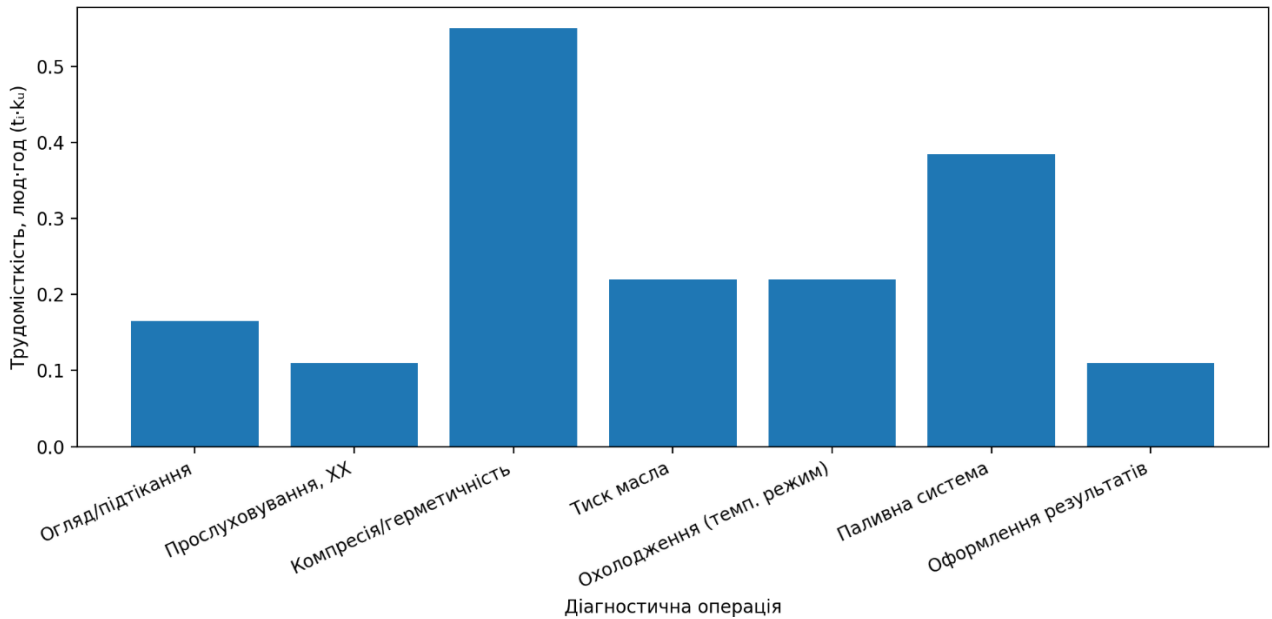


Рисунок 2.1 – Структура трудомісткості діагностичних операцій ДВЗ

2.2 Розрахунок тривалості діагностичного циклу

Діагностичний цикл охоплює повний комплекс операцій, що виконуються на посту діагностики двигуна OM602.9 від моменту заїзду автомобіля до прийняття рішення щодо його подальшої експлуатації. Тривалість циклу безпосередньо впливає на пропускну спроможність поста та кількість автомобілів, які можуть бути обслужені протягом робочої зміни.

Для дизельних двигунів комерційних автомобілів до складу діагностичного циклу доцільно включати:

- підготовчі операції;
- основні вимірювальні та перевірочні операції;
- контрольні та завершальні операції.

Тривалість діагностичного циклу визначається за формулою:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + t_{\text{в}} + t_{\text{к}}. \quad (2.2)$$

На підставі практики діагностики дизельних двигунів аналогічного класу приймаємо такий розподіл часу:

- підготовчі операції – 20 %;

- вимірjувальні операції – 65 %;
- контрольні операції – 15 %.

Оскільки вимірjувальні операції складають основну частину діагностики, їх тривалість прирівнюємо до раніше визначеної трудомісткості діагностичних робіт:

$$t_{\text{в}} = T_{\text{д}} = 1,76 \text{ год.}$$

Тоді:

$$t_{\text{п}} = 0,20 \cdot 1,76 = 0,35 \text{ год.}$$

$$t_{\text{к}} = 0,15 \cdot 1,76 = 0,26 \text{ год.}$$

Підставляючи отримані значення у формулу 2.2, маємо:

$$t_{\text{ц}} = 0,35 + 1,76 + 0,26 = 2,37 \text{ год.}$$

Кількість діагностик за одну зміну:

$$N_{\text{зм}} = \frac{t_{\text{зм}}}{t_{\text{ц}}} = \frac{8}{2,37} = 3,38. \quad (2.3)$$

Приймаємо до виконання:

$$N_{\text{зм}} = 3 \text{ ДВЗ за зміну.}$$

Таблиця 2.2 — Структура діагностичного циклу двигуна OM602.9

Етап циклу	Частка, %	Тривалість, год
Підготовчі операції	20	0,35
Вимірjувальні операції	65	1,76
Контрольні операції	15	0,26
Разом	100	2,37

2.3 Розрахунок кількості діагностичних постів

Номінальна кількість діагностик, яку може виконати 1 пост за рік:

$$N_{\text{п}}^{\text{н}} = N_{\text{зм}} \cdot D_{\text{н}} = 3 \cdot 260 = 780 \text{ діагн/рік.} \quad (2.4)$$

З урахуванням організаційних простоїв і нерівномірності потоку вводять коефіцієнт використання поста $k_{\text{в}}$. Для виробничих розрахунків приймають типовий діапазон 0,80 – 0,90.

Тоді фактична спроможність 1 поста:

$$N_{\Pi} = N_{\Pi}^H \cdot k_B = 780 \cdot 0,85 = 663 \text{ діагностик/рік.} \quad (2.5)$$

Річна потреба в діагностиках N_p складається з:

1. внутрішніх діагностик для власного автопарку;
2. діагностик для сторонніх клієнтів.
 - 1) Власний автопарк.

Періодичність діагностики для вантажних авто автопарку: 4 рази на рік (приблизно раз на квартал або «сезонно + за потребою»). Тоді:

$$N_{\text{вл}} = N_a \cdot n_d = 20 \cdot 4 = 80 \text{ діагностик/рік.} \quad (2.6)$$

2) Сторонні замовлення

Оскільки підприємство додатково надає послуги (легкові + вантажні), введемо коефіцієнт додаткового навантаження $k_{\text{доп}}$, який показує, у скільки разів загальний потік більший за власний автопарк.

Прийmemo помірне навантаження: $k_{\text{доп}} = 2,5$.

Тоді загальна річна кількість діагностик:

$$N_p = N_{\text{вл}} \cdot k_{\text{доп}} = 80 \cdot 2,5 = 200 \text{ діагностик/рік.}$$

Потрібна кількість постів:

$$N_{\text{пост}} = \frac{N_p}{N_{\Pi}} = \frac{200}{663} = 0,30 \quad (2.7)$$

З урахуванням округлення: $N_{\text{пост}} = 1$

Таблиця 2.3 – Розрахунок кількості діагностичних постів

Показник	Позначення	Значення
Кількість авто в автопарку	N_a	20
Діагностик на 1 авто за рік	n_d	4
Річна кількість діагностик для автопарку	$N_{\text{вл}}$	80
Коефіцієнт додаткового навантаження (послуги)	$k_{\text{доп}}$	2,5
Загальна річна програма діагностик	N_p	200
Діагностик за зміну	$N_{\text{зм}}$	3
Робочих днів на рік	$D_{\text{н}}$	260

Номинальна спроможність поста	$N_{пн}$	780
Коефіцієнт використання поста	$k_{в}$	0,85
Фактична спроможність поста	$N_{п}$	$N_{п}$
Розрахункова кількість постів	$N_{пост}$	0,30 → 1

2.4 Розрахунок потреби в діагностичному обладнанні

Річний час використання обладнання:

$$T_{вик,j} = N_p \cdot t_j. \quad (2.8)$$

Кількість одиниць обладнання:

$$N_{обл,j} = \frac{T_{вик,j}}{F_e \cdot k_3}. \quad (2.9)$$

Приймаємо: $k_3 = 0,8$.

Для кожної діагностики 602.9 приймаємо орієнтовний час фактичного застосування приладу (без урахування загальних організаційних операцій):

- компресометр: $t_{км} = 0,50$ год/діагн.
- манометр тиску масла: $t_{мт} = 0,20$ год/діагн.
- термометр/пірометр: $t_{т} = 0,20$ год/діагн.
- димомір: $t_{дм} = 0,15$ год/діагн.
- тахометр: $t_{тах} = 0,10$ год/діагн.

Тоді:

- компресометр:

$$T_{вик,км} = 200 \cdot 0,50 = 100 \text{ год/рік}$$

- манометр тиску масла:

$$T_{вик,мт} = 200 \cdot 0,20 = 40 \text{ год/рік.}$$

- контроль температури:

$$T_{вик,т} = 200 \cdot 0,20 = 40 \text{ год/рік.}$$

- димомір:

$$T_{вик,дм} = 200 \cdot 0,15 = 30 \text{ год/рік.}$$

- тахометр:

$$T_{вик,тах} = 200 \cdot 0,10 = 20 \text{ год/рік.}$$

Таблиця 2.4 – Річне завантаження діагностичного обладнання

Обладнання	Час на 1 діагн., год	Річний час використання, год/рік	Прийнята кількість, од.
Компресометр дизельний	0,50	100	1
Манометр тиску масла	0,20	40	1
Термометр/пірометр	0,20	40	1
Димомір (за потреби)	0,15	30	1
Тахометр	0,10	20	1
Перехідники, шланги тощо	–	–	1 комплект

2.5 Розрахунок ефективного фонду часу роботи поста / обладнання

Номінальна кількість робочих днів на рік:

$$D_{\text{н}} = 5 \cdot 52 = 260 \text{ днів/рік.}$$

Номінальний фонд часу:

$$F_{\text{н}} = D_{\text{н}} \cdot t_{\text{зм}}. \quad (2.10)$$

Коефіцієнт готовності приймається: $k_{\text{г}} = 0,85$

Ефективний фонд часу:

$$F_{\text{е}} = F_{\text{н}} \cdot k_{\text{г}}. \quad (2.11)$$

$$F_{\text{е}} = 2080 \cdot 0,85 = 1768 \text{ год/рік.}$$

Таблиця 2.5 – Ефективний фонду часу поста діагностики

Показник	Позначення	Значення
Робочі дні на рік	$D_{\text{н}}$	260
Тривалість зміни, год	$t_{\text{зм}}$	8
Номінальний фонд часу, год/рік	$F_{\text{н}}$	2080
Коеф. готовності (використання)	$k_{\text{г}}$	0,85
Ефективний фонд часу, год/рік	$F_{\text{е}}$	1768

Кількість одиниць обладнання:

$$N_{\text{обл},j} = \frac{T_{\text{вик},j}}{F_{\text{е}} \cdot k_3} \quad (2.12)$$

Коефіцієнт завантаження обладнання приймаємо $k_3 = 0,8$.

Для компресометра:

$$N_{\text{обл,км}} = \frac{100}{1768 \cdot 0,8} = \frac{100}{1414,4} = 0,071.$$

2.6 Розрахунок періодичності технічного обслуговування

Періодичність ТО двигуна 602.9 визначають для забезпечення надійної роботи силового агрегату та зменшення ризику відмов у процесі експлуатації. Оскільки Mercedes-Benz Varіo працює в умовах, що можуть суттєво відрізнитися (міський режим, перевантаження, пилові дороги, часті пуски), базову періодичність ТО коригують коефіцієнтами, які враховують експлуатаційні умови.

Скоригована періодичність ТО визначається:

$$L_{\text{ТО}} = L_6 \cdot k_e. \quad (2.13)$$

Оскільки підприємство експлуатує вантажний транспорт і виконує сторонні роботи, для проектного розрахунку приймаємо умови, наближені до підвищеної інтенсивності (часті пуски, робота з навантаженням, міський/змішаний цикл). Для таких умов доцільно прийняти коригувальний коефіцієнт $k_e = 0,9$.

$$L_{\text{ТО}} = L_6 \cdot k_e = 20000 \cdot 0,9 = 18000 \text{ км.}$$

Кількість ТО для одного автомобіля за рік:

$$N_{\text{ТО,1}} = \frac{L_p}{L_{\text{ТО}}} = \frac{40000}{18000} = 2,22$$

Річна програма ТО для власного автопарку:

$$N_{\text{ТО}}^p = N_a \cdot N_{\text{ТО}} = 20 \cdot 3 = 60 \text{ ТО/рік.} \quad (2.14)$$

Річна програма ТО з урахуванням сторонніх замовлень:

$$N_{\text{ТО}}^{\text{зар}} = N_{\text{ТО}}^p \cdot k_{\text{доп}} = 60 \cdot 2,5 = 150 \text{ ТО/рік.}$$

Таблиця 2.6 – Річна програма ТО ДВЗ 602.9

Показник	Позначення	Значення
Кількість авто в автопарку, од.	N_a	20
Річний пробіг 1 авто, км/рік	L_p	40000

Базова періодичність ТО, км	L _б	20000
Коеф. умов експлуатації	k _е	0,9
Скоригована періодичність ТО, км	L _{ТО}	18 000
ТО на 1 авто за рік, од.	N _{ТО,1}	2,22 → 3
ТО автопарку за рік, од./рік	N _{ТО} ^p	60
Коеф. додаткового навантаження	k _{доп}	2,5
Загальна програма ТО, од./рік	N _{ТО} ^{зар}	150

2.7 Розрахунок трудомісткості ТО двигуна

Структура програми:

- частка ТО – 1: $\alpha_1 = 0,70$ (70%);
- частка ТО – 2: $\alpha_2 = 0,30$ (30%).

Тоді кількість обслуговувань кожного виду:

$$N_{ТО1} = \alpha_1 \cdot N_{ТО}^{зар} = 0,70 \cdot 150 = 105 \text{ од./рік.} \quad (2.15)$$

$$N_{ТО2} = \alpha_2 \cdot N_{ТО}^{зар} = 0,30 \cdot 150 = 45 \text{ од./рік.}$$

Нормативи трудомісткості (для дизельного комерційного ТЗ):

$$t_{ТО1} = 2,0 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

$$t_{ТО2} = 4,5 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

Річна трудомісткість ТО за видами:

$$T_{ТО1} = N_{ТО1} \cdot t_{ТО1}. \quad (2.16)$$

$$T_{ТО2} = N_{ТО2} \cdot t_{ТО2}.$$

Сумарна трудомісткість ТО:

$$T_{ТО} = T_{ТО1} + T_{ТО2}$$

Таблиця 2.7 – Трудомісткість ТО

Вид ТО	Частка програми	Кількість, од./рік	Норма, люд · год.	Річна трудомісткість, люд · год/рік
ТО-1	0,70	105	2,0	210
ТО-2	0,30	45	4,5	202,5
Разом	1,00	150	–	412,5

2.8 Розрахунок площі поста діагностики двигуна 602.9

Площа поста приймається як площа робочої зони навколо автомобіля з урахуванням технологічних зазорів (проходів) плюс зона розміщення переносного/стаціонарного обладнання.

Площа робочої зони:

$$S_z = L_z \cdot B_z. \quad (2.17)$$

$$L_z = L + 2\Delta L, \quad B_z = B + 2\Delta B.$$

Загальна площа поста:

$$S_{\text{п}} = S_z + S_{\text{обл.}} \quad (2.17)$$

Для проектного розрахунку приймаємо:

Габарити – $L = 6,0$ м; $B = 2,2$ м.

Технологічні зазори (для підходів та підключення приладів) – $\Delta L = 1,0$ м;
 $\Delta B = 0,8$ м.

Площа для розміщення обладнання – $S_{\text{обл.}} = 4,0$ м².

Розміри робочої зони:

$$L_z = 6,0 + 2 \cdot 1,0 = 8,0 \text{ м.}$$

$$B_z = 2,2 + 2 \cdot 0,8 = 3,8 \text{ м.}$$

Площа робочої зони:

$$S_z = 8,0 \cdot 3,8 = 30,4 \text{ м}^2.$$

Загальна площа поста:

$$S_{\text{п}} = 30,4 + 4,0 = 34,4 \text{ м}^2.$$

Отже, площа поста діагностики приймається:

$$S_{\text{п}} \approx 35 \text{ м}^2.$$

Таблиця 2.8 – Розрахунок площі поста діагностики

Показник	Позначення	Значення
Довжина автомобіля, м	L	6,0
Ширина автомобіля, м	B	2,2
Зазор по довжині, м	ΔL	1,0
Зазор по ширині, м	ΔB	0,8

Довжина робочої зони, м	$Lз$	8,0
Ширина робочої зони, м	$Bз$	3,8
Площа робочої зони, м ²	$Sз$	30,4
Площа під обладнання, м ²	$S_{обл}$	4,0
Площа поста, м ²	$Sп$	34,4 ≈ 35

2.9 Обслуговування та ремонт ДВЗ 602.9

2.9.1 Зняття і встановлення ДВЗ

Перед початком демонтажу двигуна необхідно від'єднати негативний провід від акумулятора. Далі знімають кришку двигуна, захисні кришки коробки передач та самого двигуна, передній бампер разом із кронштейном і фіксуючим пальцем, решітку радіатора та передню декоративну панель. Після цього зливають охолоджуючу рідину та знімають радіатор разом із передньою балкою.

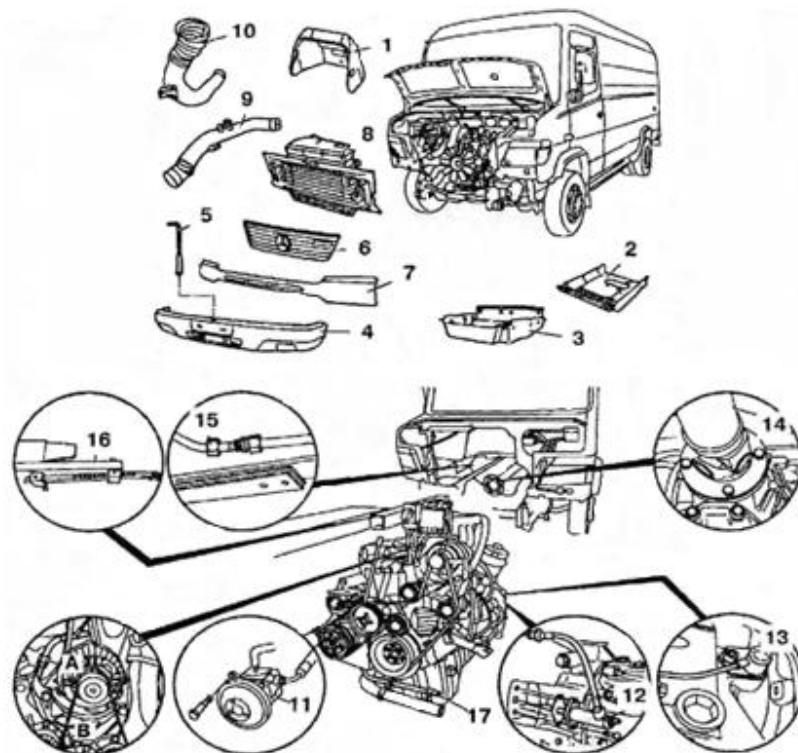


Рисунок 2.2 – Зняття та встановлення двигуна:

1 – кришка двигуна; 2 – захисна кришка коробки передач; 3 – захисна кришка двигуна; 4 – бампер; 5 – палець (фіксатор / шплінт); 6 – решітка радіатора; 7 – передня декоративна панель; 8 – радіатор із передньою балкою; 9 – трубка подачі стисненого повітря; 10 – впускна труба.

Наступним кроком знімають трубку подачі стисненого повітря, впускну трубу та всі елементи, що підключені до впускного колектора. Демонтують маслозаливну трубку, ослаблюють ремінь приводу генератора і знімають його з насоса підсилювача керма (для двигунів 602.934). Відкручують болти кріплення насоса підсилювача керма (для двигунів 602.984) та від'єднують зливну і нагнітальну трубки системи підсилювача керма (для двигунів 602.985).

Від'єднують трубки системи опалення з обох боків двигуна, вакуумну трубку від вакуумного насоса, паливопроводи та роз'єми електропроводки. Знімають датчик швидкості автомобіля, важіль перемикачів передач, передню частину труби випуску відпрацьованих газів та трубку подачі стисненого повітря (для двигунів 602.985). Демонтують робочий циліндр зчеплення, карданний вал від коробки передач та болти кріплення двигуна до опор.

Після виконання всіх зазначених операцій двигун можна зняти. Цей порядок забезпечує безпечний та послідовний демонтаж без пошкодження допоміжних систем автомобіля.

2.9.2 Повітряний фільтр

Для зняття повітряного фільтра спочатку від'єднують роз'єм проводки від датчика температури повітря на вході. Потім від'єднують впускну трубу від корпусу повітряного фільтра. На ДВЗ 602.985 та 904.904/908/914/923/936 додатково від'єднують впускну трубу від компресора. На ДВЗ 602.984/985 від'єднують обхідний патрубок від фільтра, звільняючи хомут.

Далі виймають фіксуєчий болт з корпусу фільтра і знімають фіксатор. Корпус повітряного фільтра разом з розширювальним бачком з радіатором піднімають і зміщують уліво для демонтажу. Потім знімають фіксуєчий палець розширювального бачка і закріплюють його збоку разом з приєднаними трубками. Знімають фіксатор, після чого корпус фільтра повністю виводять з установки.

Встановлення повітряного фільтра проводять у зворотному порядку: спочатку встановлюють корпус на місце, підключають трубки та фіксатори, після чого підключають датчик температури та інші елементи системи.

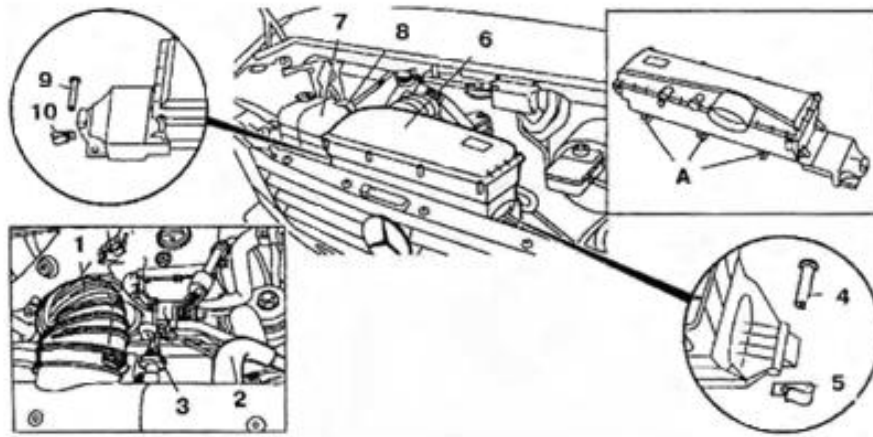


Рисунок 2.3 – Повітряний фільтр:

1 – впускна труба; 2 – впускна трубка; 3 – датчик температури всмоктуваного повітря; 4 – фіксуєчий болт; 5, 10 – фіксатори; 6 – корпус повітряного фільтра; 7 – розширювальний бачок; 8 – обвідний патрубок; 9 – палець (штифт);

2.9.3 Впускний і випускний колектори

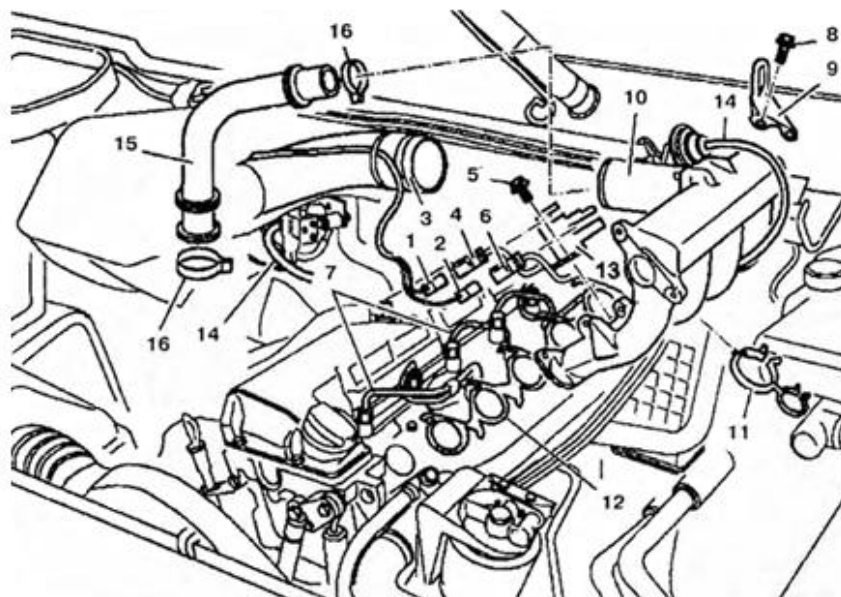


Рисунок 2.4 – Впускний колектор:

1 – роз'єм проводки регулятора моменту впорскування; 2 – роз'єм проводки датчика переміщення голки форсунки; 3 – трубка подачі стисненого повітря; 4, 6 – перехідники; 5, 8. – болти; 8 – паливовідводи; 9 – вушко; 10 – впускний колектор; 11, 16 – хомути; 12 – прокладка; 13 – кронштейн; 14 – вакуумна трубка; 15 – гофрована трубка

Спочатку знімають повітряний фільтр та від'єднують роз'єми проводки, зазначені на рисунку 2.4. Потім від'єднують трубку подачі стисненого повітря від впускного колектора і фіксують її збоку. Далі від'єднують вакуумну трубку, ослаблюють хомут і знімають гофровану трубку.

Після цього від'єднують роз'єми від кронштейна, відкручують болти та знімають кронштейн. Від'єднують хомут патрубку системи охолодження та всі паливопроводи від форсунок. Відкручують болти та знімають проушину, після чого знімають впускний колектор разом із прокладкою.

Встановлення впускного колектора проводять у зворотному порядку: спочатку встановлюють прокладку та колектор, закріплюють кронштейн і роз'єми, підключають трубки та проводку, після чого монтують повітряний фільтр і підключають систему подачі повітря.

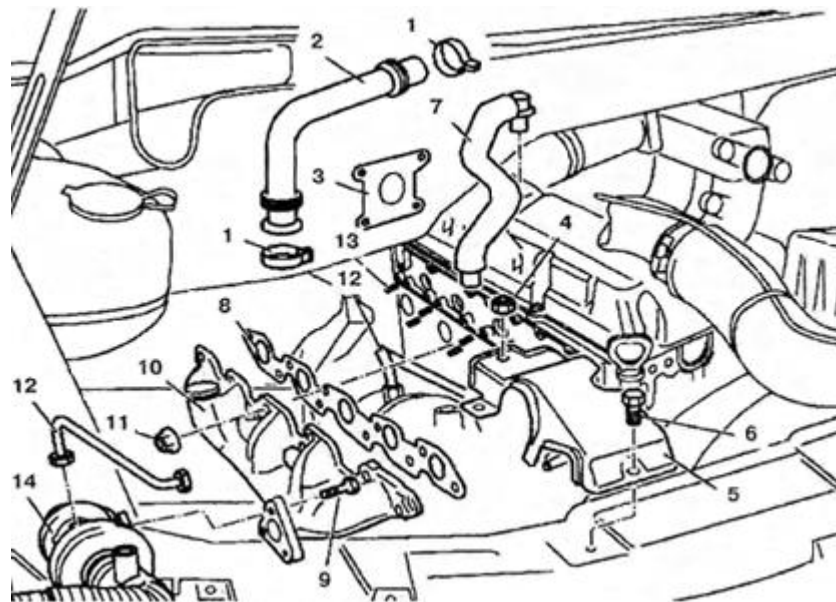


Рисунок 2.5 – Впускний колектор: 1 – хомути; 2 – гофрована трубка рециркуляції відпрацьованих газів; 3 – кронштейн кріплення впускної труби; 4, 11 – Гайки; 5 – теплозахисний кожух; 6, 9, 13 – болти; 7 – трубка вентиляції; 8 – прокладка; 10 – впускний колектор; 12 – маслопровід; 14 – турбонаддув

2.9.4 Кришка головки блока та ГРМ

Під час зняття спочатку демонтують кришку, показану на рисунку 2.5. Після цього знімають повітряний фільтр та трубку подачі стисненого повітря. Далі демонтують гофровану трубку рециркуляції відпрацьованих газів і

знімають маслозаливну трубку. Потім від'єднують трубку вентиляції картера від кришки головки блока циліндрів.

Після цього відкручують болти кріплення кришки головки блока циліндрів та знімають кришку разом із прокладкою. Прокладку перевіряють на наявність пошкоджень і за потреби замінюють. Установлення виконують у зворотній послідовності з дотриманням герметичності з'єднань.

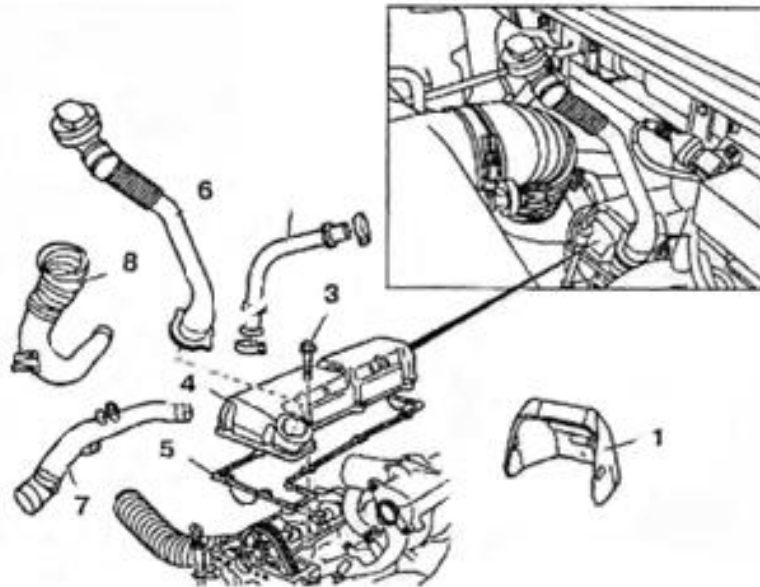


Рисунок 2.6 – Кришка головки блоку циліндрів: 1 – кришка; 2 – гофрована трубка; 3 – болт; 4 – кришка головки блоку циліндрів; 5 – прокладка; 6 – маслозаливна трубка; 7 – трубка подачі стисненого повітря; 8 – впускна труба

Перед початком робіт від'єднують мінусовий провід від акумуляторної батареї. Після цього знімають захисну кришку двигуна та зливають моторну оливу. Далі демонтують радіатор системи охолодження разом із передньою балкою. Потім знімають вентилятор, ремінь приводу генератора та натяжний пристрій цього ременя.

Наступним етапом знімають верхній направляючий шків та його кронштейн. Після цього демонтують кришку головки блока циліндрів і вакуумний насос. Далі знімають демпфер та відкручують трубку покажчика рівня оливи від головки блока циліндрів.

На двигунах відповідної модифікації відкручують болти кріплення насоса підсилювача рульового керування, після чого знімають генератор і його

кронштейн. За необхідності також демонтують компресор разом із кронштейном його кріплення. Потім відкручують болти та знімають фільтр разом із кронштейном.

Далі відкручують болти кріплення кришки ланцюга газорозподільного

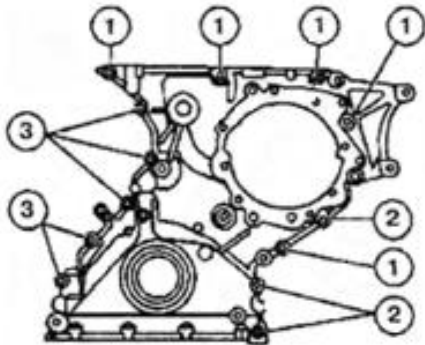


Рисунок 2.7 – Порядок затягування кришки ГРМ

механізму до головки блока циліндрів, болти з гайками кріплення проміжного фланця паливного насоса високого тиску та болти кріплення піддона по периметру кришки ланцюга. Після цього відкручують болти кріплення кришки ланцюга до блока циліндрів і знімають саму кришку. Ущільнювальне кільце замінюють на нове.

Установлення виконують у зворотній послідовності з дотриманням встановленого порядку затягування болтів кришки ланцюга газорозподільного механізму.

Заміна ланцюга газорозподільного механізму починається зі зняття натяжного пристрою. Після цього демонтують кришку головки. Далі ланцюг роз'єднують шляхом розклепування та перевіряють шків розподільного вала на наявність пошкоджень і корозії. У разі виявлення дефектів шків розподільного вала замінюють. Установлення виконують у зворотній послідовності відносно зняття.

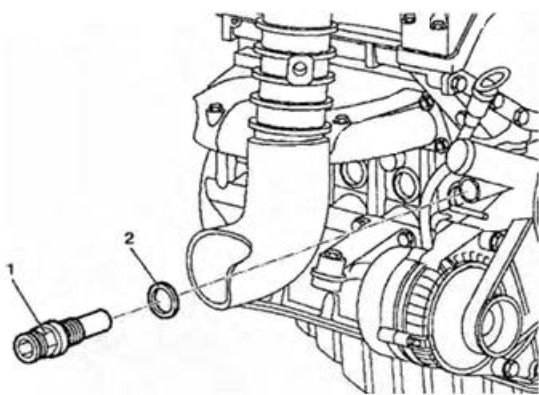


Рисунок 2.8 – Місце розміщення натяжного пристрою ГРМ в ДВЗ без кондиціонера

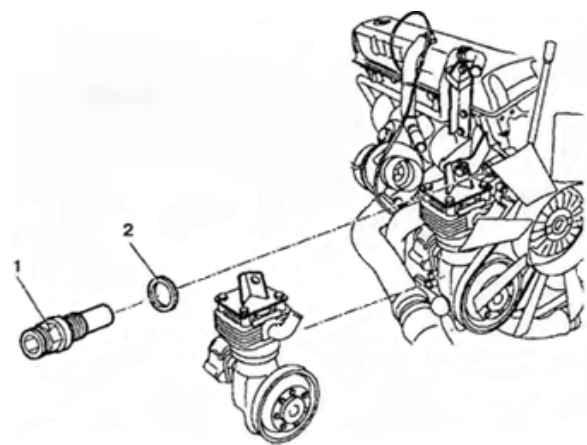


Рисунок 2.9 – Місце розміщення натяжного пристрою ГРМ в ДВЗ з кондиціонером

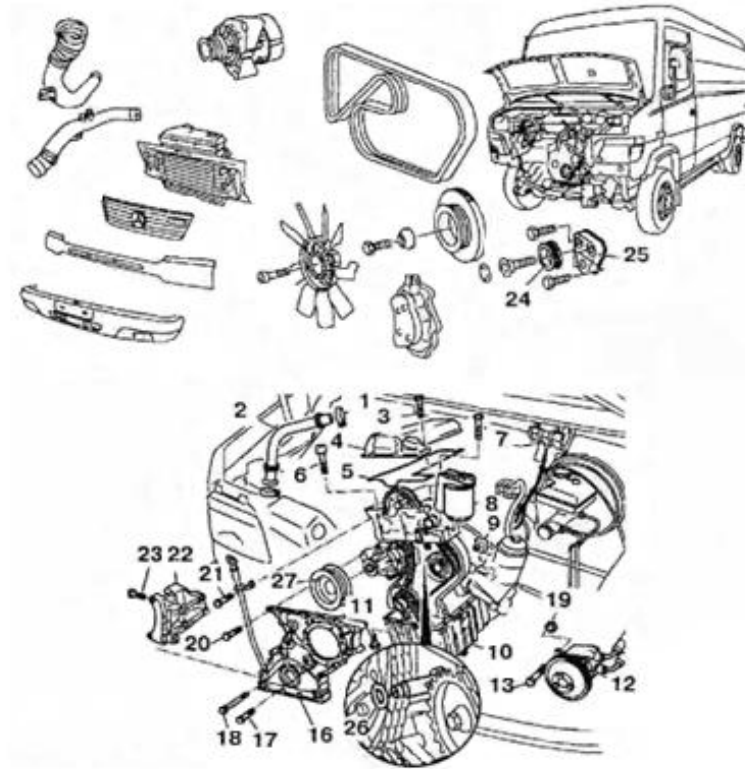


Рисунок 2.10 – Кришка ланцюга ГРМ:

1 – хомут; 2 – гофрована трубка; 3, 6, 7, 11, 13, 17, 18, 20, 21, 23 – болти;
 4 – кришка головки блоку циліндрів; 5 – прокладка; 8 – паливний фільтр; 9, 19 – гайки; 10 – піддон картера; 12 – насос підсилювача рульового управління; 16 – кришка ланцюга ГРМ; 22 – кронштейн генератора; 24 – верхній напрямний шків; 25 – кронштейн верхнього напрямного шків; 26 – ущільнююче кільце; 27 – шків насоса системи охолодження

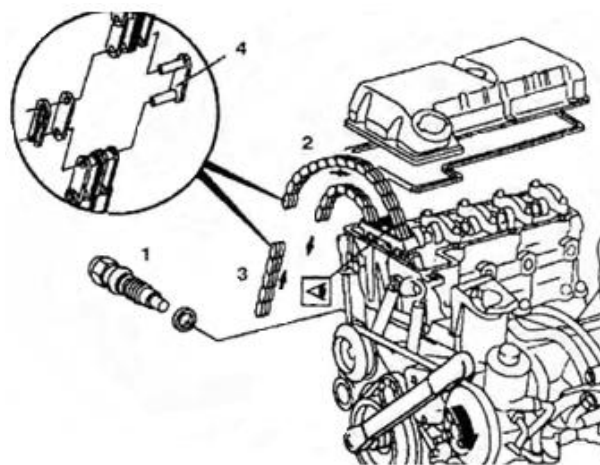


Рисунок 2.11 – Заміна ланцюга ГРМ:

1 – натягувач ланцюга; 2 – використований ланцюг; 3 – новий ланцюг;
 4 – сполучна ланка.

2.9.5 Головка блоку

Зняття починають з від'єднання негативного проводу від акумуляторної батареї. Далі від'єднують трубку подачі стисненого повітря від повітряного фільтра, що виконується лише на двигунах 602.985. Після цього знімають фіксатори паливопроводів, від'єднують маслозливну трубку та демонтують паливопроводи. Потім знімають генератор і впускний колектор. Від головки блока циліндрів від'єднують усі електричні роз'єми, знімають паливний фільтр і розподільний вал. Ослаблюють та знімають ремінь приводу генератора, відкручують болт кріплення напрямної трубки показчика рівня масла та болт кріплення амортизатора натягувача ремня приводу генератора до головки блока циліндрів. Далі знімають масляний радіатор і від'єднують патрубки системи охолодження від головки блока циліндрів. Після цього від'єднують трубку подачі стисненого повітря від турбонадува, відкручують випускную трубу та знімають нагнітальний і зливний маслопроводи, після чого демонтують турбонадув із заміною ущільнювальних кілець і прокладки.

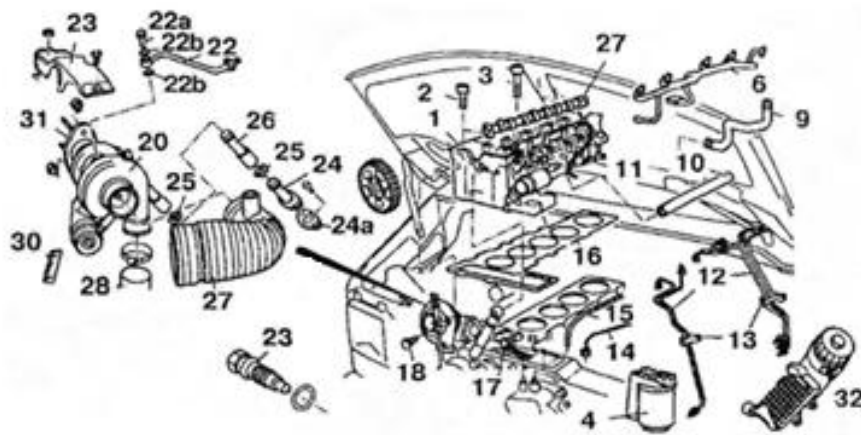


Рисунок 2.12 – Головка блоку циліндрів: 1 – головка блоку циліндрів; 2, 3, 17, 18, 22а – болти кріплення головки та допоміжних вузлів; 2 – паливний фільтр; 3 – гайки кріплення; 4 – електричні роз'єми проводки головки блоку циліндрів, 9, 10 – патрубки системи охолодження; 11, 26 – зливні маслопроводи; 12 – паливопроводи; 13 – фіксатори; 14, 15 – вакуумні трубки; 16 – прокладка головки блоку циліндрів; 20 – турбонадув; 22 – нагнітальний маслопровід; 22b, 25 – ущільнювальні кільця; 23 – натягувач; 24 – перехідник; 24а – прокладка перехідника; 27 – розподільний вал; 31 – випускна труба; 32 – масляний радіатор.

На двигунах 602.985 додатково відкручують кронштейн кріплення трубки подачі стисненого повітря до головки блока циліндрів. Далі виймають напрямні пальці, послаблюють і викручують болти кріплення головки блока циліндрів та знімають її. Після зняття протирають контактні поверхні головки блока циліндрів і перевіряють їх на відсутність задирів і зносу. Установлення виконують у зворотній послідовності відносно зняття.

2.9.6 Розподільний вал

Зняття розподільного вала починають з від'єднання негативного проводу від акумуляторної батареї. Після цього знімають нижню кришку двигуна та захисний кожух, демонтують повітряний фільтр і кришку головки блока

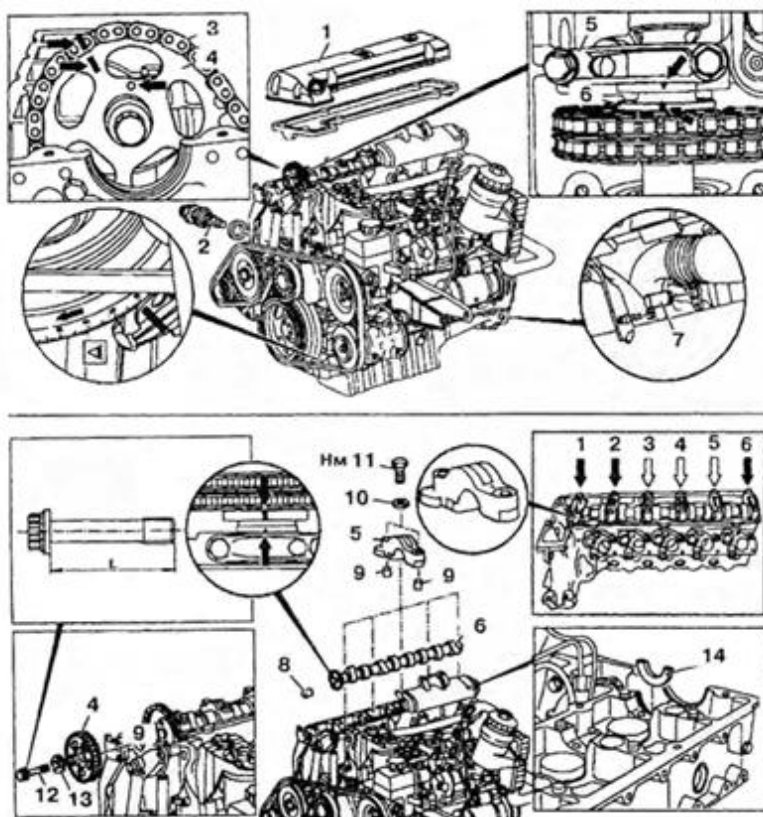


Рисунок 2.13 – Розподільний вал

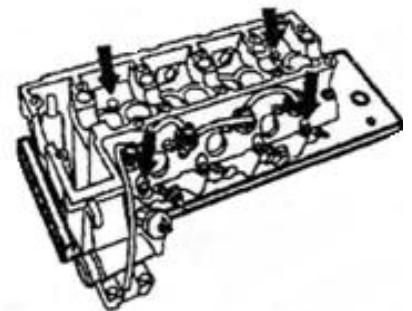
циліндрів. Далі встановлюють поршень першого циліндра у верхню мертву точку, при цьому мітки на розподільному валі та кришці його підшипника повинні співпасти. Положення шківів розподільного вала і ланцюга його приводу попередньо позначають відносно один одного, після чого блокують

маховик фіксатором. Потім знімають натяжний пристрій ланцюгового приводу, відкручують болт кріплення, знімають прокладку та шків розподільного вала. Після цього демонтують кришки підшипників і виймають розподільний вал, а також знімають регулятори його осьового зазору, які перевіряють на відсутність пошкоджень та контролюють величину зазору.

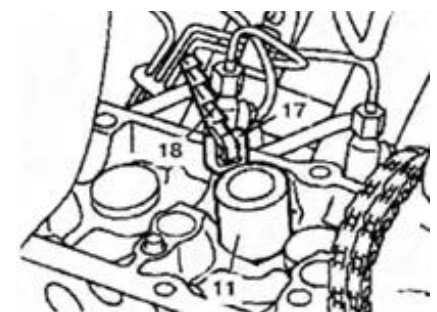
Під час установаження розподільний вал змащують і встановлюють у підшипники, після чого монтуєть регулятори осьового зазору та кришки підшипників з напрямними пальцями. Далі перевіряють довжину болтів кріплення і за необхідності замінюють їх, встановлюють шків разом із ланцюгом на розподільний вал та закріплюють його болтами з прокладками. Після цього встановлюють натяжний пристрій ланцюгового приводу, розблоковують маховик і перевіряють правильність положення розподільного вала, повертаючи колінчастий вал на два оберти до встановлення поршня першого циліндра у ВМТ, при цьому мітки повинні співпасти. На завершальному етапі встановлюють кришку головки блока циліндрів, повітряний фільтр, нижню кришку та захисний щиток двигуна, після чого під'єднують негативний провід до акумуляторної батареї.

2.9.7 Пружини і сальники стержнів клапанів

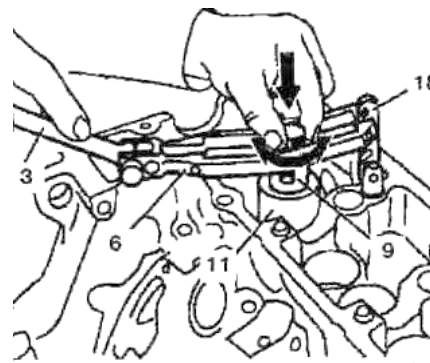
Зняття виконують після демонтажу розподільного вала та зняття шківів розподільного вала. Далі поршень 1-го циліндра встановлюють у верхню мертву точку. Після цього викручують свічки розжарювання. Гідрокомпенсатори знімають за допомогою намагніченого знімача. У разі якщо головка блока циліндрів уже знята, до неї болтами прикручують захисний щиток. Якщо головка блока циліндрів не знята, у відповідне місце встановлюють фіксувальне колесо 01, як показано



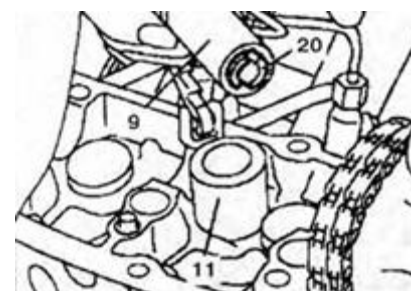
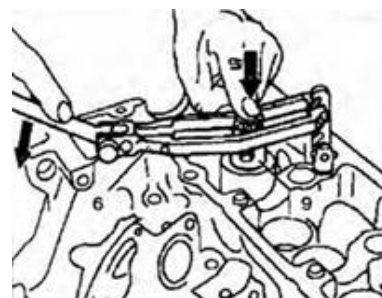
У отвір під гідрокомпенсатор встановлюють напрямну втулку 11, після чого у різьбовий отвір болта кріплення кришки вкручують фіксатор з опорним підшипником і фіксувальною вилкою 17 та суміщають їх між собою.



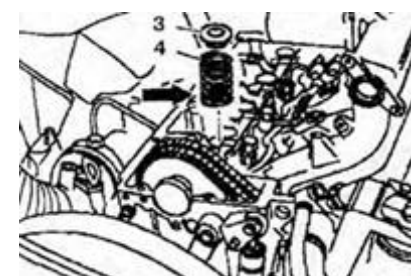
У отвір під гідрокомпенсатор встановлюють напрямну втулку 11, після чого в різьбовий отвір болта кріплення кришки вкручують фіксатор з опорним підшипником і фіксувальною вилкою 17 та суміщають їх, після чого встановлюють упорну вилку 6 разом із важелем 3.



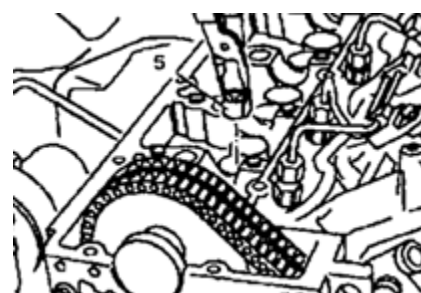
Патрон 9 устанавлюють у напрямну втулку 11, після чого упорну вилку 6 приєднують до сполученого підшипника 18 і обертають кріпильний палець патрона 9. Далі з невеликим зусиллям натискають упорним важелем 6 і через деякий час повільно повертають рифлений болт у патроні 9 у вказаному напрямку до моменту, поки внутрішній пробійник із захватами не зчепиться з сухарями. Після цього великим пальцем злегка натискають на рифлений болт патрона 9 та одночасно притискають упорну вилку 6 вниз до повної зупинки, у результаті чого сухарі знімаються автоматично.



Після завершення операції послаблюють упорну вилку 6 та знімають її, після чого виймають патрон 9 разом зі знятими сухарями. Далі перевіряють наявність сухарів у патроні 9 і, якщо вони відсутні, повторюють відповідні операції ще раз до повного захоплення сухарів.



Після завершення демонтажу знімають напрямну втулку 11. Далі переходять до перевірки та притирання клапанів, для чого знімають верхній фіксатор пружини 3 і саму пружину 4. За допомогою плоскогубців витягують назовні сальник стрижня клапана 5.

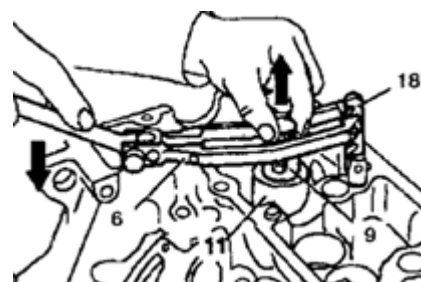


Знімають нижній фіксатор пружини, перевіряють його на відсутність корозії і за потреби замінюють. Також перевіряють стрижень клапана на наявність корозії і при необхідності замінюють його. Для встановлення на стрижень клапана 6 надягають захисну кришку 12 та масляну ванночку.

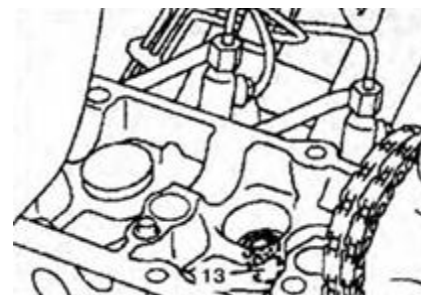


Вставляють новий сальник стрижня клапана у пробійник і запресовують його до упору. Потім знімають захисну кришку. Далі встановлюють пружину та верхній фіксатор пружини. Після цього в головку блока вставляють напрямну втулку.

Зняття головки блока циліндрів починають із демонтажу самої головки. Після цього знімають пружини клапанів та сальники стрижнів клапанів, а далі – самі клапани. Для перевірки клапани протирають і проводять візуальний огляд. Клапани з обгорілими тарілками, недостатньою висотою тарілки або з пошкодженими чи обгорілими стрижнями підлягають заміні. Для монтажу вставляють патрон 9 з сухарями у напрямну втулку 11, приєднують упорну вилку 6 до підшипника 18 і встановлюють її на два кріпильні болти патрона 9.



Натискають упорну вилку 6 вниз, а гофрований болт 9 піднімають вгору, щоб зменшити тиск упорної вилки і забезпечити правильне встановлення сухарів. Потім перевіряють правильність установки сухарів 9 і, якщо вони встановлені некоректно, повторюють процедуру, описану в попередніх кроках. Після цього з головки блока циліндрів знімають усе додаткове обладнання.



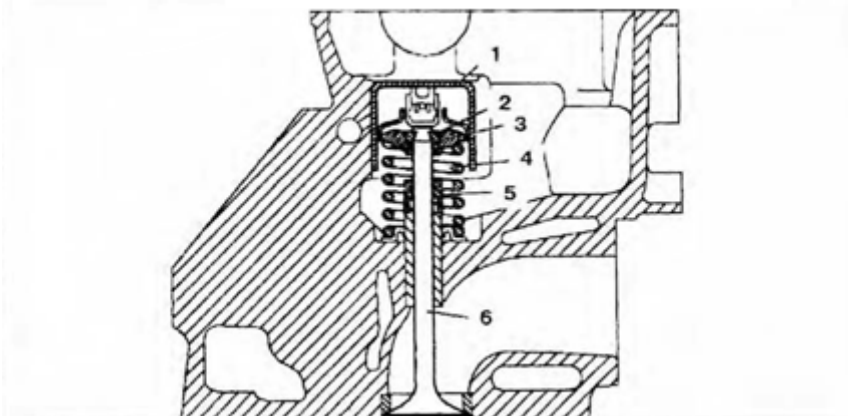
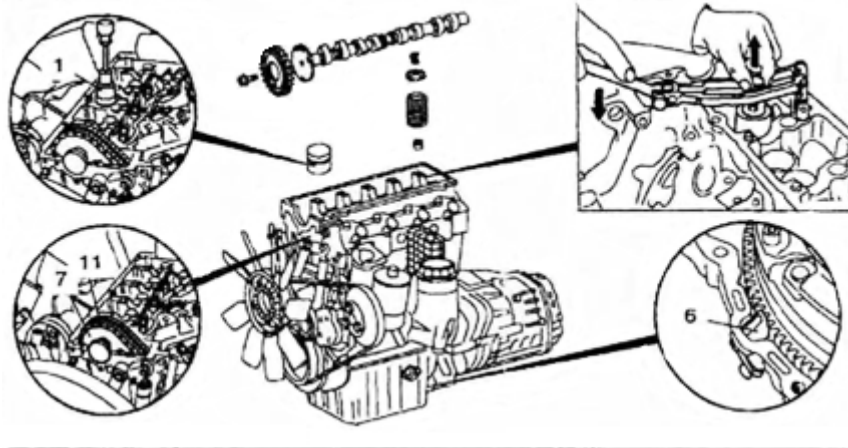


Рисунок 2.14 – Привід клапана:

- 1 – гідрокомпенсатор; 2 – сухарі клапана; 3 – фіксатор пружини клапана;
 4 – пружина клапана; 5 – сальник стержня клапана; 6 – клапан

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз існуючих технічних засобів для діагностики та обслуговування двигунів 602.9

Діагностика та технічне обслуговування дизельних двигунів серії OM602.9 на підприємствах автосервісу та в умовах експлуатаційних автопарків, як правило, виконуються із застосуванням стаціонарних постів діагностики або розрізненого переносного обладнання. Кожен із цих підходів має певні переваги, проте в умовах невеликої ділянки з обмеженою площею та змішаним потоком замовлень вони не забезпечують достатньої ефективності.

Стаціонарні діагностичні пости зазвичай обладнані закріпленими приладами та комунікаціями і розраховані на виконання широкого спектра робіт.



Рисунок 3.1 – Стенд для тестування форсунок Bosch DCI 700

Їх основною перевагою є зручність підключення обладнання та можливість організувати робоче місце з оптимальною ергономікою. Водночас такі пости потребують значних площ, мають низьку гнучкість у використанні та є економічно доцільними лише за великого обсягу однотипних робіт. Для підприємств із автопарком обмеженої чисельності та наданням послуг стороннім клієнтам стаціонарні рішення часто

призводять до нерівномірного завантаження поста.

Іншим поширеним варіантом є використання окремих переносних діагностичних приладів (компресометра, манометра тиску масла, тахометра, термометра тощо), які зберігаються у шафах або на робочих столах. Такий підхід не потребує значних капіталовкладень, проте має суттєві недоліки: збільшується час на підготовчо-заклучні операції, виникають втрати часу на пошук та транспортування приладів, а також зростає ймовірність пошкодження або втрати

обладнання. Крім того, відсутність єдиного організованого робочого місця погано діє на ритмічність виконання діагностичних операцій.



Рисунок 3.2 – Комплект для перевірки компресії Vigor V4461



Рисунок 3.3 –Компресометр Zeca 363

У практиці сучасних СТО також застосовуються універсальні діагностичні стенди заводського виготовлення. Вони характеризуються високою функціональністю та точністю вимірювань, однак їх використання для двигунів типу 602.9 є не завжди економічно виправданим через високу вартість, надмірну складність та обмежену адаптованість до конкретних умов експлуатації автомобілів Mercedes-Benz Vario.

Проведений аналіз показує, що наявні технічні засоби не повністю відповідають вимогам підприємства з автопарком вантажних автомобілів і додатковими сервісними послугами. Основними недоліками існуючих рішень є недостатня мобільність, нераціональне використання площі, збільшення непродуктивних витрат часу та відсутність універсального організованого робочого місця для діагностики двигунів.

З огляду на це доцільним є перехід до мобільного конструктивного рішення, яке поєднує компактність, універсальність і зручність експлуатації. Саме таким рішенням є мобільний діагностичний візок, що дозволяє сконцентрувати все необхідне обладнання в межах одного поста та підвищити ефективність діагностики двигунів 602.9.

Таблиця 3.1 – Порівняння технічних засобів для діагностики

Характеристика	Стаціонарний стенд	Переносні прилади	Мобільний діагностичний візок
Мобільність	Низька	Висока	Висока
Потреба у виробничій площі	Значна	Мінімальна	Помірна
Організація робочого місця	Висока	Низька	Висока
Час підготовки до діагностики	Малий	Значний	Малий
Універсальність	Обмежена	Висока	Висока
Капітальні витрати	Високі	Низькі	Помірні
Доцільність для автопарку з сервісними послугами	Низька	Середня	Висока

Аналіз наведених технічних засобів свідчить, що жоден з існуючих варіантів у стандартному виконанні не повною мірою відповідає умовам експлуатації підприємства з автопарком вантажних автомобілів та наданням послуг стороннім клієнтам. Найбільш перспективним напрямом є використання мобільного діагностичного візка, конструкція якого адаптована до особливостей двигунів 602.9 та вимог організації робіт на посту діагностики.

3.2 Призначення, область застосування та конструкція мобільного діагностичного візка

Розроблюваний мобільний діагностичний візок призначений для виконання діагностичних операцій, технічного обслуговування та допоміжних перевірок дизельних двигунів серії OM602.9 автомобілів Mercedes-Benz Vario без необхідності стаціонарного закріплення обладнання на одному робочому місці. Конструкція візка забезпечує зручне розміщення діагностичних приладів, скорочення підготовчо-заключного часу та підвищення мобільності діагностичного поста.

Область застосування розроблюваного візка охоплює:

- пости діагностики та технічного обслуговування автопарків вантажних автомобілів;
- станції технічного обслуговування зі змішаним потоком легкових і вантажних автомобілів;
- ремонтні дільниці з обмеженою виробничою площею, де використання стаціонарних стендів є недоцільним.

Візок може застосовуватись для виконання таких операцій:

- перевірка компресії в циліндрах двигуна;
- контроль тиску масла в системі змащування;
- контроль температурного режиму двигуна;
- допоміжні вимірювання частоти обертання колінчастого вала;
- зберігання та транспортування діагностичного обладнання і приладдя.

Конструктивно мобільний діагностичний візок являє собою зварну металеву раму прямокутної форми, встановлену на чотирьох поворотних колесах, два з яких обладнані фіксаторами для запобігання самовільному переміщенню під час роботи. Каркас візка виконує несучу функцію та забезпечує достатню жорсткість і стійкість конструкції при експлуатаційних навантаженнях.

На рамі розміщуються робочі полиці, призначені для встановлення основних діагностичних приладів. Верхня полиця використовується для приладів, які застосовуються найчастіше (компресометр, манометр тиску масла, тахометр), що забезпечує зручний доступ до них під час роботи. Нижні полиці призначені для зберігання допоміжного оснащення, адаптерів, шлангів та змінних датчиків.

Для впорядкованого розміщення кабелів, шлангів і вимірювальних датчиків конструкцією передбачені тримачі та гачки, закріплені на бокових елементах рами. Таке рішення зменшує ймовірність пошкодження оснащення та покращує ергономіку робочого місця. За необхідності візок може бути додатково оснащений електричною розеткою або подовжувачем для живлення електронних діагностичних приладів.

Принцип роботи мобільного діагностичного візка полягає у переміщенні всього комплексу діагностичного обладнання безпосередньо до автомобіля, що проходить обслуговування.



Рисунок 3.4 – Схема мобільного діагностичного візка

Після фіксації коліс візка оператор виконує підключення необхідних приладів до контрольних точок двигуна та проводить вимірювання згідно з технологічним процесом діагностики. По завершенні робіт візок може бути оперативно переміщений до іншого поста або місця зберігання.

3.3 Розрахунок навантаження та основних параметрів мобільного діагностичного візка

На візку розміщується комплект діагностичних приладів, прийнятий у технологічному розділі.

Таблиця 3.2 – Орієнтовна маса обладнання мобільного візка

Найменування обладнання	Маса, кг	Найменування обладнання	Маса, кг
Компресометр дизельний	3	Термометр / пірометр	1
Манометр тиску масла	2	Комплект адаптерів і шлангів	4
Тахометр	1	Металева рама та полиці	25

Для забезпечення запасу міцності вводимо коефіцієнт запасу: $k_z = 1,3$.

Розрахункова маса:

$$m_p = 36 \cdot 1,3 = 46,8 \text{ кг.}$$

Сила тяжіння, що діє на конструкцію:

$$G = m_p \cdot g \tag{3.1}$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$

$$G = 46,8 \cdot 9,81 = 459 \text{ Н}$$

Навантаження на одне колесо:

$$G_k = G/4 = 4594 = 114,8.$$

Після переведення:

$$m_k = 114,89,81 \approx 11,7 \text{ кг.}$$

Таким чином, кожне колесо має витримувати не менше 12 кг, що значно менше за типову допустиму вантажність промислових поворотних коліс (50 ... 80 кг).

Стійкість оцінюється шляхом порівняння моменту перекидання та утримуючого моменту.

Приймаємо:

- ширина бази візка $B = 0,6$ м;
- висота центра мас $h = 0,8$ м;
- максимальна горизонтальна сила (штовхання), $F = 50$ Н.

Момент, що перекидає:

$$M_{\text{п}} = F \cdot h = 50 \cdot 0,8 = 40 \text{ Нм.} \quad (3.2)$$

Утримуючий момент:

$$M_{\text{у}} = G \cdot \frac{B}{2} = 459 \cdot 0,3 = 137,7 \text{ Нм.} \quad (3.3)$$

$$M_{\text{у}} > M_{\text{п}}$$

Найбільш навантаженою є верхня полиця.

Приймаємо:

- маса обладнання на полиці: $m_{\text{п}} = 10$ кг;
- сила:

$$G_{\text{п}} = 10 \cdot 9,81 = 98,1 \text{ Н.}$$

В результаті виконаних розрахунків встановлено, що мобільний діагностичний візок при повному завантаженні має розрахункову масу 46,8 кг, рівномірно розподілену між чотирма колесами. Проведена перевірка показала достатню стійкість конструкції до перекидання та відповідність навантажень допустимим значенням для стандартних конструктивних елементів.

Отже, запропонована конструкція мобільного діагностичного візка є механічно надійною, стійкою та придатною до експлуатації в умовах поста діагностики двигунів 602.9.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці та виробничих небезпек під час діагностики і технічного обслуговування двигунів

Діагностика, технічне обслуговування та ремонт автомобільних двигунів належать до видів виробничої діяльності з підвищеним рівнем потенційної небезпеки, оскільки поєднують у собі роботу з механічними системами, енергетичними установками, електричним обладнанням і хімічними речовинами. Умови праці на постах діагностики двигунів серії OM602.9 формуються як особливостями технологічного процесу, так і характеристиками виробничого середовища, що зумовлює вплив на працівників комплексу небезпечних і шкідливих факторів.

До механічних небезпек належать рухомі та обертові елементи двигуна і допоміжних агрегатів, інструмент та обладнання, які можуть переміщуватися або падати, а також частини автомобіля, що перебувають у підвішеному або нестійкому положенні. Підвищений ризик травмування виникає під час виконання діагностичних операцій на працюючому двигуні, коли існує ймовірність захоплення одягу або кінцівок обертовими деталями. Додаткову небезпеку становить переміщення мобільного обладнання та інструментальних візків у межах поста, особливо за наявності обмеженого простору.

Особливо небезпечними є роботи, що виконуються на прогрітому двигуні, оскільки поверхні елементів силового агрегату можуть мати високу температуру. Контакт із такими поверхнями здатний спричинити термічні опіки різного ступеня тяжкості. Крім того, за умов неуважності або порушення технологічної дисципліни можливі раптові викиди гарячих рідин або газів.

До фізичних шкідливих факторів належать підвищений рівень шуму, що виникає під час роботи двигуна, а також локальні вібрації, які передаються на руки працівника через інструмент або обладнання. Тривалий вплив шуму та вібрацій може призводити до зниження слуху, втоми та зниження концентрації уваги, що, у свою чергу, підвищує ризик виробничого травматизму. Значний вплив також має теплове випромінювання від двигуна, яке створює несприятливі мікрокліматичні умови в зоні виконання робіт.

Хімічні фактори на постах діагностики проявляються у вигляді парів палива, мастильних матеріалів, охолоджувальних рідин і продуктів згоряння палива. За недостатньої вентиляції виробничих приміщень шкідливі речовини можуть накопичуватися у повітрі робочої зони, що негативно впливає на органи дихання та загальний стан здоров'я працівників. Особливо небезпечними є ситуації, коли діагностика виконується при працюючому двигуні у закритому приміщенні без належного повітрообміну.

Окрему групу становлять електричні небезпеки, пов'язані з використанням електрифікованого діагностичного обладнання, переносних вимірювальних приладів, подовжувачів та освітлювальних пристроїв. Пошкодження ізоляції кабелів, неправильне підключення обладнання або порушення правил експлуатації можуть призвести до ураження електричним струмом. Підвищена вологість, наявність металевих конструкцій і обмежений простір поста додатково збільшують ризик електротравм.

Проведений аналіз умов праці показує, що ефективна система охорони праці на посту діагностики двигунів 602.9 повинна бути спрямована на комплексне зниження дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Це досягається шляхом впровадження організаційних заходів (інструктажі, регламентація робіт), технічних рішень (раціональне планування поста, використання мобільного діагностичного візка, вентиляція) та застосування засобів індивідуального захисту. Такий підхід забезпечує створення безпечних умов праці та зменшення виробничих ризиків.

4.2 Вимоги охорони праці та безпечної експлуатації обладнання на посту діагностики

Забезпечення безпечних умов праці під час діагностики та технічного обслуговування двигунів 602.9 значною мірою залежить від правильної організації робочого місця, дотримання вимог охорони праці та дисципліни виконання технологічних операцій. Раціональна організація поста діагностики дозволяє не лише зменшити вплив небезпечних і шкідливих факторів, але й підвищити продуктивність праці та знизити втомлюваність персоналу.

До виконання робіт з діагностики і технічного обслуговування допускаються лише працівники, які пройшли відповідне навчання, первинний та повторний інструктажі з охорони праці, а також ознайомлені з особливостями роботи діагностичного обладнання. Працівник повинен чітко знати послідовність виконання операцій, можливі небезпечні ситуації та способи їх запобігання.

Робоче місце на посту діагностики має бути організоване таким чином, щоб забезпечити вільний і безпечний доступ до двигуна, діагностичних приладів та органів керування. Виробнича зона повинна бути достатньо освітленою, утримуватись у чистоті та не захламлюватись сторонніми предметами. Особлива увага приділяється проходам і підходам до автомобіля, які мають залишатись вільними протягом усього процесу виконання робіт.

Перед початком діагностичних операцій необхідно перевірити технічний стан обладнання, справність вимірювальних приладів, інструменту та допоміжного оснащення. Автомобіль, що підлягає діагностиці, повинен бути надійно зафіксований, а двигун — переведений у стан, передбачений технологічним процесом (зупинений або працюючий у визначеному режимі). Забороняється виконувати роботи з несправним обладнанням або використовувати прилади з пошкодженою ізоляцією та невизначеним технічним станом.

Важливу роль у забезпеченні безпеки відіграє використання мобільного діагностичного візка, який дозволяє раціонально розмістити прилади та інструмент у межах одного робочого простору. Під час експлуатації візка необхідно забезпечити його стійкість шляхом фіксації коліс, рівномірного розміщення обладнання та недопущення перевантаження полиць. Переміщення візка допускається лише за відсутності підключених до двигуна вимірювальних шлангів і кабелів, що знижує ризик їх пошкодження або травмування працівника.

Під час виконання діагностичних робіт суворо забороняється торкатися рухомих частин двигуна, працювати у вільному або незастибнутому одязі, а також виконувати операції, не передбачені технологічною картою. Особливої

уваги потребують роботи на прогрітому двигуні, де необхідно дотримуватись підвищеної обережності та уникати контакту з нагрітими поверхнями.

Значення має і правильна організація режиму праці та відпочинку. Чергування операцій різної складності, регламентовані перерви та дотримання ергономічних вимог дозволяють зменшити втому працівників, знизити ймовірність помилок і, відповідно, ризик виникнення нещасних випадків.

Отже, дотримання вимог охорони праці та безпечної організації робочого місця на посту діагностики є необхідною умовою ефективної та безпечної експлуатації обладнання, збереження здоров'я персоналу та стабільної роботи автосервісного підприємства.

4.3 Заходи з охорони праці, пожежної безпеки та застосування засобів індивідуального захисту

Ефективне забезпечення безпеки життєдіяльності на посту діагностики та технічного обслуговування двигунів 602.9 можливе лише за умови комплексного впровадження організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, а також обов'язкового застосування засобів індивідуального захисту. Такий підхід дозволяє мінімізувати ризики виробничого травматизму, професійних захворювань і аварійних ситуацій.

До організаційних заходів з охорони праці належать систематичне проведення інструктажів, навчання працівників безпечним методам виконання робіт і контроль за дотриманням вимог охорони праці. Важливим є чітке визначення обов'язків персоналу, регламентація технологічних операцій і заборона виконання робіт, не передбачених виробничими інструкціями. Працівники повинні бути поінформовані про можливі небезпеки та порядок дій у разі виникнення аварійних або нестандартних ситуацій.

Технічні заходи охорони праці спрямовані на зниження впливу небезпечних і шкідливих факторів шляхом удосконалення виробничого середовища та використання безпечного обладнання. До них належать справний технічний стан діагностичних приладів, інструменту та допоміжного оснащення, правильне розміщення обладнання на посту діагностики, застосування

мобільного діагностичного візка для впорядкування робочого простору. Особливе значення має забезпечення достатнього рівня освітлення та ефективної вентиляції, що сприяє зниженню впливу шуму, тепла і шкідливих газів.

Важливою складовою безпеки життєдіяльності є пожежна безпека, оскільки на постах діагностики використовуються горючі матеріали, паливо, мастильні матеріали та електрообладнання. З метою запобігання пожежам необхідно дотримуватися правил зберігання та використання легкозаймистих рідин, своєчасно прибирати розлиті мастильні матеріали, підтримувати справний стан електропроводки та електрообладнання. У виробничому приміщенні повинні бути наявні та доступні первинні засоби пожежогашіння, а персонал — ознайомлений з правилами їх застосування та діями у разі виникнення пожежі.

Не менш важливим елементом системи охорони праці є застосування засобів індивідуального захисту. Працівники, які виконують діагностичні та технічні роботи, повинні бути забезпечені спеціальним одягом і взуттям, що захищають від механічних ушкоджень, забруднення та дії високих температур. Захисні рукавиці використовуються для запобігання порізам, опікам і контакту з мастильними матеріалами, а захисні окуляри – для захисту очей від пилу, бризок рідин та дрібних частинок. За потреби застосовуються засоби захисту органів дихання, особливо під час роботи в умовах підвищеної загазованості.

Санітарно-гігієнічні заходи також відіграють важливу роль у збереженні здоров'я працівників. Регулярне прибирання робочих місць, дотримання чистоти виробничих приміщень, раціональна організація режимів праці та відпочинку сприяють зниженню втомлюваності та підвищенню загального рівня безпеки праці.

Таким чином, впровадження комплексу заходів з охорони праці, пожежної безпеки та використання засобів індивідуального захисту створює умови для безпечного виконання діагностичних і технічних робіт, зменшує вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів та забезпечує збереження здоров'я і працездатності персоналу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра виконано розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів серії 602.9 автомобілів Mercedes-Benz Vario з урахуванням умов експлуатації автосервісного підприємства зі змішаним характером робіт.

У загальнотехнічному розділі оглянуто конструктивні особливості та принцип роботи двигунів серії 602.9, розглянуто їх основні технічні характеристики, системи та вузли. Виконано огляд регламентних операцій технічного обслуговування, а також визначено найбільш поширені причини відмов і характерні несправності двигунів даної серії. Це дозволило сформулювати базу для подальшого обґрунтування технологічних і конструкторських рішень.

У технологічному розділі розроблено та обґрунтовано технологічний процес діагностики і технічного обслуговування двигуна 602.9. Виконано розрахунки трудомісткості діагностичних робіт, тривалості діагностичного циклу, ефективного фонду часу роботи поста, а також визначено потребу в діагностичному обладнанні. Проведено розрахунок площі поста діагностики та розглянуто основні операції з обслуговування і ремонту двигуна. Отримані результати дозволяють раціонально організувати роботу діагностичної дільниці та забезпечити необхідну пропускну спроможність.

У конструкторському розділі виконано аналіз існуючих технічних засобів для діагностики та обслуговування двигунів 602.9 і встановлено їх основні переваги та недоліки. На основі аналізу обґрунтовано доцільність розроблення мобільного діагностичного візка. Запропоновано конструкцію візка, визначено його призначення та область застосування. Виконано розрахунок навантаження та основних параметрів конструкції, який підтвердив достатню міцність і стійкість мобільного візка при експлуатації в умовах поста діагностики.

У розділі з безпеки життєдіяльності та охорони праці проаналізовано умови праці під час виконання діагностичних і технічних робіт, визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Розглянуто вимоги до безпечної організації робочого місця, експлуатації обладнання та застосування

засобів індивідуального захисту. Запропоновані заходи спрямовані на зниження виробничих ризиків і створення безпечних умов праці персоналу.

Загалом виконана робота має практичну спрямованість і може бути використана при організації та вдосконаленні процесів діагностики, технічного обслуговування і ремонту двигунів серії 602.9 на автосервісних підприємствах та в експлуатаційних автопарках.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Автомобілі. Теорія: навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
2. Гутаревич Ю. Ф., Говорун А. Г. Паливні системи дизельних двигунів : навч. посібник. – Київ : НТУ, 2017. – 256 с.
3. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
4. Кисляков В.Ф., Луцик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
5. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
6. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна діагностика» для студентів спеціальності «Автомобільний транспорт» денної і заочної форми навчання. – Босюк П.В. Левкович М.Г., Тесля В.О. – ТНТУ ім. І.Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 236 с.
7. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
8. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
9. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів: навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль: ТДТУ, 2009. 108

10. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
11. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
12. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.
13. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.
14. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
15. Stone R. Introduction to Internal Combustion Engines. – 4th ed. – London : Palgrave Macmillan, 2012. – 608 p.
16. Heywood J. B. Internal Combustion Engine Fundamentals. – New York : McGraw-Hill, 2018. – 930 p.
17. Mercedes-Benz AG. Workshop Manual: OM602 Diesel Engine. – Stuttgart, 2010.
18. Mercedes-Benz AG. Service Information and Maintenance Instructions for Commercial Vehicles. – Stuttgart, 2016.
19. ELARTU – Інституційний репозитарій ТНТУ імені Івана Пулюя.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

2.1 Розрахунок трудомісткості діагностичних робіт двигуна 602.9

T_d – трудомісткість діагностики двигуна, люд·год;

t_i – норматив часу i -ї операції, люд·год;

n – кількість операцій у складі діагностики;

k_y – коефіцієнт умов виконання робіт.

2.2 Розрахунок тривалості діагностичного циклу

$t_{\text{ц}}$ – загальна тривалість діагностичного циклу, год;

$t_{\text{п}}$ – час підготовчих операцій, год;

$t_{\text{в}}$ – час вимірювальних та перевірочних операцій, год;

$t_{\text{к}}$ – час контрольних і завершальних операцій, год.

2.4 Розрахунок потреби в діагностичному обладнанні

$T_{\text{вик},j}$ – річний час використання j -го виду обладнання, год/рік;

t_j – час застосування цього обладнання в межах однієї діагностики, год/діагн.;

N_p – кількість діагностик за рік.

$N_{\text{обл},j}$ – потрібна кількість одиниць j -го обладнання, од.;

F_e – ефективний фонд часу роботи обладнання, год/рік (буде уточнений у п. 2.5);

k_z – коефіцієнт допустимого завантаження обладнання (для запобігання «вузьким місцям»; приймають 0,7–0,9 залежно від організації робіт).

2.6 Розрахунок періодичності технічного обслуговування

$L_{\text{ТО}}$ – скоригована періодичність ТО, км;

$L_{\text{б}}$ – базова періодичність ТО, км;

k_e – коефіцієнт експлуатаційних умов.

2.8 Розрахунок площі поста діагностики двигуна 602.9

L, B – габаритні розміри автомобіля (довжина та ширина), м;

ΔL – технологічний зазор по довжині (спереду і ззаду), м;

ΔB – технологічний зазор по ширині (зліва і справа), м;

$S_{\text{обл}}$ – площа під розміщення обладнання (стіл/візок/стелаж/прилади), м².