

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 бензинових двигунів
автомобілів Renault Sandero Ambiance

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

(шифр і назва спеціальності)

Іван ЧОРНИЙ

(підпис)

Керівник

Віктор ГУДЬ

(підпис)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

(підпис)

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

Рецензент

Дмитро РАДИК

(підпис)

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)

«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 Чорному Івану Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту бензинових двигунів автомобілів Renault Sandero Ambiance

Керівник роботи Гудь Віктор Зіновійович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9-41

2. Термін подання студентом завершеної роботи 7 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автомобіля Renault Sandero Ambiance, базовий ТП технічного обслуговування та ремонту бензинових двигунів

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)

Двигун Renault Sandero (поздовжній та поперечний розріз) – 1 аркуш формату А1.

Двигун Renault Sandero (основні вузли) – 1 аркуш формату А1.

Основні несправності та методи усунення бензинових двигунів Renault Sandero – 2 аркуш формату А1. Технологічний процес обслуговування бензинових

двигунів Renault Sandero - 2 аркуш формату А1. Фіксатори ГРМ –1 аркуш формату А1.

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

«Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту бензинових двигунів автомобілів Renault Sandero Ambiance» студента групи МАзс-41 ТНТУ імені Івана Пулюя Івана ЧОРНОГО. Керівник роботи – докт. техн. наук, професор кафедри АМ Віктор ГУДЬ.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки: 74 арк. формату А4, графічної частини: 7 аркушів формату А1 та додатків.

В пояснювальній записці приводяться необхідні розрахунки, вона містить усі необхідні розділи і повністю відповідає встановленим вимогам. Також оформлена графічна частина до даної кваліфікаційної роботи.

В першому розділі наведено технічну характеристику автомобіля Renault Sandero Ambiance та здійснено порівняльний аналіз його бензинових силових агрегатів. Проведено аналіз умов експлуатації транспортних засобів.

В технологічному розділі розроблено та детально описано ТП діагностики, ТО та ремонту бензинових двигунів автомобілів Renault. Систематизовано методи комп'ютерної та інструментальної діагностики, наведено регламенти виконання ТО (зокрема процес заміни приводу ГРМ), проведено аналіз основних несправностей та дефектів систем двигуна, а також запропоновано оптимальні методи їх усунення.

В конструкторському розділі описано проблему десинхронізації фаз ГРМ для двигунів з безшпонковою посадкою шківів, запропоновано та розраховано на міцність модернізоване пристосування для їх обслуговування. Проведено техніко-економічний розрахунок впровадження конструкторської розробки на СТО, який підтвердив її фінансову доцільність.

Наведено заходи з безпеки життєдіяльності, основ охорони праці та охорони навколишнього середовища.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Загальна характеристика автомобіля Renault Sandero Ambiance.....	8
1.2 Конструктивні особливості бензинових двигунів.....	12
1.3 Принцип роботи бензинового двигуна внутрішнього згорання.....	14
1.4 Основні несправності двигунів та причини їх виникнення	20
1.5 Аналіз умов експлуатації автомобілів та їх вплив на технічний стан двигуна	23
1.6 Огляд сучасних методів діагностики технічного стану двигунів	25
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Організація процесу технічного обслуговування автомобілів	27
2.2 Розроблення технологічного процесу діагностики двигуна.....	29
2.3 Технологія проведення технічного обслуговування бензинових двигунів.....	35
2.4 Технологія проведення робіт з поточного ремонту вузлів та систем двигуна.....	37
2.5. Розрахунок трудомісткості та часу виконання робіт.....	55
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Обґрунтування необхідності розробки та модернізації пристосувань....	58
3.2 Аналіз існуючих аналогів та дефектовка їхніх недоліків.....	59
3.3 Технічний опис та суть модернізації розроблених пристосувань.....	60
3.4. Розрахунки конструктивних елементів пристосування на міцність.....	63
3.5. Техніко-економічний розрахунок виготовлення та впровадження пристосування.....	65

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
4.1. Аналіз умов праці та небезпечних виробничих факторів на посту з ремонту та діагностики двигунів.....	67
4.2. Заходи з охорони праці під час виконання діагностичних та ремонтних робіт двигунів Renault.....	68
4.3. Пожежна безпека та заходи з охорони навколишнього середовища на СТО.....	69
ВИСНОВКИ.....	71
БІБЛІОГРАФІЯ.....	73
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Розвиток автомобільного транспорту відображається стрімким зростанням ТЗ, ускладненням їх конструкції та підвищенням вимог до надійності, економічності й екологічності роботи двигунів внутрішнього згоряння. Особливу роль у забезпеченні ефективної експлуатації автомобілів відіграє своєчасна діагностика, технічне обслуговування та якісний ремонт силових агрегатів. Бензинові двигуни, незважаючи на активний розвиток альтернативних джерел енергії, залишаються одними з найбільш поширених типів двигунів, що обумовлює актуальність удосконалення технологічних процесів їх обслуговування.

Автомобілі марки Renault, зокрема модель Sandero Ambiance, користуються популярністю з поміж споживачів завдяки оптимальному поєднанню вартості, надійності та експлуатаційних характеристик. Водночас ефективність їх використання залежить від технічного стану двигуна, який у процесі експлуатації зазнає впливу різноманітних факторів: механічного зносу, термічних навантажень, якості палива та мастильних матеріалів, а також умов експлуатації.

Отже, важливості набуває розроблення раціонального технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту бензинових двигунів, який забезпечує своєчасне виявлення несправностей, попередження відмов та відновлення працездатності двигуна з мінімальними витратами часу і ресурсів. Використання сучасних методів діагностування, таких як комп'ютерна діагностика, аналіз параметрів роботи двигуна та застосування спеціалізованого обладнання, дозволяє значно підвищити точність визначення технічного стану агрегатів.

1 ЗАГАЛЬНО–ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика автомобіля Renault Sandero Ambiance

Автомобіль Renault Sandero Ambiance належить до класу компактних міських автомобілів, які відзначаються доступною вартістю, простотою конструкції та надійністю в експлуатації. Дана модель широко використовується як у приватному секторі, так і в комерційних цілях, що обумовлює необхідність ефективного технічного обслуговування та ремонту.

Автомобіль оснащується бензиновими двигунами різного об'єму, які характеризуються достатньою потужністю, економічністю та відповідністю сучасним екологічним нормам. Конструкція автомобіля передбачає передній привід, механічну або автоматичну коробку передач, незалежну передню підвіску та напівзалежну задню.

Перевагами Renault Sandero Ambiance є простота технічного обслуговування, доступність запасних частин та висока ремонтпридатність, що робить його зручним об'єктом для дослідження процесів діагностики і ремонту двигунів.

Модель у комплектації Ambiance позиціонується як збалансоване рішення, що поєднує доступність, енергоємну підвіску та адаптованість до важких умов експлуатації.

Автомобіль має класичне передньомоторне компонування з поперечним розташуванням силового агрегату та переднім приводом. Кузов – несучий, суцільнометалевий, типу хетчбек, із посиленими зонами програмованої деформації для забезпечення пасивної безпеки.

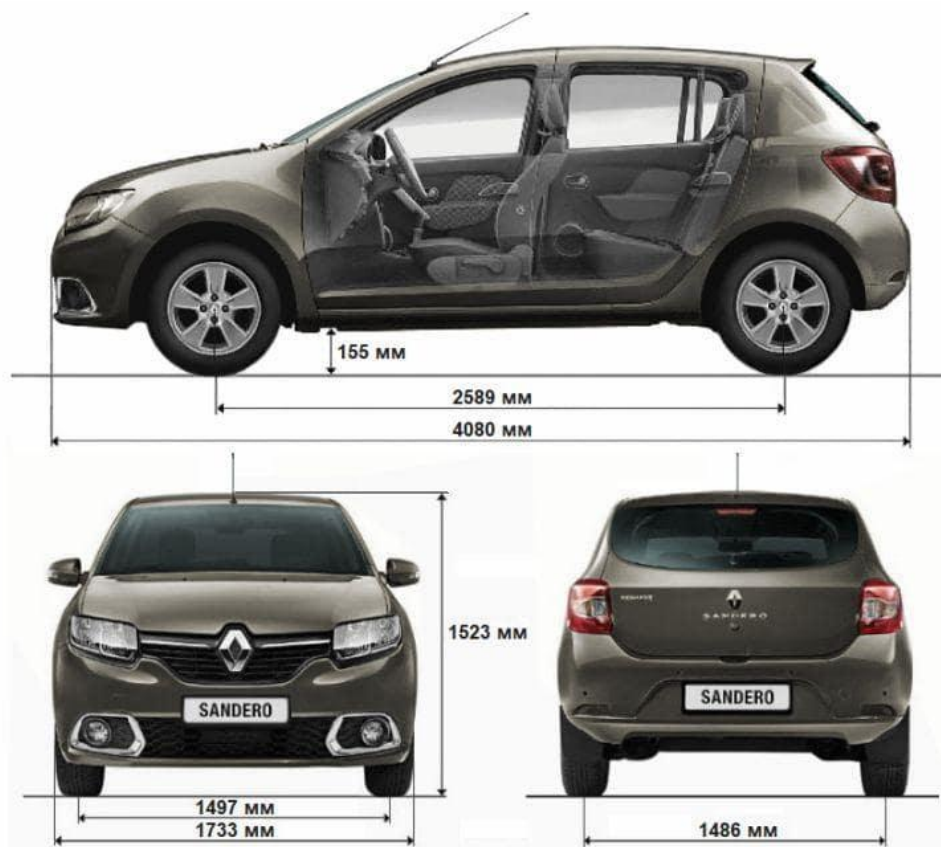


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд автомобіля

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики двигунів та модифікацій автомобіля Renault Sandero

<i>Параметр</i>	<i>Одиниці виміру</i>	<i>Двигун 1.2 16V (D4F)</i>	<i>Двигун 1.6 8V (K7M)</i>	<i>Двигун 1.6 16V (K4M)</i>
Тип двигуна	–	Бензиновий, рядний, 4-циліндровий	... рядний, 4-циліндровий	Бензиновий, рядний, 4-циліндровий
Кількість клапанів / Тип ГРМ	шт.	16 / SOHC	8 / SOHC	16 / DOHC
Робочий об'єм	см	1149	1598	1598
Максимальна потужність	кВт (к.с.)	55 (75) при 5500 хв ⁻¹	62 (84) при 5250 хв ⁻¹	75 (102) при 5750 хв ⁻¹
Макс. крутний момент	Нм·м	107 при 4250 хв ⁻¹	134 при 2800 хв ⁻¹	145 при 3750 хв ⁻¹

Система живлення	–	Розподілене упорскування	Розподілене упорскування	Розподілене упорскування
Тип палива	–	Бензин А-95	Бензин А-95	Бензин А-95
Екологічний стандарт	–	Euro 5 / Euro 6	Euro 5	Euro 5
Трансмісія	–	МКПП, 5-ступенева	МКПП, 5-ступенева	МКПП, 5-ступенева
Привід	–	Передній	Передній	Передній
Максимальна швидкість	км/год	161	172	180
Час розгону 0-100 км/год	с	14,5	11,8	10,5
Витрата палива (змішана)	л/100 км	5,8–6,0	6,7–7,2	6,9–7,1
Місткість паливного бака	л	50	50	50
Споряджена маса	кг	1013	1037	1062
Дорожній просвіт	мм	155	155	155

У комплектації автомобілів Renault Sandero найчастіше використовуються перевірені часом бензинові двигуни сімейств D-Туре та К-Туре, які вирізняються високою надійністю, адаптованістю до важких умов експлуатації та відмінною ремонтпридатністю.

Двигун D4F (1.2 л 16V) – малооб'ємний, паливно-економічний чотирициліндровий силовий агрегат потужністю 75 к.с. Його головною конструктивною особливістю є компактна головка блока циліндрів, де один розподільчий вал (схема SOHC) керує дією 16 клапанів через складну систему коромисел. Така конфігурація вимагає особливої уваги та високої точності під час регламентного регулювання теплових зазорів клапанного механізму.

Двигун K7M (1.6 л 8V) – більш потужний та витривалий агрегат (84 к.с.), що характеризується класичною та максимально спрощеною 8-клапанною конструкцією з чавунним блоком. Головна експлуатаційна перевага цього двигуна полягає у забезпеченні високого крутного моменту на низьких обертах, що робить його оптимальним для міського циклу руху та менш чутливим до повного завантаження автомобіля. Привід ГРМ здійснюється ременем, а теплові зазори також регулюються вручну за допомогою гвинтових механізмів.

Двигун K4M (1.6 л 16V) – найбільш технологічний та потужний представник лінійки бензинових двигунів (102 к.с.), який має двовалу структуру газорозподільного механізму (схема DOHC). На відміну від двигунів серії 8V, у конструкцію головки блока K4M інтегровано гідрокомпенсатори, що звільняє власника від потреби ручного регулювання клапанів, але висуває підвищені вимоги до чистоти та допусків моторного мастила. Критично важливою інженерною особливістю цього двигуна є безшпонкова (конусна) посадка шківів розподільчих і колінчастого валів, що суттєво ускладнює технологію обслуговування ГРМ і вимагає обов'язкового застосування спеціалізованих жорстких фіксаторів під час заміни ременя.

Колісна база автомобіля, що становить 2589 мм, забезпечує стабільність курсової стійкості, високу плавність ходу та оптимальний розподіл вагових навантажень, що безпосередньо враховується при розрахунку сумарних гальмівних зусиль, проектуванні постів та загальній інструментальній діагностиці ходової частини на СТО.

Двигуни відповідають екологічним стандартам Euro 5 або Euro 6, оснащені системою розподіленого упорскування палива та електронним керуванням запалюванням.

Трансмісія механічна 5-ступенева коробка передач (тип JH3 або JR5). Передачі розраховані на тягові характеристики, що дозволяє впевнено рухатися при повному завантаженні.

Передня підвіска незалежна, типу McPherson з прямокутними нижніми важелями та стабілізатором поперечної стійкості.

Задня підвіска напівзалежна, балка, що скручується, з гвинтовими пружинами та амортизаторами окремого встановлення. Така конструкція є максимально витривалою та простою в обслуговуванні.

Комплектація Ambiance включає необхідний мінімум систем активної безпеки та комфорту (фронтальні подушки безпеки, підсилювач керма, центральний замок). З технічної точки зору, дана модель є оптимальним об'єктом для розробки техпроцесів СТО, оскільки:

- має вільний доступ до основних вузлів двигуна в підкапотному просторі.
- використовує уніфіковані запчастини, що спрощує логістику при ремонті.
- широко представлена в українських автопарках, що гарантує стабільний попит на послуги з її діагностики та обслуговування.

1.2 Конструктивні особливості бензинових двигунів

Бензинові двигуни, що встановлюються на автомобілі Renault Sandero Ambiance, є чотиритактними двигунами внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням. Вони мають рядну компоновку циліндрів, верхнє розташування розподільчого вала (SOHC – для 8-клапанних та DOHC – для 16-клапанних версій) та рідинну систему охолодження закритого типу.

До основних конструктивних елементів та систем двигуна належать:

- Блок циліндрів виготовляється з високоміцного чавуну (серія K) або алюмінієвого сплаву (серія D). Чавунні блоки двигунів K7M мають високу жорсткість і дозволяють проводити розточування під ремонтні розміри, що значно підвищує загальний ресурс агрегату.
- Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) включає колінчастий вал, шатуни та поршневу групу. Поршні виготовлені з алюмінієвого сплаву з

антифрикційним покриттям спідниць. Повноопорний колінчастий вал забезпечує мінімальні вібрації та стабільність роботи на високих обертах.

– Газорозподільний механізм (ГРМ) здійснює керування фазами впуску та випуску. На автомобілях Renault Sandero використовується ремінний привід ГРМ. Особливістю 8-клапанних двигунів є відсутність гідрокомпенсаторів, що вимагає періодичного регулювання теплових зазорів клапанів за допомогою щупів.

– Система живлення представлена системою розподіленого фазованого упорскування палива. Включає паливну рампу, електромагнітні форсунки, регулятор тиску та паливний насос, інтегрований у бак. Система працює під тиском близько 3,5 бар, що забезпечує якісне розпилення палива.

– Система запалювання. Сучасні модифікації оснащені індивідуальними котушками запалювання для кожного циліндра (у двигунах D4F) або моноблочними котушками з високовольтними дротами (у K7M). Керування моментом іскроутворення здійснюється електронним блоком керування (ЕБК) на основі сигналів датчиків.

– Система змащення комбінованого типу (під тиском та розбризкуванням). Повнопотоковий фільтр та шестеренчастий масляний насос забезпечують стабільний тиск мастила навіть при високих температурних навантаженнях.

– Система охолодження. Рідинна, з примусовою циркуляцією, яку забезпечує відцентрова помпа. Термостат із твердим наповнювачем підтримує оптимальний тепловий режим двигуна в межах 85-100°C.

Особливістю сучасних бензинових двигунів є широке використання електронних систем керування (ЕСКД). Електронний блок керування (ЕБК) у реальному часі опрацьовує сигнали від датчика положення колінчастого вала (ДПКВ), датчика детонації, датчиків кисню (лямбда-зондів) та датчика абсолютного тиску (МАР).

Це забезпечує:

1. Оптимальне дозування паливно-повітряної суміші відповідно до режиму навантаження;
2. Контроль процесу запалювання для запобігання детонації, що особливо важливо для двигунів з високим ступенем стиснення;
3. Зменшення шкідливих викидів шляхом точного регулювання складу суміші (стехіометричне відношення (14,7:1) та роботи каталітичного нейтралізатора.

Це значно ускладнює процес діагностики, вимагаючи використання спеціалізованих сканерів та осцилографів, але водночас підвищує паливну економічність, питому потужність та екологічну безпеку двигуна. Розуміння цих конструктивних особливостей є фундаментом для розроблення ефективного технологічного процесу ремонту та обслуговування.

1.3 Принцип роботи бензинового двигуна внутрішнього згоряння

Робота бензинових двигунів автомобілів Renault Sandero Ambiance базується на термодинамічному циклі Отто – перетворенні хімічної енергії палива в теплову, а потім у механічну роботу. Двигуни працюють за чотиритактним циклом, синхронізованим із кутом повороту колінчастого вала (720° за повний цикл).

Основні етапи робочого циклу:

1. Впуск. Поршень переміщується від верхньої мертвої точки (ВМТ) до нижньої мертвої точки (НМТ). У цей час впускний клапан відкритий, і за рахунок розрідження в циліндр надходить паливно-повітряна суміш. В автомобілях Renault Sandero використовується розподілене упорскування, де паливо розпилюється форсункою у впускний колектор безпосередньо перед впускним клапаном, що забезпечує гомогенність суміші.

2. Стиснення. Обидва клапани закриті. Поршень рухається від НМТ до ВМТ, стискаючи суміш. Ступінь стиснення в двигунах серій К та D становить приблизно 9,5:1 – 10,5:1. Це призводить до підвищення температури суміші до 300-400°C та тиску до 1,0-1,5 МПа, що є необхідною умовою для швидкого та повного згоряння.

3. Робочий хід. За декілька градусів до досягнення поршнем ВМТ (випередження запалювання) система керування подає високу напругу на свічку. Електрична іскра запалює суміш. Внаслідок вибухоподібного згоряння температура газів зростає до 2000-2500°C, а тиск – до 3,0-5,0 МПа. Під дією розширення газів поршень переміщується вниз, передаючи зусилля через шатун на колінчастий вал, створюючи крутний момент.

4. Випуск: Поршень рухається вгору, відкривається випускний клапан. Відпрацьовані гази під дією залишкового тиску та виштовхувальної сили поршня виводяться в систему випуску, проходячи через каталітичний нейтралізатор для доочищення.

Ефективність цих тактів критично залежить від точності роботи газорозподільного механізму (ГРМ) та системи запалювання. На сучасних двигунах Renault Sandero блок керування двигуном (ЕБК) постійно коригує момент упорскування (залежно від фази впуску та навантаження) та кут випередження запалювання, аналізуючи сигнал від датчика детонації. Якщо виникає детонаційне згоряння (характерне для низькоякісного палива), ЕБК автоматично зміщує момент іскроутворення, запобігаючи руйнуванню поршневої групи.

Така точна синхронізація забезпечує стабільну роботу двигуна на різних режимах – від холостого ходу до максимальних обертів, а також мінімізує питому витрату палива та рівень токсичності вихлопних газів. Розуміння фізики цих процесів є базовим для подальшої розробки розділу діагностики, зокрема аналізу несправностей за параметрами компресії та осцилограмами запалювання.

Гідроштовхачі (поз. 5) це ключова відмінність двигуна K4M, завдяки їм двигун не потребує періодичного регулювання зазорів клапанів, що спрощує регламентне ТО, але висуває вищі вимоги до якості та чистоти моторного мастила.

На відміну від двигунів 8V, двигун K4M оснащений гідрокомпенсаторами. Це означає, що операція «регулювання клапанів» для нього не проводиться.

Система запалювання тут використовуються окремі котушки запалювання на кожну свічку. Це змінює технологію діагностики: при відмові одного циліндра перевіряється конкретна котушка.

Привід масляного насоса (поз. 19) на відміну від ГРМ тут приводиться в дію ланцюгом, що знаходиться всередині блока циліндрів.

Технологія заміни ременя складніша і вимагає спеціальних фіксаторів для обох розподільчих валів (Mot. 1490-01 та Mot. 1496).

Допоміжні агрегати (поз. 11, 12, 13, 15) у комплектації Ambiance з кондиціонером цей вузол вимагає окремої уваги під час ТО – перевірки стану поліклинового ременя та натяжного ролика.

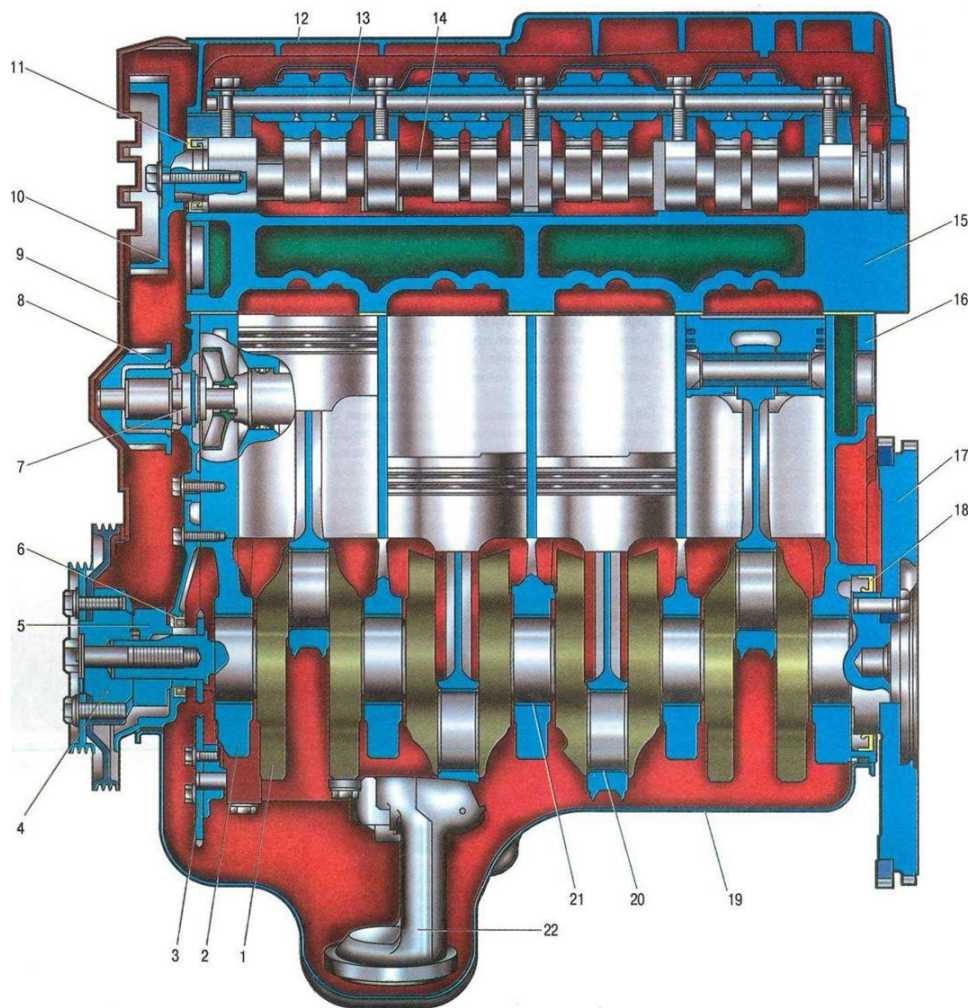


Рисунок 1.2 – Двигун К7J або К7М (поздовжній розріз):

1 – колінчастий вал; 2 – кришка корінного підшипника колінчастого вала; 3 – зірочка масляного насоса; 4 – шків привода допоміжних агрегатів; 5 – зубчастий шків колінчастого вала; 6 – передній сальник колінчастого вала; 7 – водяний насос (помпа); 8 – зубчастий шків водяного насоса; 9 – кришка ременя привода газорозподільного механізму (ГРМ); 10 – зубчастий шків розподільчого вала; 11 – сальник розподільчого вала; 12 – кришка головки блока циліндрів; 13 – вісь коромисел привода клапанів; 14 – розподільчий вал; 15 – головка блока циліндрів (ГБЦ); 16 – блок циліндрів; 17 – маховик; 18 – задній сальник колінчастого вала; 19 – масляний картер (піддон); 20 – вкладиш шатунного підшипника;

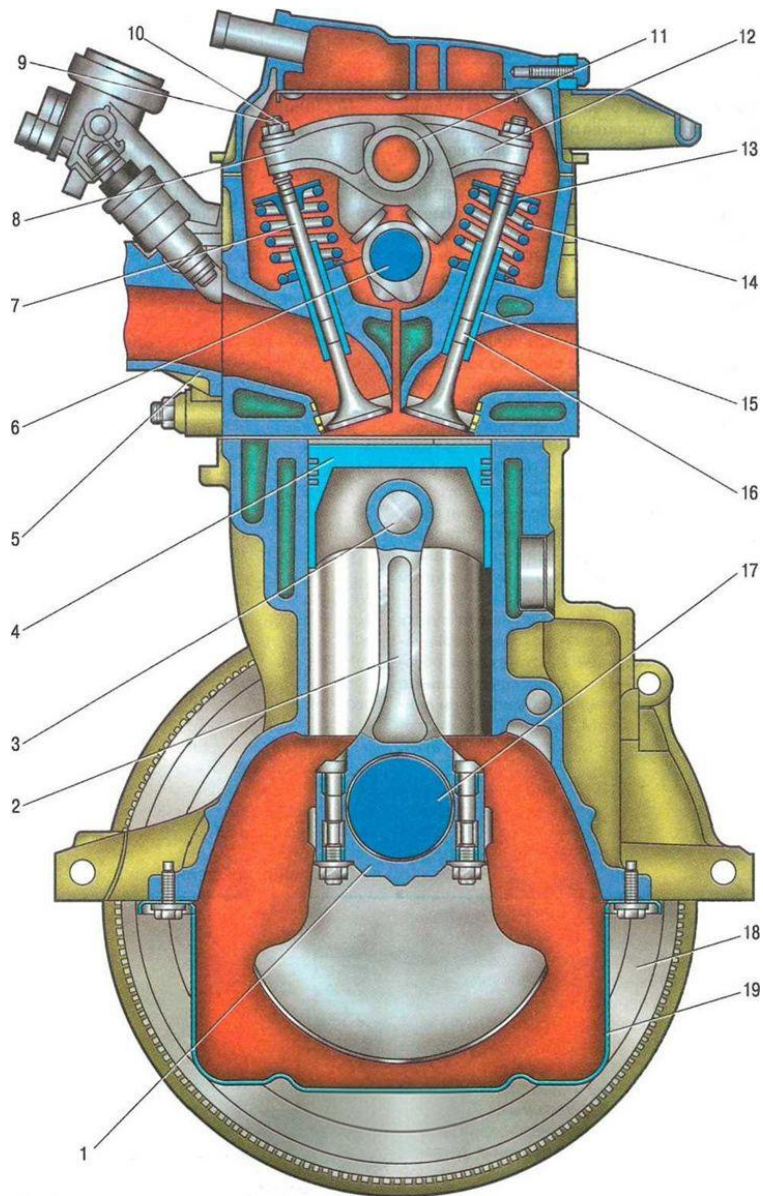


Рисунок 1.3 - Двигун К7J або К7М (поперечний розріз):

1 – кришка шатуна; 2 – шатун; 3 – поршневий палець; 4 – поршень;
 5 – впускна труба (колектор); 6 – розподільчий вал; 7 – впускний клапан;
 8 – коромисло впускного клапана; 9 – регулювальний болт; 10 – контргайка
 регулювального болта; 11 – вісь коромисел привода клапанів; 12 – коромисло
 випускного клапана; 13 – тарілка пружини клапана; 14 – пружина клапана;
 15 – напрямна втулка клапана; 16 – випускний клапан; 17 – колінчастий вал;
 18 – маховик; 19 – масляний картер (піддон).

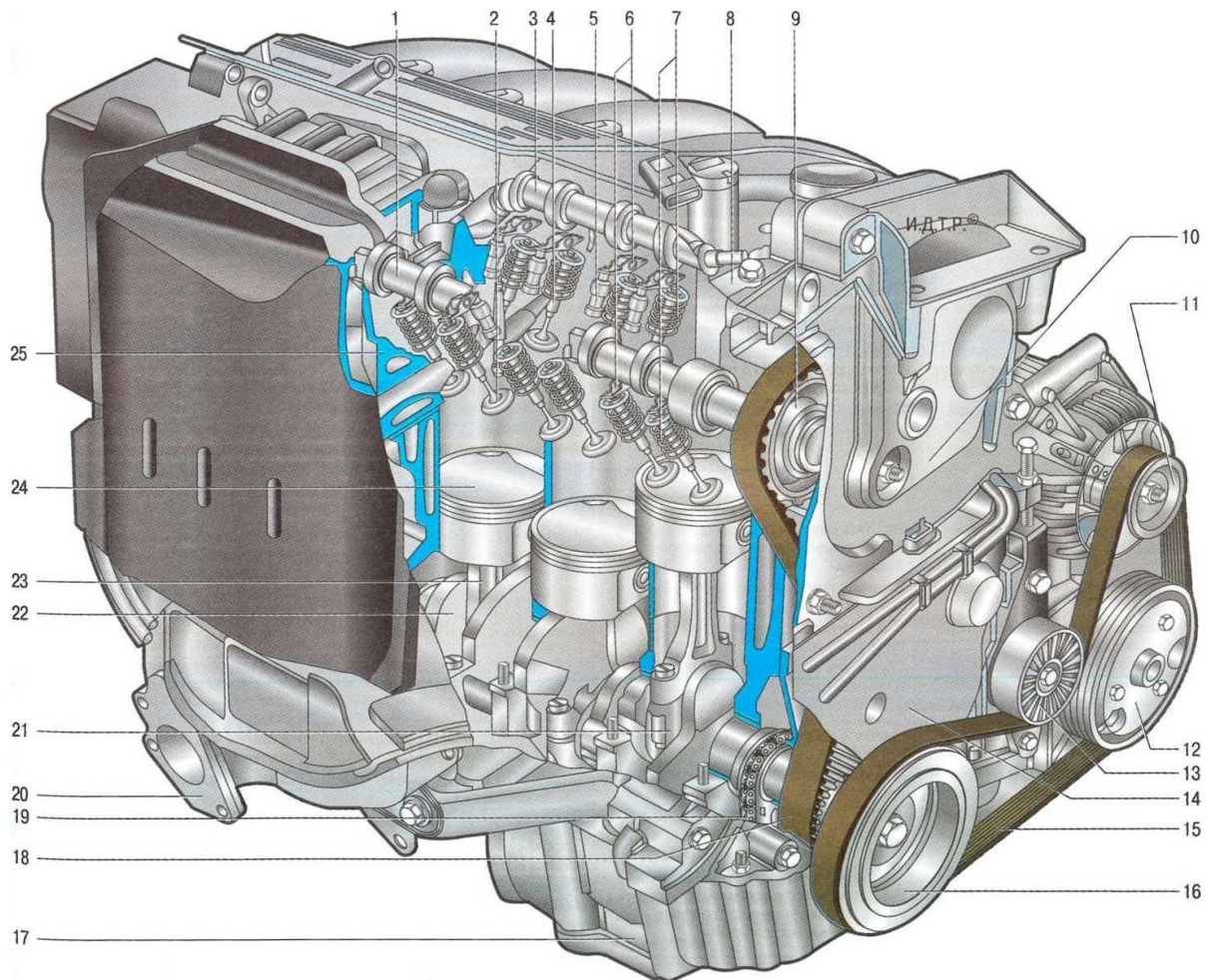


Рисунок 1.4 - Двигун К4М (поперечний розріз та основні вузли):

- 1 - розподільчий вал випускних клапанів; 2 - випускний клапан;
- 3 - розподільчий вал впускних клапанів; 4 - впускний клапан;
- 5 - гідроштовхач клапана (гідрокомпенсатор); 6 - коромисла клапанів;
- 7 - пружини клапанів; 8 - кришка головки блока циліндрів; 9 - шестерня (зубчастий шків) розподільчого вала; 10 - передня кришка головки блока циліндрів; 11 - шків генератора; 12 - шків компресора кондиціонера;
- 13 - натяжний ролик ременя привода допоміжних агрегатів; 14 - блок циліндрів; 15 - ремінь привода допоміжних агрегатів; 16 - шків колінчастого вала; 17 - масляний картер (піддон); 18 - ремінь привода газорозподільного механізму (ГРМ); 19 - ланцюг привода масляного насоса; 20 - випускний колектор; 21 - кришка шатуна; 22 - колінчастий вал; 23 - шатун;
- 24 - поршень; 25 - головка блока циліндрів (ГБЦ).

1.4 Основні несправності двигунів та причини їх виникнення

У процесі експлуатації бензинові двигуни Renault Sandero (зокрема серій D4F та K7M) піддаються термічним, хімічним та механічним навантаженням, що призводить до поступового зносу їхніх елементів. Ефективність ремонту залежить від правильної ідентифікації симптомів.

Таблиця 1.2 - Основні несправності бензинових двигунів Renault Sandero

<i>Вид несправності</i>	<i>Зовнішні ознаки (симптоми)</i>	<i>Ймовірні причини (технічний стан)</i>
Втрата потужності та прийомистості	Повільний розгін, "провали" при натисканні на педаль газу.	Зниження компресії; засмічення паливних форсунок; забруднення повітряного фільтра.
Важкий пуск двигуна	Стартер довго обертає колінчастий вал; двигун не запускається "на холодну".	Знос свічок запалювання; низький тиск у паливній рампі; несправність датчика температури ОР.
Нестабільний хід (плаваючі оберти)	Смикання автомобіля на холостому ході; двигун глохне.	Підсос повітря у впускний колектор; порушення теплових зазорів клапанів; несправність РХХ.
Підвищена витрата палива	Збільшення споживання палива на 20-50%.	Несправність лямбда-зонда; негерметичність форсунок; некоректний кут випередження запалювання.
Підвищений чад мастила	Сизий дим із вихлопної труби; швидке зниження рівня мастила.	Знос оливознімних кілець; втрата еластичності сальників клапанів; течі через ущільнення (сальники валів).
Перегрів двигуна	Стрілка індикатора в червоній зоні; викид антифризу.	Заклинювання термостата; вихід з ладу помпи; забруднення сот радіатора.

Таблиця 1.3 - Причини виникнення несправностей

<i>Категорія причин</i>	<i>Фактори впливу</i>	<i>Наслідки для двигуна</i>
Експлуатаційні	Використання бензину з низьким октановим числом.	Детонаційне руйнування поршнів та перегородок кілець.
	Використання мастила невідповідного допуску (не RN0700).	Прискорений знос розподільчого вала та вкладишів.
Регламентні	Порушення термінів заміни ременя ГРМ (понад 90 тис. км).	Обрив ременя, вигин клапанів, пошкодження поршнів.
	Несвоєчасне регулювання клапанів (для К7М).	Прогорання випускних клапанів та сідел.
Зовнішні середовищні	Експлуатація при екстремально низьких температурах.	Передчасний вихід з ладу гумотехнічних виробів (сальників, патрубків).
	Робота в умовах сильної запиленості.	Абразивний знос циліндропоршневої групи.
Технологічні	Використання неоригінальних запчастин низької якості.	Передчасний повторний вихід вузла з ладу.
	Недотримання моментів затяжки різьбових з'єднань.	Порушення герметичності стиків, обрив болтів.

Таблиця 1.4 - Основні методи усунення несправностей бензинових двигунів

Несправність	Метод діагностування	Спосіб усунення (технологічна операція)
Зниження компресії (знос кілець)	Компресометрія, пневмотест	Заміна поршневих кілець; у разі критичного зносу - розточування блоку під ремонтний розмір.
Прогорання клапанів	Ендоскопія, вимірювання компресії	Демонтаж ГБЦ, заміна клапанів, притирання фасок, заміна оливознімних ковпачків.
Порушення теплових зазорів	Вимірювання щупами на холодному двигуні	Регулювання зазорів за допомогою регулювальних гвинтів (для К7М) або підбором штовхачів.
Забруднення форсунок	Аналіз паливної корекції (сканер), перевірка на стенді	Ультразвукове чищення або промивання на кавітаційному стенді; заміна фільтра тонкої очистки.
Несправність системи запалювання	Оцінка осцилограми вторинної напруги, сканування помилок (DTC)	Заміна свічок запалювання, високовольтних дротів або індивідуальних катушок.
Теча оливи/антифризу	Візуальний огляд, опресування системи охолодження	Заміна сальників (колінчастого/розподільчого валів), прокладок або пошкоджених патрубків.
Знос приводу ГРМ	Візуальний контроль стану ременя, перевірка за пробігом	Заміна комплекту ГРМ (ремінь + ролики) та водяного насоса (помпи) згідно з регламентом.
Відмова датчиків ЕСКД	Зчитування кодів помилок, перевірка опору мультиметром	Очищення контактів роз'ємів або заміна несправного датчика (ДПКВ, лямбда-зонд, MAP).

На автомобілях Renault Sandero Ambiance будь-яке механічне втручання повинно починатися з комп'ютерного сканування. Це дозволяє уникнути помилкової заміни справних вузлів.

Оскільки двигуни Renault мають високий ступінь уніфікації, під час усунення однієї несправності (наприклад, заміна прокладки ГБЦ) технологічно доцільно проводити супутні операції (заміна сальників клапанів), щоб забезпечити максимальний міжремонтний ресурс.

Для заміни ременя ГРМ на двигунах D4F та K7M обов'язковим є використання фіксаторів валів, оскільки помилка на один зуб призводить до некоректної роботи двигуна або пошкодження клапанної групи.

1.5 Аналіз умов експлуатації автомобілів та їх вплив на технічний стан двигуна

Технічний стан двигунів Renault Sandero Ambiance у процесі експлуатації не є сталим і залежить від комплексу зовнішніх та внутрішніх факторів. Врахування цих умов дозволяє адаптувати регламент ТО для запобігання передчасним відмовам.

До основних факторів належать:

1. Кліматичні умови. Експлуатація в умовах різко континентального клімату України (температурні коливання від -25°C взимку до $+35^{\circ}\text{C}$ влітку) створює критичні навантаження.

Низькі температури збільшують в'язкість оливи, що спочатку спричиняє «оливне голодування» при пуску. Один холодний пуск при -20°C за зносом еквівалентний 300–500 км пробігу в нормальних умовах.

Високі температури знижують ефективність охолодження, що призводить до окислення мастила та втрати його захисних властивостей.

2. Якість дорожнього покриття. Велика кількість пилу на дорогах (особливо в аграрних регіонах) призводить до швидкого забруднення

повітряного фільтра. При потраплянні дрібнодисперсного пилу в циліндри виникає абразивний знос гільз та кілець.

3. Інтенсивність використання (міський цикл). Робота в режимі «таксі» або «кур'єрської доставки» передбачає часту роботу на холостому ході та рух у заторах. При цьому пробіг на одометрі не відображає реального напрацювання двигуна (мотогодин), що призводить до закоксовування поршневих кілець.

4. Стиль водіння. Агресивне водіння з частим використанням максимальних обертів призводить до перегріву клапанного механізму та прискореного розтягування ременя ГРМ.

5. Якість ТММ. Використання палива з високим вмістом сірки та смол спричиняє утворення відкладень на форсунках та клапанах, що порушує сумішоутворення.

Експлуатація в умовах низьких температур призводить до ускладненого запуску двигуна та підвищеного зносу. Високі температури можуть викликати перегрів та погіршення властивостей мастильних матеріалів. Часті поїздки на короткі відстані негативно впливають на роботу двигуна через недостатній прогрів.

На основі аналізу умов експлуатації рекомендується впроваджувати коригувальні коефіцієнти до базового регламенту Renault:

<i>Фактор експлуатації</i>	<i>Вплив на вузли двигуна</i>	<i>Рекомендована зміна регламенту</i>
Затори	Швидка деградація оливи, нагар на клапанах.	Скорочення інтервалу заміни оливи до 7,5–8 тис. км.
Запилені дороги	Абразивний знос ЦПГ.	Заміна повітряного фільтра кожні 10 тис. км (замість 15).
Короткі поїздки	Конденсат в оливі, корозія вихлопної системи.	Додаткова діагностика системи вентиляції картера.
Низька якість палива	Забруднення форсунок, відмова свічок.	Промивання паливної системи кожні 30–40 тис. км.

Проведений аналіз конструкції, принципу роботи та умов експлуатації двигунів Renault Sandero Ambiance показує, що попри їхню високу надійність, вони потребують системного підходу до обслуговування.

Таким чином, врахування умов експлуатації є необхідним при розробленні технологічних процесів діагностики та обслуговування.

1.6 Огляд сучасних методів діагностики технічного стану двигунів

Сучасна діагностика двигунів автомобілів Renault Sandero Ambiance є інтегрованим процесом, що поєднує методи органолептичного контролю, інструментальні вимірювання та електронний аналіз даних. Головною метою діагностування є визначення технічного стану агрегату без його розбирання.

Класифікація методів діагностики:

1. Візуальний та акустичний огляд: Початковий етап, що дозволяє виявити течі робочих рідин, пошкодження патрубків, стан приводних ременів, а також за характерними звуками (стуками) визначити несправності КШМ або ГРМ.

2. Інструментальна (механічна) діагностика:

– компресометрія: вимірювання максимального тиску в кінці такту стиснення. Це базовий метод оцінки стану циліндропоршневої групи.

– пневмотестування (метод витоків): подача стисненого повітря в циліндр, що перебуває у ВМТ. дозволяє з високою точністю визначити місце втрати герметичності (кільця, впускний або випускний клапани, прокладка ГБЦ).

– вакуумметрія: аналіз розрідження у впускному колекторі для оцінки правильності фаз газорозподілу та герметичності впуску.

3. Електронна (комп'ютерна) діагностика:

– сканування (OBD-II): використання діагностичних сканерів (наприклад, дилерського інтерфейсу Renault CAN Clip або мультибрендових

аналогів) для зчитування кодів несправностей (DTC), аналізу параметрів у реальному часі (Data Stream) та перевірки виконавчих механізмів.

– осцилографічний аналіз: використання мотор-тестера для аналізу високовольтної напруги запалювання, сигналів датчиків колінчастого та розподільчого валів, а також для побудови діаграм тиску в циліндрі під час роботи двигуна.

4. Аналіз відпрацьованих газів: вимірювання концентрації CO, CH, NO_x та залишку кисню (O₂) за допомогою газоаналізатора. Це дозволяє оцінити якість сумішоутворення та ефективність роботи каталітичного нейтралізатора.

Переваги інтегрованого підходу.

Застосування комп'ютерної діагностики на Renault Sandero дозволяє виявити "плаваючі" помилки, які не мають постійного прояву, але впливають на витрату палива та екологічність. Аналіз параметрів паливної корекції (STFT та LTFT) дає змогу виявити несправності ще на стадії їх зародження, до моменту активації індикатора "Check Engine".

Використання всього спектра сучасних методів діагностики є ключовим елементом підвищення ефективності технічного обслуговування. Це дозволяє перейти від системи ремонту "по факту поломки" до стратегії обслуговування "за фактичним станом", що є економічно доцільним для власників Renault Sandero Ambiance.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Організація процесу технічного обслуговування автомобілів

Організація технічного обслуговування (ТО) автомобілів Renault Sandero Ambiance базується на системному підході, що поєднує нормативні вимоги заводу-виробника та виробничі потужності сервісного підприємства. Головною метою організації є мінімізація часу перебування автомобіля на посту при забезпеченні максимальної якості виконання технологічних операцій.

2.1.1. Система планово-попереджувального обслуговування

На підприємствах автосервісу для даної моделі застосовується планово-попереджувальна система, яка включає наступні види робіт:

Щоденне обслуговування (ЩО): Контроль водієм перед виїздом (рівень мастила, охолоджуючої рідини, герметичність систем та робота світлових приладів).

ТО-1 (через кожні 15 000 км або 1 рік): Включає заміну мастила, масляного фільтра, фільтра салону, а також комплекс перевірок ходової частини та рівнів технічних рідин.

ТО-2 (через кожні 30 000 км): Розширений комплекс робіт, що додатково включає заміну повітряного фільтра та свічок запалювання.

ТО-3 (через кожні 60 000 або 90 000 км): Критично важливий етап для двигунів Renault, що передбачає заміну ременя ГРМ, роликів та допоміжних ременів.

Сезонне обслуговування (СО): Підготовка автомобіля до експлуатації в зимовий або літній період (перевірка щільності антифризу, стану АКБ, заміна склоомивача).

2.1.2. Технологічний цикл обслуговування на СТО

Ефективна організація процесу передбачає чітку послідовність етапів:

1. Приймання та вхідний контроль: Оформлення заказ-наряду, візуальний огляд та попереднє опитування власника щодо зауважень до роботи двигуна.
2. Попередня діагностика: Використання сканера для зчитування кодів помилок перед початком механічних робіт.
3. Виконання робіт: Переміщення автомобіля на пост (підйомник), де згідно з технологічною картою виконуються операції ТО або ремонту.
4. Контроль якості: Перевірка виконавцем та майстром дільниці відповідності виконаних робіт регламенту (відсутність течі, правильність моментів затяжки).
5. Видача автомобіля: Заповнення сервісної книжки та надання рекомендацій власнику щодо подальшої експлуатації.

2.1.3. Матеріально-технічне забезпечення

Важливим елементом організації є дотримання специфікацій Renault. Для Renault Sandero Ambiente це передбачає:

- Використання моторних мастил із допуском RN0700 або RN0710.
- Застосування оригінальних запчастин або сертифікованих аналогів, що відповідають вимогам первинної комплектації.
- Використання спеціалізованого обладнання (двостійкові підйомники, діагностичні стенди, професійний інструментарій).

Таблиця 2.1 - Регламент та трудомісткість основних видів ТО

<i>Вид обслуговування</i>	<i>Періодичність (км / міс.)</i>	<i>Основні операції</i>	<i>Орієнтовна трудомісткість (люд.-год.)</i>
ТО-1	15 000 / 12	Заміна оливи, діагностика ходової, скидання сервісного інтервалу.	1.2 – 1.5
ТО-2	30 000 / 24	ТО-1 + заміна повітряного фільтра, свічок, перевірка гальм.	2.0 – 2.5
ТО-3	60/90 000 / 48	ТО-2 + заміна комплекту ГРМ та помпи.	4.5 – 6.0
Сезонне	2 рази на рік	Перевірка щільності ОР, АКБ, стану гуми.	0.8 – 1.0

Запропонована організація процесу дозволяє забезпечити високу пропускну здатність сервісної дільниці та гарантує технічну справність двигунів Renault Sandero. Чітке планування робіт є основою для подальшого розрахунку виробничої програми.

2.2 Розроблення технологічного процесу діагностики двигуна

Технологічний процес діагностики двигунів Renault Sandero (моделі К7М, D4F) – це чітко регламентована послідовність контрольно-вимірювальних операцій. Основна мета процесу – перехід від загальних симптомів (скарг власника) до виявлення конкретної несправної деталі або вузла.

Таблиця 2.2 - Етапи та зміст технологічного циклу діагностики двигуна

<i>№ етапу</i>	<i>Назва етапу</i>	<i>Зміст операцій та переходів</i>	<i>Обладнання та інструмент</i>
1	Попередній контроль	Опитування власника, перевірка скарг на роботу двигуна. Перевірка рівнів робочих рідин та наявності індикації помилок на панелі приладів.	Візуальний огляд, лист опитування.
2	Візуальна та акустична діагностика	Виявлення підтікань мастила, антифризу, палива. Прослуховування двигуна на різних режимах для локалізації сторонніх шумів.	Огляд, автомобільний стетоскоп.
3	Електронне сканування	Підключення до ЕБК через роз'єм OBD-II. Зчитування кодів несправностей (DTC). Аналіз параметрів паливної корекції та сигналів датчиків.	Сканер (Renault CAN Clip, Launch або аналоги).
4	Діагностика механічної частини	Вимірювання компресії в циліндрах. Перевірка тиску мастила. Ендоскопія камер згоряння (за потреби).	Компресометр, манометр, відеоендоскоп.
5	Перевірка систем запалювання та живлення	Огляд стану свічок, перевірка котушок на пробій. Вимірювання тиску палива в рампі.	Свічковий ключ, мультиметр, манометр паливний.
6	Комплексний аналіз та висновок	Порівняння фактичних параметрів із заводськими допусками. Встановлення діагнозу та формування рекомендацій щодо ремонту.	Технічна документація, ПЗ.

Для Renault Sandero особливу увагу на 4-му етапі варто приділити перевірці теплових зазорів клапанів (для двигуна K7M), оскільки їх порушення часто є причиною нестабільної роботи, яку не завжди "бачить" електронний сканер.

Результати цієї таблиці є вхідними даними для наступного пункту – розроблення технологічної карти ремонту.

На основі діагностики формується один із трьох висновків:

- Двигун справний: параметри відповідають заводським допускам.
- Необхідне ТО: заміна свічок, фільтрів, регулювання клапанів або промивання форсунок.
- Необхідний поточний/капітальний ремонт: заміна прокладки ГБЦ, поршневих кілець, сальників тощо.

Для ефективного контролю рекомендується використовувати наступні еталонні показники для двигунів Renault.

Таблиця 2.3 - Карта діагностичних параметрів

<i>Параметр</i>	<i>Еталонне значення (норма)</i>	<i>Обладнання</i>
Компресія	12.0 – 14.5 бар (різниця між цил. < 1 бар)	Компресометр
Тиск мастила	не менше 0.8 – 1.0 бар (при 90°C)	Манометр
Опір форсунок	12.0 – 14.5 Ом	Мультиметр
Розрідження у впуску	300 – 350 мбар (на ХХ)	Сканер / Вакуумметр

Діагностика за таким алгоритмом дозволяє локалізувати несправності на ранніх стадіях, що значно скорочує витрати на ремонт та запобігає аварійним поломкам (наприклад, заклинюванню двигуна через низький тиск мастила).

2.2.1. Перевірка компресії в циліндрах двигуна

Компресія (тиск у кінці такту стиснення) є ключовим діагностичним показником, що дозволяє оцінити стан циліндропоршневої групи та клапанного механізму без розбирання силового агрегату. На основі

середнього значення тиску та його різниці між циліндрами можна з високою точністю ідентифікувати знос деталей шатунно-поршневої групи та несправності ГРМ.

Для проведення вимірювань використовується компресометр (різьбовий або притискний із гумовим наконечником).



Підготовчі умови та обладнання:

- Інструмент: свічковий ключ «на 16».



- Стан АКБ: акумуляторна батарея повинна бути повністю заряджена, а стартер – справним, щоб забезпечити частоту обертання колінчастого вала на рівні 180–200 хв⁻¹ (максимум до 350 хв⁻¹).

- Особливість для двигунів: процедура ідентична для К7J, К7М та К4М. Для 16-клапанного двигуна К4М попередньо необхідно демонтувати індивідуальні котушки запалювання.



Послідовність виконання операцій:

1. Прогрів: Запустити двигун і довести його до робочої температури (80–90°C), після чого зупинити.



2. Безпека електронних систем: Від'єднати колодку низьковольтних дротів від модуля запалювання (для 8V) або зняти котушки (для 16V).



○ *Застереження:* Прокручування двигуна стартером при підключеному модулі, але знятих свічках, може призвести до пробою високовольтної котушки.

3. Демонтаж свічок: Викрутити всі свічки запалювання.



4. Вимкнення паливоподачі: Вийняти реле паливного насоса в монтажному блоці (під капотом), щоб запобігти змиванню оливної плівки бензином під час прокручування.



5. Встановлення приладу: Вкрутити (або щільно притиснути) наконечник компресометра у свічковий отвір першого циліндра.

6. Вимірювання: Повністю натиснути педаль акселератора (відкрити дросельну заслінку на 100%) і ввімкнути стартер. Прокручувати

вал до моменту, поки показники на манометрі не перестануть зростати (зазвичай 3–4 такти стиснення).

7. Фіксація результатів: Записати дані, скинути тиск на клапані приладу і повторити процедуру для решти циліндрів.

Аналіз результатів діагностики:

- Норма: Тиск повинен бути не нижче 1,0 МПа (10 бар), а максимальна різниця між циліндрами не повинна перевищувати 0,1 МПа (1 бар).

- Висновки при відхиленнях:

- Низька компресія в одному циліндрі: Нещільне прилягання клапанів, прогар прокладки ГБЦ або залягання поршневих кілець.

- Рівномірно низька компресія в усіх циліндрах: Загальний критичний знос поршневих кілець або циліндрів.

Методика уточнення несправності («Масляний тест»):

Для ідентифікації причини в циліндр із низьким тиском слід залити 20 мл чистого моторного мастила та повторити вимірювання:

- Показники зросли: Несправність поршневих кілець (мастило тимчасово ущільнило зазори).

- Показники не змінилися: Негерметичність клапанів або пошкодження прокладки ГБЦ.

Додаткова перевірка стисненим повітрям:

Для точного пошуку місця витоку в циліндр (у положенні ВМТ такту стиснення на ввімкненій вищій передачі та стоянковому гальмі) подається повітря під тиском 0,2–0,3 МПа:

- Вихід повітря через дросель - негерметичний впускний клапан.
- Вихід повітря через глушник - негерметичний випускний клапан.
- Бульбашки в розширювальному бачку - прогар прокладки ГБЦ.

2.3 Технологія проведення технічного обслуговування бензинових двигунів

Технологія ТО – це чітко визначений алгоритм операцій, виконання яких дозволяє компенсувати наслідки експлуатаційного зносу. Для автомобілів Renault Sandero Ambiance базовий цикл ТО проводиться з інтервалом 15000 км (або 7500 – 10000 км при важких умовах експлуатації).

Для деталізації операції з ТО двигунів Renault Sandero Ambiance варто структурувати за функціональними системами. Це дозволить чітко розмежувати роботи під час розрахунку трудомісткості та завантаження постів СТО.

Таблиця 2.4 - Основні технологічні операції ТО-1 бензинових двигунів Renault

<i>Система двигуна</i>	<i>Технологічна операція</i>	<i>Зміст та вимоги до виконання</i>	<i>Обладнання та матеріали</i>
Змащувальна система	Заміна моторної оливи та фільтра	Зливання на гарячому двигуні (70-80°C). Використання оливи з допуском RN0700/0710.	Ключ квадрат 8мм, знімач фільтра, олива 3.3–4.8 л.
Механізм ГРМ	Регулювання теплових зазорів клапанів	Виконується на холодному двигуні (для 8V). Перевірка кожні 60-80 тис. км.	Набір щупів, ключ на 10, плоскогубці.
Система запалювання	Заміна свічок та діагностика ВВ-дротів	Контроль зазору (0,9 мм). Перевірка ізоляції котушок на наявність мікротріщин.	Свічковий ключ 16 мм, мультиметр.
Газорозподільний	Заміна	Суворе	Фіксатори валів

механізм	комплекту ременя ГРМ та роликів	дотримання міток. Заміна супутніх деталей (болт колінвала, заглушки).	(Mot.1489), динамометричний ключ.
Система охолодження	Контроль герметичності та заміна антифризу	Опресування системи під тиском 1.2 бар. Перевірка температури відкриття термостата.	Рефрактометр, насос для опресування.
Паливна система	Очищення дросельного вузла та форсунок	Видалення смолистих відкладень. Контроль балансу форсунок на стенді.	Очисник карбюратора, стенд для форсунок.
Система впуску	Заміна повітряного фільтра	Очищення внутрішньої порожнини корпусу фільтра від пилу та піску.	Викрутка Torx T20, стиснене повітря.

Роботи рекомендується починати зі зливання оливи, поки двигун гарячий, після чого переходити до діагностичних операцій на вузлах, що потребують охолодження (наприклад, клапанний механізм).

Для Renault Sandero у комплектації Ambiance (двигун K7M) особливу увагу приділіть регулюванню клапанів, оскільки це специфічна операція, яка часто ігнорується, що призводить до прогоряння випускних клапанів.

Контроль якості: кожна операція має завершуватися перевіркою працездатності системи (відсутність течі оливи після пуску, стабільні оберти холостого ходу після чистки дроселя).

2.3.1 Особливості обслуговування приводу ГРМ

Заміна комплекту ГРМ є найбільш відповідальною операцією ТО на Renault Sandero. Вона включає заміну ремня, натяжного ролика та, за регламентом, водяного насоса (помпи).

Таблиця 2.5 - Технологічна послідовність операцій ТО-2

<i>№ з/п</i>	<i>Найменування операції</i>	<i>Технічні вимоги (норми)</i>	<i>Інструмент / Матеріал</i>
1	Зливання відпрацьованого мастила	Температура двигуна 70-80°C	Ключ квадратний 8 мм, ємність
2	Заміна масляного фільтра	Змастити прокладку новим мастилом	Знімач фільтра
3	Заміна повітряного фільтра	Очищення корпусу фільтра від пилу	Викрутка Т20
4	Перевірка свічок запалювання	Зазор між електродами 0,9 мм	Свічковий ключ 16 мм, щуп
5	Регулювання клапанів (для 8V)	Впуск: 0,1 мм; Випуск: 0,25 мм	Ключ на 10, плоскогубці, щупи

Дотримання наведеної технології дозволяє підтримувати робочі параметри двигуна на рівні паспортних даних. Особлива увага до специфічних операцій (регулювання клапанів, вибір мастила) гарантує безремонтний пробіг двигунів Renault Sandero понад 250–300 тис. км.

2.4 Технологія проведення робіт з поточного ремонту вузлів та систем двигуна

Цей підрозділ включає операції з відновлення працездатності двигуна, що вимагають часткового розбирання агрегату.

2.4.1. Встановлення поршня першого циліндра в положення ВМТ такту стиснення

Встановлення поршня 1-го циліндра в положення верхньої мертвої точки (ВМТ) такту стиснення є базовою координаційною операцією, яка забезпечує збереження вихідних налаштувань фаз газорозподілу під час демонтажу ременя привода розподільчих валів. Недотримання цієї технологічної вимоги призводить до десинхронізації роботи кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів, що унеможливує коректне функціонування силового агрегату та створює ризик аварійного контакту клапанів із поршневою групою.

Важливою конструктивною особливістю двигунів автомобілів Renault, яку необхідно враховувати при виконванні слюсарних робіт,

2.4.1.1. Встановлення ВМТ для двигунів K7J та K7M (8-клапанні)

Для встановлення поршня 1-го циліндра в положення ВМТ необхідно орієнтуватися за міткою на шківі розподільчого вала. Якщо виставляти лише за мітками колінчастого вала, поршень може опинитися у ВМТ як 1-го, так і 4-го циліндра.

Послідовність виконання:

1. Зніміть праве переднє колесо та верхню частину правого брызковика двигуна.
2. Зніміть ремінь привода допоміжних агрегатів та праву опору підвіски силового агрегату.



3. Викрутіть п'ять болтів кріплення і зніміть верхню кришку ременя ГРМ.

4. Обертайте колінчастий вал за годинниковою стрілкою (за болт кріплення шківів) до суміщення мітки на шківі розподільчого вала з міткою на кришці головки блока циліндрів (виконана у вигляді логотипа Dacia/Renault).



5. Переконайтеся, що мітка на зубчастому шківі колінчастого вала збігається з лункою на блоці циліндрів (стає видно після зняття шківів допоміжних агрегатів).



Обертати колінчастий вал можна також, увімкнувши IV передачу і повільно штовхаючи автомобіль, або обертаючи вивішене переднє колесо на ввімкненій передачі.

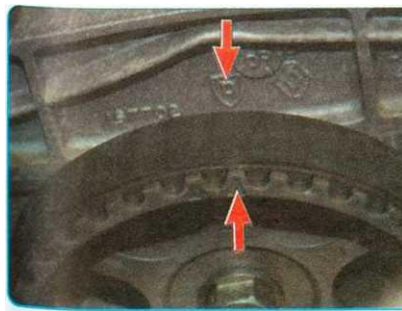
7. Потім послабте натяжку, остаточно викрутіть болт кріплення шківів та зніміть шків.



8. Викрутіть три болти кріплення нижньої кришки ремня привода газорозподільного механізму (ГРМ) і зніміть кришку.



Попередньо знімати нижню кришку під час перевірки встановлення фаз газорозподілу не обов'язково. Це може знадобитися лише у разі виявлення порушення фаз, коли необхідно буде відновити налаштування з послабленням натягу ременя привода ГРМ.



9. Перевірте збіг міток на зубчастому шківі розподільчого вала та на кришці головки блока циліндрів.

2.4.1.2. Технологія для двигуна К4М (16-клапанний)

Для 16-клапанного двигуна процедура складніша та потребує використання спеціальних фіксаторів: Mot.1489 (для колінчастого вала) та Mot.1496 (для розподільчих валів).

Для встановлення поршня 1-го циліндра двигуна К4М у положення ВМТ такту стиснення, виконайте наступні дії.

Вам знадобляться: торцева головка «на 15», «на 18», ключ «на 13», викрутка з плоским лезом, ключ TORX E14, а також спеціальні пристосування:

фіксатор для встановлення ВМТ



та фіксатор розподільчих валів.



Послідовність виконання:

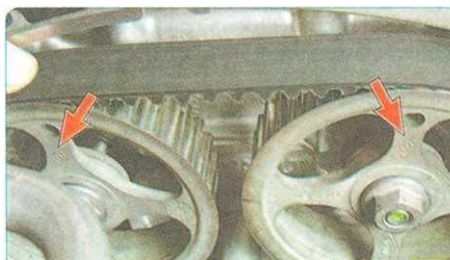
1. Зніміть праве переднє колесо.
2. Зніміть верхню частину правого брызковика двигуна.
3. Зніміть ремінь привода допоміжних агрегатів.
4. Зніміть праву опору підвіски силового агрегату.



5. Зніміть верхню кришку ремня привода газорозподільного механізму (ГРМ).



6. Обертаючи колінчастий вал за годинниковою стрілкою за болт кріплення шківів привода допоміжних агрегатів...

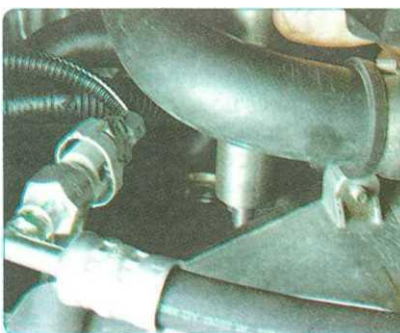


7. ...встановіть мітки на шківках розподільчих валів (з логотипом Renault) так, щоб вони трохи не доходили до верхньої точки.



8. Викрутіть ключем TORX E14 пробку отвору для встановлення фіксатора положення ВМТ.

Пробка знаходиться зліва від маховика в блоці циліндрів на рівні 1-го циліндра.



9. Вкрутіть в отвір фіксатор положення ВМТ.

10. Доверніть колінчастий вал двигуна до упору.



11. Відстебніть гумовий хомут кріплення повітропідвідного рукава.



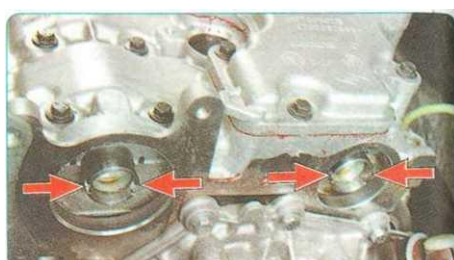
12. Від'єднайте повітропідвідний рукав від корпусу повітряного фільтра і зніміть рукав.



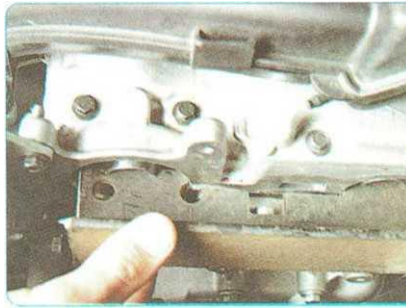
13. За допомогою викрутки з плоским лезом випресуйте заглушки розподільчих валів із задньої частини головки блока циліндрів.



Заклушки розподільчих валів під час збирання необхідно замінити на нові.



14. При правильному встановленні поршня 1-го циліндра в положення ВМТ пази на кінцях розподільчих валів повинні займати горизонтальне положення і бути зміщені вниз відносно осі розподільчих валів.



15. Зафіксуйте розподільчі вали в цьому положенні за допомогою спеціального фіксатора.

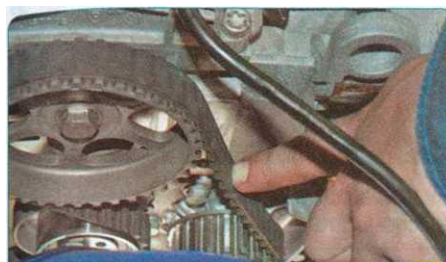
2.4.2. Заміни ременя привода ГРМ та натяжного ролика

Під час кожного технічного обслуговування необхідно перевіряти стан та натяг ременя привода газорозподільного механізму (ГРМ). Експлуатація двигуна з ослабленим ременем неприпустима, оскільки це призводить до прискореного зносу зубів та можливого перескакування ременя на шківках. Це спричиняє порушення фаз газорозподілу, втрату потужності, а за значного зміщення – до зіткнення клапанів із поршнями та капітального ремонту двигуна.

Методи перевірки натягу

Завод-виробник рекомендує використовувати спеціальний тензOMETричний тестер. За відсутності професійного обладнання на практиці застосовуються наступні методи попередньої оцінки:

1. «Правило великого пальця»: При натисканні великим пальцем на гілку ременя (якщо відстань між центрами шківів становить 180–280 мм) прогин має складати приблизно 6 мм.



2. Метод перекручування: Необхідно спробувати перекрутити ведучу гілку ремня вздовж своєї осі зусиллям руки. Якщо гілка повертається більш ніж на 90°, натяг є недостатнім.



3. Автоматичне регулювання: На 16-клапанному двигуні К4М встановлено натяжний ролик із механізмом автоматичного регулювання, що виключає необхідність ручного підтягування протягом усього терміну служби ремня.

Технічні критерії для обов'язкової заміни ремня

Ремінь привода ГРМ підлягає негайній заміні при виявленні наступних дефектів:

- Наявність оливи: сліди моторного мастила на будь-якій поверхні ремня (олива швидко руйнує гуму). У цьому разі необхідно терміново усунути причину течі (зазвичай це сальники валів).
- Знос робочої поверхні: подрізи зубів, тріщини в основі зубів, складки або відшарування тканини від гумової основи.
- Пошкодження зовнішньої сторони: тріщини, опуклості, глибокі заглиблення або складки.
- Дефекти торців: розшарування або розлохмачування ниток корду на торцевих поверхнях.

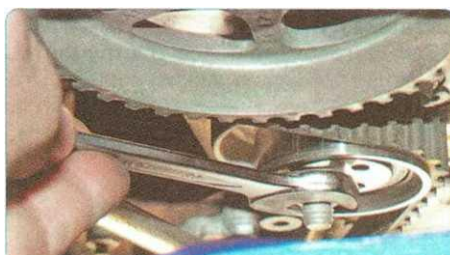
Роботи з огляду та заміни ремня рекомендується проводити на оглядовій канаві, естакаді або за допомогою двостійкового витяга (підйомника).

2.4.2.1. Заміни ременя ГРМ та натяжного ролика (двигуни К7J та К7М)

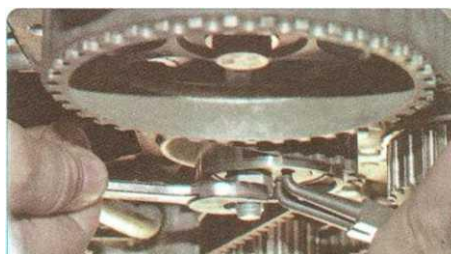
Необхідний інструмент: Ключі «на 10», «на 13», «на 18», круглогубці з вигнутими губками (або спеціальний ключ для ролика).

Послідовність виконання робіт:

1. Підготовчий етап: встановіть поршень 1-го циліндра в положення ВМТ такту стиснення. Демонтуйте шків привода допоміжних агрегатів та нижню кришку ременя ГРМ (згідно з методикою, описаною в п. 2.4.1).



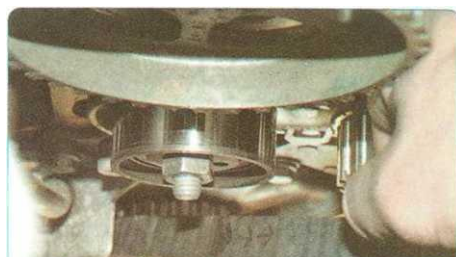
2. Маркування: Запам'ятайте або позначте будь-яким доступним способом положення натяжного ролика відносно його осі. Після цього послабте затяжку гайки кріплення ролика.



3. Послаблення натягу: Поверніть натяжний ролик за годинниковою стрілкою, щоб максимально послабити натяг ременя ГРМ.



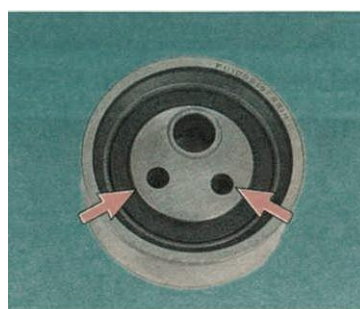
4. Демонтаж: Послідовно зніміть ремінь із зубчастих шківів водяного насоса (помпи), розподільчого вала, колінчастого вала та безпосередньо з натяжного ролика. Зніміть ремінь з автомобіля.



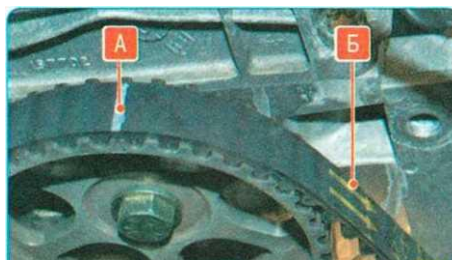
Якщо ремінь знімається не для заміни, обов'язково позначте фломастером напрямок його руху, щоб встановити його у попереднє положення.



5. Заміна ролика: Для заміни натяжного ролика остаточно відкрутіть гайку з його осі та зніміть його. Встановіть новий ролик у зворотному порядку, орієнтуючи отвори під спеціальний ключ назовні.



6. Монтаж ремня: Надягніть ремінь спочатку на зубчастий шків розподільчого вала, орієнтуючи його за стрілками напрямку руху та сумістивши мітку на ремені з установчою меткою на шківі.



Натягніть ведучу гілку ремня на шків водяного насоса та шків колінчастого вала, також сумістивши відповідні мітки.



Останнім етапом заправте ремінь на натяжний ролик.

7. Натягування: поверніть натяжний ролик проти годинникової стрілки до збігу нанесених раніше міток (або до необхідного зусилля) і затягніть гайку кріплення.

8. Контрольна перевірка: тимчасово встановіть шків допоміжних агрегатів на колінчастий вал.

Прокрутіть колінчастий вал за болт кріплення на два повні оберти.

Перевірте збіг усіх установчих міток на шкивах та переконайтеся у правильному натягу ремня.

9. Фінальне збирання: після підтвердження правильності фаз і натягу зніміть шків допоміжних агрегатів, встановіть обидві кришки ГРМ та всі інші демонтовані деталі у зворотному порядку.

10. Завершення: виконайте регулювання натягу ремня привода допоміжних агрегатів.

2.4.2.2. Заміна ремня ГРМ та натяжного ролика (двигуни К4М)

Для заміни ремня та натяжного ролика привода газорозподільного механізму двигуна К4М вам знадобляться усі інструменти, необхідні для

встановлення поршня 1-го циліндра в положення ВМТ такту стиснення, а також торцева головка «на 10», ключ-шестигранник «на 6».

Послідовність виконання робіт:

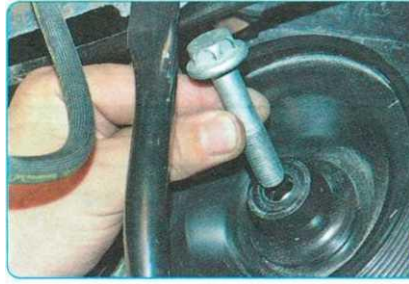
1. Підготовчий етап: встановіть поршень 1-го циліндра в положення ВМТ такту стиснення та зніміть шків привода допоміжних агрегатів (див. підпункт 2.4.1).



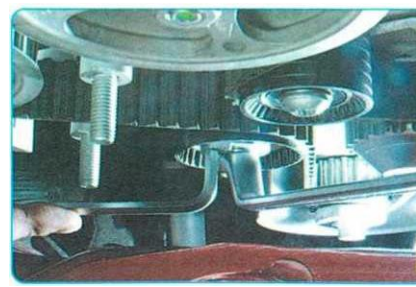
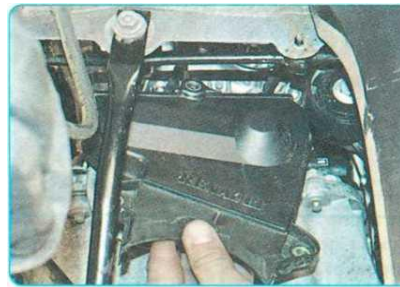
2. Демонтаж верхньої кришки: викрутіть три болти А та відкрутіть дві гайки Б, після чого зніміть верхню кришку ремня привода ГРМ.



3. Зняття шківів: Викрутіть болт кріплення шківів привода допоміжних агрегатів та зніміть шків.



4. Демонтаж нижньої кришки: Викрутіть три болти кріплення нижньої кришки ременя ГРМ та зніміть її.



5. Послаблення натягу: Зафіксуйте натяжний ролик шестигранним ключем «на 6» і послабте гайку кріплення ролика.



6. Зняття ременя: Демонтуйте ремінь привода ГРМ.

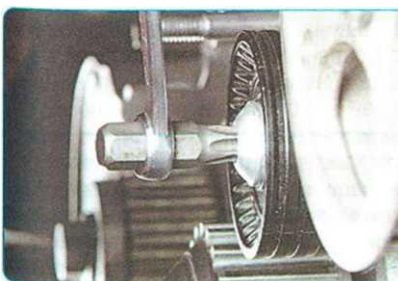


Якщо ремінь знімається не для заміни, позначте напрямок його руху фломастером.

7. Заміна роликів: Остаточо відкрутіть гайку кріплення натяжного ролика та зніміть його.



Викрутіть болт кріплення обвідного ролика та зніміть його разом із болтом і шайбою.



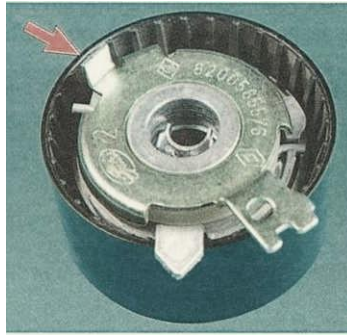
8. Огляд та дефектовка: Перевірте стан знятих деталей; зношені або пошкоджені елементи обов'язково замінюйте на нові.



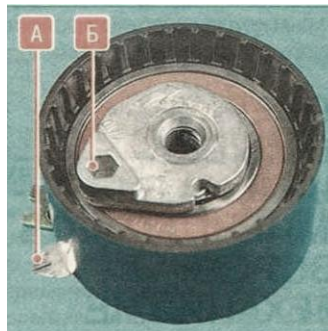
9. Монтаж роликів:

- Встановіть обвідний ролик у зворотному порядку.
- Встановіть натяжний ролик, попередньо затягнувши його гайку моментом 7 Н·м.

Спеціальний виступ на натяжному ролику повинен точно збігтися з пазом на блоці циліндрів.



10. Встановлення ремня: Надягніть новий ремень привода ГРМ на шків.



11. Попереднє натягування: За допомогою шестигранника «на 6» змістіть рухому мітку Б натяжного ролика за годинниковою стрілкою на 7–8 мм далі за нерухому мітку А.



12. Синхронізація: Встановіть шків привода допоміжних агрегатів.

Зніміть усі фіксатори (ВМТ та розподільчих валів).

Прокрутіть колінчастий вал за болт шківа на шість повних обертів.

13. Остаточне регулювання: Послабте гайку натяжного ролика (не більше ніж на один оберт), утримуючи ролик шестигранником.

Сумістіть рухому мітку натяжного ролика з нерухомою та затягніть гайку моментом 27 Н·м.

14. Контроль: Для перевірки правильності фаз газорозподілу знову встановіть поршень 1-го циліндра у положення ВМТ.

15. Завершальний етап: Встановіть усі зняті деталі у зворотному порядку та відрегулюйте натяг ременя допоміжних агрегатів.

2.4.3 Регулювання теплових зазорів у приводі клапанів

Для компенсації теплового розширення деталей у двигунах К7J та К7М конструктивно передбачено зазор між торцем стрижня клапана та регулювальним болтом.

Наслідки порушення при збільшеному зазорі клапан відкривається не повністю (втрата потужності), при відсутності зазору – не закривається щільно (прогар клапана та сідла через перегрів).

Ознаки несправності це характерний гучний металевий стукіт, який чути на холостому ходу навіть при закритому капоті.

Умова регулювання виконується виключно на холодному двигуні (при температурі +20°C).

Для вигуна К4М дана операція не проводиться, оскільки в конструкції використовуються гідрокомпенсатори.

Технічні параметри зазорів:

- Впускні клапани: 0,10–0,15 мм.
- Випускні клапани: 0,25–0,30 мм.



Необхідний інструмент: набір плоских щупів, ключ «на 10», пасатижі, інструмент для зняття кришки ГБЦ.

Послідовність виконання операцій:

1. Підготовка: перевірити натяг ременя ГРМ. Зняти кришку головки блока циліндрів.

2. Встановлення фаз: встановити поршень 1-го циліндра (відлік від маховика) у положення ВМТ такту стиснення. У цьому положенні обидва клапани циліндра закриті, а коромисла мають вільний хід.

3. Регулювання:

Послабити контргайку регулювального болта, утримуючи сам болт пасатижами.



Вставити щуп відповідної товщини в зазор.

Обертати регулювальний болт до моменту, поки щуп у зазорі не почне переміщуватися з легким зусиллям.

Не затискайте щуп занадто сильно, щоб не почати натискати на сам клапан.

4. Фіксація: утримуючи болт від прокручування, затягнути контргайку та провести контрольну перевірку зазору щупом.

5. Черговість роботи за циліндрами.

Після регулювання 1-го циліндра необхідно повернути колінчастий вал рівно на пів оберту (180°) – це дозволить відрегулювати клапани 3-го циліндра.

Наступні повороти на 180° дозволять послідовно виставити у ВМТ 4-й та 2-й циліндри.

Для зручності виконання робіт послідовність операцій наведена у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Послідовність регулювання зазорів у клапанному механізмі

<i>Поворот колінчастого вала (від ВМТ 1-го цил.)</i>	<i>Номер циліндра, що регулюється</i>	<i>Стан клапанів (такт двигуна)</i>
0° (Початкове положення)	1	Стиснення (обидва клапани повністю закриті)
180° (Пів оберту)	3	Стиснення (обидва клапани повністю закриті)
360° (Один повний оберт)	4	Стиснення (обидва клапани повністю закриті)
540° (Півтора оберта)	2	Стиснення (обидва клапани повністю закриті)

6. Завершення: встановити кришку ГБЦ, замінивши прокладку за потреби (якщо стара сильно обтиснута).

2.5. Розрахунок трудомісткості та часу виконання робіт

Трудомісткість робіт з технічного обслуговування та ремонту двигунів визначається на основі галузевих нормативів часу (нормо-годин), встановлених заводом-виробником (Renault) та адаптованих до умов автотранспортного підприємства. Розрахунок дозволяє оптимізувати завантаження робочих постів та розрахувати необхідну кількість персоналу.

2.5.1. Розрахунку повної трудомісткості

Сумарна трудомісткість виконання робіт T_{cm} (люд.-год)

$$T_{cm} = \sum_{i=1}^n t_i \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.1)$$

2.5.2. Визначення витрат часу на основні операції

На основі технологічного процесу складемо таблицю нормативних витрат часу для двигунів К7М та К4М.

Таблиця 2.7 - Нормативи часу на виконання основних технологічних операцій

№ з/п	Назва операції	Двигун К7М (8V), нормо-год	Двигун К4М (16V), нормо-год
1	Діагностика (перевірка компресії)	0,40	0,55
2	Встановлення ВМТ та фаз ГРМ	0,35	0,85
3	Заміна ременя ГРМ та роликів	1,80	2,40
4	Регулювання теплових зазорів клапанів	1,20	-
5	Заміна прокладки кришки ГБЦ	0,50	0,60
РАЗОМ	Повна трудомісткість комплексу робіт	4,25	4,40

2.5.3. Розрахунок фонду робочого часу

Річний фонд робочого часу одного виконавця T_p (год):

$$T_p = (K_{op} - K_e - K_c) \cdot t_{zm} - T_g \quad (2.2)$$

Зазвичай для розрахунків приймають річний фонд робочого часу в межах 1760–1820 год.

2.5.4. Аналіз та оптимізація часу виконання

Використання спеціальних пристосувань, описаних у розділі 3 (модернізовані фіксатори Mot.1489 та Mot.1496), дозволяє скоротити час на операцію встановлення фаз ГРМ на 15–20% та повністю виключити ризик помилок.

Оптимізація виробничого процесу на дільниці досягається шляхом:

1. Спеціалізації робочих постів: виділення окремого поста для діагностики та ТО двигунів.
2. Застосування високопродуктивного пневматичного та акумуляторного інструменту, що скорочує витрати часу на розбирально-складальні операції на 10–15%.
3. Паралельного виконання технологічних робіт (наприклад, проведення комп'ютерного сканування та перевірки компресії під час прогріву силового агрегату перед регулюванням клапанів).

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування необхідності розробки та модернізації пристосувань

У процесі технічного обслуговування, поточного ремонту та заміни елементів приводу газорозподільного механізму (ГГЦ/ГРМ) бензинових 16-клапанних двигунів Renault K4M (робочим об'ємом 1,6 л) ключовою інженерною проблемою є безшпонкова (конусна) посадка шківів як на розподільчих валах, так і на носку колінчастого вала. На відміну від класичних двигунів внутрішнього згоряння (наприклад, вазівського сімейства або двигунів Renault серії K7M/8V), де правильне взаємне кутове положення валів жорстко задане шпонками або штифтами, у двигуні K4M шківів утримуються на валах суто за рахунок сили тертя, що створюється моментом затяжки центральних болтів.

При послабленні центрального болта шківів колінчастого вала або гайок шківів розподільчих валів (під час заміни ремня ГРМ, водяного насоса чи сальників) вали починають вільно і незалежно обертатися під дією зусиль клапанних пружин. Будь-яке зміщення валів навіть на 1–2 зубці призводить до миттєвого порушення фаз газорозподілу та фатального зіткнення тарілок клапанів із днищами поршнів під час спроби запуску двигуна, що тягне за собою дорогий капітальний ремонт головки блока циліндрів.

Для запобігання десинхронізації завод-виробник передбачає обов'язкове використання комплекту спеціальних пристосувань:

1. Фіксатор положення ВМТ колінчастого вала (заводський індекс Mot.1489): Ступінчастий нарізний штифт, що вкручується в технологічний отвір блока циліндрів і блокує обертання щоби колінчастого вала у верхній мертвій точці такту стиснення 1-го циліндра.

2. Фіксатор розподільчих валів (заводський індекс Mot.1496): Опорна Н-подібна пластина, яка встановлюється у спеціальні асиметричні торцеві пази розподільчих валів із протилежного від шківів боку (з боку маховика).

3.2 Аналіз існуючих аналогів та дефектовка їхніх недоліків

В умовах сучасних автосервісних підприємств України майстри використовують три основні категорії фіксаційного інструменту ГРМ для двигунів Renault, кожна з яких має суттєві експлуатаційні та конструктивні недоліки:

1. Оригінальний дилерський інструмент Renault (Mot.1489 та Mot.1496). Виготовляється з високоякісних інструментальних сталей, забезпечує високу точність, проте має надмірно високу ринкову вартість (від 8000грн за оригінальний сертифікований комплект). Для невеликих або універсальних СТО купівля такого інструменту під одну марку автомобіля є фінансово недоцільною через надто тривалий термін окупності.

2. Універсальні мультимаркові набори та азійські копії (КНР). Характеризуються низькою ціною (1200–1500грн), але вкрай незадовільною якістю. Вони виготовляються методом штампування з м'яких конструкційних сталей (наприклад, Ст3 або Ст5) без жодної термічної обробки (загартування). Під час зривання або затягування центрального болта шківів колінчастого вала, де вимагається велике зусилля (20Н·м з наступним доворотом на великий кут 115°–145°), робочий стрижень китайського фіксатора ВМТ дуже часто згинається або повністю зрізається. Уламок штифта залишається всередині картера двигуна, що вимагає повного демонтажу піддона для його вилучення.

3. Стандартна задня пластина (Mot.1496). Має прямолінійну форму без додаткового упору. Оскільки пази в розподільчих валах мають глибину всього кілька міліметрів, при прикладанні значних зусиль до шківів пластина зазнає перекосу у гніздах. Це призводить до «злизування» або повного викришування делікатних чавунних країв пазів самих розподільчих валів, після чого їх правильна виставка стає неможливою.

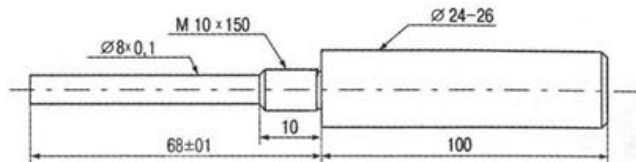
3.3 Технічний опис та суть модернізації розроблених пристосувань

З метою усунення виявлених дефектів промислових зразків та адаптації інструменту під умови інтенсивної роботи мультимаркового СТО, у даному проекті розроблено (модернізовано) власний комплект фіксаторів ГРМ. Конструктивні параметри та креслення деталей оптимізовано для виготовлення на базовому металообробному обладнанні (токарних та фрезерних верстатах) ремонтного цеху.

3.3.1. Модернізований різьбовий штифт-фіксатор ВМТ (Аналог Mot.1489)

Фіксатор (рис. 3.1) призначений для механічного блокування колінчастого вала в положенні верхньої мертвої точки (ВМТ) такта стиснення першого циліндра. Штифт вкручується в технологічний отвір у блоці циліндрів і входить у зачеплення з противагою колінчастого вала.

Пристосування виконано у вигляді циліндричного ступенчатого штифта з нарізною частиною М10×1,5 та опорною головкою під ключ. Загальна довжина інструменту становить 90мм, а довжина робочої частини від упорного пояса до кінцевого торця складає строго 68,0мм, що є критично важливим геометричним параметром для точного позиціонування щочки коленвала двигуна К4М.



Риунок 3.1 – Фіксатор положення ВМТ (пристосування Mot.1489)

Пристосування являє собою ступінчастий вал. Робоча частина (стрижень) має діаметр $8 \pm 0,1$ мм та довжину $68 \pm 0,1$ мм. Саме ця частина піддається найбільшому навантаженню на зріз при спробах випадкового прокручування вала.

Різьбова частина має різьбу $M10 \times 1,5$ та довжину 10 мм. Вона фіксує пристосування в блоці.

Рукоятка циліндрична, діаметром 24-26 мм та довжиною 100 мм, що полегшує вкручування та викручування пристосування вручну.

Для забезпечення надійності пристосування робочий стрижень діаметром 8 мм має бути виготовлений з конструкційної сталі підвищеної міцності.

<i>Параметр</i>	<i>Значення (за ескізом)</i>	<i>Примітка</i>
Матеріал	Сталь 45 (або аналог)	Забезпечує високу міцність
Твердість (HRC)	32...36	Потрібна термічна обробка (покращення)
Точність розмірів робочого стрижня	$\pm 0,1$ мм	Забезпечує щільну посадку без люфту

Розрахунок робочої частини фіксатора 8 мм на зріз наведено в підрозділі 3.5.

Суть модернізації. На відміну від стандартного заводського штифта, який має гладку циліндричну форму робочого тіла, у нашій конструкції впроваджено ступінчасте потовщення опорної шийки до 12мм безпосередньо

у зоні виходу з різьбової частини блока циліндрів. Це дозволило перенести зону максимального згинального та зрізального моменту на товстішу ділянку металу. Як матеріал замість низьковуглецевих сирих сталей застосовано Сталь 45 із проведенням термообробки (гартування у маслі з наступним середнім відпуском) до отримання твердості 35...40 HRC, що підвищило тримкість деталі до зрізу.

3.3.2. Модернізована пластина-фіксатор розподільчих валів (Аналог Mot.1496)

Фіксатор (рис. 3.2) призначений для жорсткої фіксації двох розподільчих валів у горизонтальному положенні один відносно одного та відносно площини головки блока циліндрів (ГБЦ). Пластина вставляється в спеціальні пази на задніх торцях розподільчих валів.

Пристосування являє собою жорстку Н-подібну опорну пластину. Товщина робочих виступів, що входять у зачеплення з валами, становить суворо $5,0^{-0,05}$ мм, що повністю виключає початковий люфт у пазах валів. Виступи розташовані асиметрично відносно центральної осі, що унеможливорює помилкове встановлення розподільчих валів з переверотом на 180° .

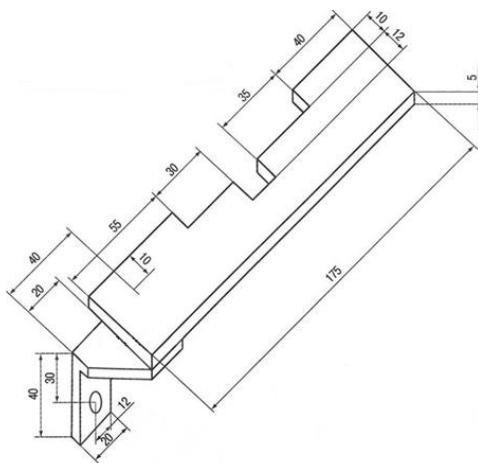


Рисунок 3.2 - Фіксатор розподільчих валів (пристосування Mot.1496)

Пристосування являє собою складену зварну конструкцію (або фрезеровану з цільного шматка).

Базова пластина загальною довжиною 175 мм.

Робочі елементи (виступи) на ескізі видно з розмірами 30 мм, 40 мм, 55 мм, які точно відповідають пазам у розподільчих валах.

Ширина робочих виступів незважаючи на те, що на ескізі зазначені розміри 30, 35, 40 та 55 мм, для надійної фіксації товщина (або ширина) робочої частини, яка входить у паз, повинна мати дуже високу точність (зазвичай зазор не більше 0,05 мм). Це забезпечує точне встановлення кута випередження запалювання.

Для забезпечення довговічності та точності, робочі поверхні виступів мають бути загартовані.

<i>Параметр</i>	<i>Значення (за ескізом)</i>	<i>Примітка</i>
Матеріал	Сталь 40Х (або Сталь 45)	Забезпечує міцність та твердість
Твердість (HRC)	40...45	Потрібна термічна обробка та шліфування
Точність робочих розмірів виступів	±0,02 мм	Шліфування після загартування

Суть модернізації. У конструкцію пластини інтегровано два нарідні притискні гвинти з накатними головками та нижню опорну полицю. Після встановлення пластини в пази розподільчих валів, майстер закручує ці гвинти руками до упору в шліфований верхню площину головки блока циліндрів (ГБЦ). Гвинти жорстко розпирають і фіксують пластину в гніздах, повністю ліквідуючи будь-який кутовий або осьовий люфт інструменту. Це унеможливорює вискакування пластини або її перекид під час затягування шківів та гарантує виставлення кутів перекриття клапанів з точністю до мінута.

3.4. Розрахунки конструктивних елементів пристосування на міцність

Для доведення надійності розробленого штифта ВМТ (аналога Mot.1489) виконаємо перевірочний інженерний розрахунок робочого стрижня на руйнівне зусилля зрізу.

Найбільш навантаженим перерізом є кінцевий циліндричний хвостовик фіксатора діаметром $d = 8$ мм, який безпосередньо сприймає ударний або статичний тиск щоби колінчастого вала при затягуванні приводу ГРМ.

3.4.1. Розрахунок робочого стрижня фіксатора ВМТ на зріз

Під час фіксації колінчастого вала (особливо при спробах прокрутити його стартером або випадковому навантаженні) на штифт діє сила зрізу.

Визначаємо площу небезпечного перерізу A :

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.1)$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 8^2}{4} = 50,24 \text{ мм}^2.$$

Максимальна допустима сила зрізу F , яку може витримати штифт зі сталі 45 ($[\tau] \approx 120$ МПа.):

$$F = A \cdot [\tau], \quad (3.2)$$

$$F = 50,24 \cdot 140 = 7033,6 \text{ Н} \approx 703 \text{ кг}.$$

Максимальне статичне зусилля, яке здатний створити автослюсар за допомогою стандартного динамометричного ключа при затягуванні болта шківів, не перевищує 3000Н що відповідає приблизно 300 кг).

Порівняння результатів показує:

$$F_{зр} = 7033,6 \text{ Н} > F_{факт} = 3000 \text{ Н}$$

Запас міцності модернізованого штифта становить понад $K = 2,34$. Це математично доводить, що розроблене пристосування повністю захищене від зрізу та зламів в отворі блока циліндрів.

3.5. Техніко-економічний розрахунок виготовлення та впровадження пристосування

Визначимо прямі капітальні витрати на самостійне виготовлення комплекту фіксаторів (штифт + пластина з гвинтами) в умовах механічної дільниці сервісного підприємства СТО.

Таблиця 3.1 – Калькуляція витрат на виготовлення модернізованого комплекту фіксаторів

№ п/п	Стаття витрат / Найменування матеріалів	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна сума, грн
1	Круглий прокат (Сталь 45) та листовая Сталь 40Х	2,5кг	60грн/кг	150
2	Метизи (гвинти з накатною головкою)	2шт.	45грн/шт.	90
3	Заробітна плата токаря- фрезерувальника (4-й розряд)	3год	120грн/год	360
4	Нарахування на заробітну плату робітника (ЄСВ 22%)	–	–	80
5	Витрати на термічну обробку (гартування в печі)	–	–	120
Всього	Собівартість виготовлення комплекту ($C_{\text{виг}}$)	–	–	800

Завдяки впровадженню розробленої безлюфтової системи фіксації, майстру на посту більше немає потреби витратити час на повторний демонтаж елементів ГРМ для перевірки міток «на око» після прокручування валів. Трудомісткість операції заміни ременя ГРМ двигуна К4М знижується на 15% – з 4,4люд.-год до 3,74люд.-год (чиста економія $\Delta t = 0,66$ люд.-год. на одній машині).

При вартості нормо-години поста $C_{нг} = 350$ грн/год та річній програмі обслуговування двигунів Renault Sandero обсягом $N = 400$ автомобілів/рік, загальний річний економічний ефект (чистий прибуток СТО) складе:

$$E = \Delta t \cdot N \cdot C_{нг} - C_{виг}, \quad (3.3)$$

$$E = 0,66 \cdot 400 \cdot 350 - 800 = 91600 \text{ грн/рік.}$$

Розробка та впровадження модернізованого комплексу фіксаторів дозволяє повністю вирішити проблему точного встановлення фаз газорозподілу на бензинових двигунах Renault К4М з безшпонковою посадкою шківів. Завдяки застосуванню гартованої Сталі 45, збільшенню діаметра шийки штифта ВМТ до 12мм та впровадженню гвинтових притисків на опорній пластині, інструмент повністю перевершує існуючі дешеві аналоги за міцністю, ліквідує люфти та ризик пошкодження деталей двигуна, забезпечуючи СТО річний економічний ефект у розмірі 91600грн.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Охорона праці на автомобільному транспорті та станціях технічного обслуговування (СТО) є невід'ємною частиною організації виробничого процесу. Метою даного розділу є розробка комплексних заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності автослюсарів під час виконання діагностичних та ремонтних робіт бензинових двигунів Renault Sandero (D4F, K7M, K4M), а також забезпечення пожежної безпеки та охорони довкілля.

4.1. Аналіз умов праці та небезпечних виробничих факторів на посту з ремонту та діагностики двигунів

Умови праці на посту діагностики та ремонту двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) характеризуються наявністю низки небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які, згідно з ДСТУ 2293:2014, поділяються на фізичні, хімічні та психофізіологічні.

Фізичні фактори

Рухомі частини машин і механізмів: обертові елементи двигуна (шків, ремені ГРМ та генератора), рухомі частини підіймальних механізмів.

Підвищений рівень шуму та вібрації: виникає під час роботи пневматичного інструменту, компресорів та під час перевірки роботи двигуна на підвищених обертах. Нормативний рівень шуму на робочому місці не повинен перевищувати 80 дБА.

Небезпека ураження електричним струмом: використання електроінструменту, переносних світильників (напруга не більше 12-36 В у оглядових ямах) та діагностичних сканерів (Renault CAN Clip).

Мікроклімат та освітлення: робота під автомобілем вимагає якісного місцевого освітлення. Загальне освітлення зони ТО і ремонту має бути не менше 200 лк (люкс). Температура у приміщенні в холодний період року має становити 16–18 °С.

Хімічні фактори

Токсичні речовини: бензин та його випари, відпрацьовані моторні оливи, охолоджуючі рідини (антифризи на основі етиленгліколю).

Відпрацьовані гази: під час діагностики працюючого двигуна в повітря робочої зони виділяються оксид вуглецю (СО), оксиди азоту (NOx), вуглеводні (СН). Оксид вуглецю є надзвичайно небезпечним, оскільки не має кольору та запаху і викликає кисневе голодування.

Психофізіологічні фактори

Фізичні перевантаження (підймання важких деталей двигуна, ГБЦ).

Робота у вимушеній та незручній позі (підняті руки, робота під підйомником).

4.2. Заходи з охорони праці під час виконання діагностичних та ремонтних робіт двигунів Renault

Для мінімізації впливу шкідливих факторів при виконанні розробленого у кваліфікаційній роботі технологічного процесу (заміна ременя ГРМ, обслуговування ГБЦ, комп'ютерна діагностика) необхідно дотримуватись таких вимог:

Вимоги до організації робочого місця та діагностики:

1. Роботи з діагностики працюючого двигуна повинні проводитись виключно за умови підключення вихлопної труби автомобіля до системи місцевої витяжної вентиляції (шлангові відсмоктувачі).

2. При підключенні сканерів до роз'єму OBD-II запалювання автомобіля має бути вимкнене для запобігання короткому замиканню та пошкодженню електронного блоку управління (ЕБУ).

3. Працівник повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту (ЗІЗ): спецодяг з бавовняної тканини, маслобензостійкі рукавиці, захисні окуляри (при продуванні деталей стисненим повітрям).

Безпека при механічному ремонті та заміні ГРМ (двигуни К7М, К4М):

1. Перед початком розбирання двигуна автомобіль повинен бути надійно зафіксований на двостійковому підйомнику (на підйомних лапах мають бути справні гумові подушки), а клема «мінус» акумуляторної батареї від'єднана.

2. Ремонтні роботи (особливо зливання оливи та охолоджуючої рідини) допускається проводити тільки після охолодження двигуна до температури не вище 40–50 °С для запобігання термічним опікам.

3. Безпека використання розробленого пристосування: При використанні модернізованих фіксаторів (штифт ВМТ та пластина для валів двигуна К4М, розроблених у розділі 3), забороняється використовувати подовжувачі (труби) для гайкових ключів при зриванні болтів шківів, оскільки це може призвести до поломки інструменту та травмування майстра уламками. Слід використовувати виключно динамометричний ключ із заданим моментом затягування.

4. Зняття та встановлення важких вузлів (наприклад, зняття головки блоку циліндрів) повинно виконуватися із застосуванням вантажопідіймальних механізмів (талі, траверси) або за участю двох слюсарів.

4.3. Пожежна безпека та заходи з охорони навколишнього середовища на СТО

Пожежна безпека: Приміщення для ремонту двигунів та паливної апаратури належать до категорії підвищеної пожежної небезпеки (категорія «В» згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016) через використання легкозаймистих рідин (ЛЗР) та горючих рідин (ГР) – бензину, розчинників, олив.

Основні протипожежні заходи:

1. Категорично забороняється використання відкритого вогню, куріння в зоні ремонту, а також проведення зварювальних робіт безпосередньо біля автомобіля зі знятими елементами паливної системи.

2. Випадково розлиті паливно-мастильні матеріали необхідно негайно засипати піском або тирсою, після чого зібрати їх у спеціальні металеві ящики з кришками.

3. Пост ремонту двигунів повинен бути забезпечений первинними засобами пожежогасіння: порошковими (ВП-5, ВП-9) та вуглекислотними (ВВ-2, ВВ-5) вогнегасниками, ящиком з піском (0,5 м³), лопатами та кошмою.

4. Промивання деталей двигуна (клапанів, елементів ГБЦ) повинно здійснюватися у спеціальних закритих мийних установках з використанням пожежобезпечних технічних мийних засобів (ТМЗ), а не відкритого бензину.

Технічне обслуговування автомобілів супроводжується утворенням низки небезпечних відходів, які потребують правильної утилізації.

Утилізація рідин. Відпрацьована моторна олива, злита з двигунів Renault, та антифриз збираються у спеціальні герметичні резервуари і передаються на регенерацію спеціалізованим підприємствам. Категорично забороняється зливати відпрацьовані рідини у ґрунт або міську каналізацію.

Тверді відходи. Зношені ремені ГРМ, ролики, прокладки, старі масляні та повітряні фільтри сортуються у спеціальні контейнери. Забруднене мастилами ганчір'я збирається у металеві ящики, що закриваються кришками, для подальшої утилізації шляхом спалювання на спецзаводах.

1. Захист атмосфери: Для зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, система вентиляції СТО повинна бути обладнана фільтрами-вловлювачами аерозолів та парів нафтопродуктів. Після проведення ремонту двигуна автомобіля обов'язковим є інструментальний контроль токсичності відпрацьованих газів (перевірка каталізатора) на відповідність нормам Євро-5 за допомогою газоаналізатора.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено та інженерно обґрунтовано прогресивний технологічний процес діагностики, технічного обслуговування та поточного ремонту бензинових двигунів автомобілів Renault Sandero для умов сучасного автосервісного підприємства.

Основну увагу приділено вирішенню критичної технологічної проблеми – забезпеченню точності синхронізації фаз газорозподільного механізму при безшпонковій (конусній) посадці шківів на 16-клапанних двигунах модифікації К4М.

Здійснено комплексний аналіз конструкції та умов експлуатації бензинових двигунів Renault (8-клапанного К7М та 16-клапанного К4М). Складено нормативну карту еталонних діагностичних параметрів ЦПГ, що є основою для переходу до обслуговування за фактичним технічним станом агрегатів.

Розроблено та структуровано технологічний процес регламентного обслуговування та діагностики. Оптимізовано послідовність виконання компресометрії та розписано покроковий чотириетапний цикл ручного регулювання теплових зазорів клапанів для двигунів без гідрокомпенсаторів.

У конструкторському розділі роботи спроектовано та теоретично обґрунтовано інноваційний модернізований комплект спеціальних фіксаторів, який є високоефективною альтернативою дорогому дилерському інструменту Renault (Mot.1489 та Mot.1496).

Розроблено модернізований різьбовий штифт-фіксатор ВМТ колінчастого вала. На відміну від фабричних аналогів, у його конструкції впроваджено ступінчасте потовщення опорної шийки до 12мм у зоні виходу з різьби блока, що повністю ліквідувало концентратори напружень у небезпечному перерізі. Як матеріал обрано Сталь 45 із термообробкою (гартування + відпуск) до твердості 35...40 HRC.

Розроблено модернізовану Н-подібну пластину-фіксатор розподільчих валів із товщиною робочих виступів $5,0^{-0,05}$ мм. У її структуру інтегровано два нарізні притискні гвинти з накатними головками. Гвинти жорстко розпирають і фіксують пластину в шліфовану площину ГБЦ, повністю ліквідуючи кутові та осьові люфти інструменту, що унеможливило викришування чавунних країв пазів розподільчих валів під час зривання болтів.

Виконано інженерні перевірочні розрахунки робочих елементів конструкції на міцність. Розрахунок циліндричного хвостовика штифта ВМТ діаметром 8мм на зріз довів, що модернізована деталь здатна без деформацій витримати граничне руйнівне зусилля до 7033,6 Н \approx 703кг, що забезпечує нормативний коефіцієнт запасу міцності $K = 2,34$ відносно максимального зусилля, яке прикладає автослюсар динамометричним ключем (3000Н).

Проведено техніко-економічний розрахунок впровадження конструкторської розробки, який підтвердив фінансову доцільність проекту.

Собівартість власного виготовлення комплекту фіксаторів на механічній дільниці СТО (матеріали, токарно-фрезерні роботи, ЄСВ, загартування) становить всього 800 грн, що забезпечує пряму капітальну економію у розмірі 20136 грн порівняно з купівлею оригінального дилерського набору (26000 грн).

Завдяки жорсткій гвинтовій безлюфтовій фіксації валів, усунуто потребу в повторних розбираннях ГРМ для перевірки міток. Це дозволило скоротити загальну трудомісткість заміни ременя ГРМ на 15% (економія часу складає 0,66 люд.-год. на кожному автомобілі).

При річній виробничій програмі поста у 400 обслуговувань/рік чистий річний економічний ефект від впровадження розробленого пристосування становить 91600грн/рік на один пост СТО, а витрати на виготовлення інструменту повністю окупаються вже після перших 3 робочих операцій.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт», спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, А.Б. Гупка, Р.В. Хорошун. – Тернопіль : Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Renault / Dacia Sandero, Sandero Stepway. Керівництво з ремонту та експлуатації: Моноліт, 2015. 386 с
3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
4. 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.
5. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М. Клендій, Р.В. Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. –302 с.
6. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт» / Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. -Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.
7. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт» / Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. -Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.

8. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. / Кисляков В.Ф., Лущик В.В. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.

9. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.

10. Конспект лекцій (частина ІІ) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.

11. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М., Туряб Л.В., Лико Х.В. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

12. Охорона праці на автомобільному транспорті : навчальний посібник / Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. 2-ге вид., стер. – Суми.: Універсальна книга. – 2015. – 376 с.

13. Навчально-методичний посібник до практичних заняття з дисципліни «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» для студентів освітнього ступеня „бакалавр" усіх спеціальностей та форм навчання / Укладачі : О. Я. Гурик, І. Б. Окіпний, В. С. Сенчишин, С. Ю. Мариненко, О. І. Король. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2025. – 123 с.

14. 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 с.