

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)  
Інженерії машин, споруд та технологій  
(назва факультету)  
Автотранспорту та логістики  
(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка заходів сервісного обслуговування та ремонту автомобіля Opel Astra J

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-41  
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_  
(підпис) Назарій ДЕНИСЮК  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Андрій ГУПКА  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Роман ХОРОШУН  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ Олег ЦЬОНЬ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

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

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

Кафедра Кафедра автотранспорту та логістики  
(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 Денисюку Назарію Ігоровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка заходів сервісного обслуговування та ремонту автомобіля Opel Astra J

Керівник роботи Гупка Андрій Богданович 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 8 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Автомобіль Opel Astra J з бензиновим двигуном 1.4 Turbo, для якого необхідно розробити заходи сервісного обслуговування та ремонту з удосконаленням процесу діагностування системи запалювання і розробкою пристрою для фіксації індуктивних датчиків мотор-тестера.

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)

Загальна схема автомобіля Opel Astra J та його технічна характеристика. – А1;

Аналіз характерних несправностей автомобіля Opel Astra J. – А1;

Схема технологічного процесу діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J. – А1;

Операційно-технологічна карта діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J. – А1;

Пристрій для фіксації індуктивних датчиків мотор-тестера. Загальний вигляд. – А1;

Деталювання пристрою для фіксації індуктивних датчиків мотор-тестера. – А1;

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 21 січня 2026р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	29.01.2026	
2	Технологічний розділ	12.02.2026	
3	Конструкторський розділ	04.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	11.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	12.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Назарій ДЕНИСЮК

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Андрій ГУПКА

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню технологічного процесу діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J.

У роботі проведено аналіз конструкції та принципу роботи системи запалювання бензинового двигуна автомобіля Opel Astra J. Розглянуто призначення, будову та особливості функціонування основних елементів системи запалювання, зокрема свічок запалювання, індивідуальних котушок запалювання, електронного блока керування двигуном та датчиків системи керування.

Проаналізовано основні несправності системи запалювання та причини їх виникнення. Визначено характерні ознаки несправностей, що впливають на роботу двигуна, паливну економічність, динамічні характеристики автомобіля та рівень токсичності відпрацьованих газів.

Розроблено технологічний процес діагностування системи запалювання автомобіля із застосуванням сучасного діагностичного обладнання. Виконано вибір засобів діагностування, контрольно-вимірювального обладнання та спеціального інструменту. Особливу увагу приділено використанню мотор-тестера Bosch FSA 500 для перевірки параметрів роботи системи запалювання та аналізу осцилограм високовольтних кіл.

У роботі розроблено операційну карту діагностування системи запалювання, визначено послідовність виконання діагностичних операцій та трудомісткість робіт. Запропоновано заходи щодо підвищення якості діагностування та скорочення часу виявлення несправностей.

У розділі безпеки життєдіяльності проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час виконання діагностичних робіт, розроблено заходи з охорони праці та виконано розрахунок освітлення діагностичної дільниці.

Практичне значення роботи полягає у вдосконаленні процесу діагностування системи запалювання автомобілів Opel Astra J та підвищенні ефективності технічного обслуговування автомобільної техніки.

## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ</b>	4
<b>ЗМІСТ</b>	5
<b>ВСТУП</b>	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	9
1.1 Характеристика автомобіля Opel Astra J	9
1.2 Аналіз характерних несправностей автомобіля Opel Astra J	12
1.3 Аналіз характерних несправностей системи запалювання автомобіля Opel Astra J та методи їх виявлення	13
1.4 Обґрунтування вибору системи запалювання як об'єкта поглибленого діагностування	15
1.5 Висновки до розділу	16
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	17
2.1 Аналіз надійності та ремонтпридатності автомобіля Opel Astra J	17
2.2 Формування нормативів технічного обслуговування і ремонту автомобіля Opel Astra J	19
2.3 Розробка план-графіка технічного обслуговування автомобіля Opel Astra J	22
2.4 Формування штату виконавців робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобіля	25
2.5 Вибір і обґрунтування технологічного процесу діагностування системи запалювання	30
2.5.1 Формування переліку робіт діагностування системи запалювання	30
2.5.2 Вибір контрольних параметрів та обґрунтування методики діагностування системи запалювання	33
2.5.3 Нормування трудомісткості операцій діагностування	34
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	37
3.1 Розробка схеми виробничого посту для ремонтних робіт	37
3.2 Аналіз існуючих засобів діагностування системи запалювання автомобілів	40
3.3 Обґрунтування конструкції спеціального пристосування для діагно-	

стування системи запалювання автомобіля Opel Astra J	42
3.4 Конструкція та розрахунок пристосування для діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J	45
3.5 Пристосування для фіксації та позиціонування індуктивних датчиків мотор-тестера при діагностуванні катушок запалювання автомобіля Opel Astra J	47
3.6 Переваги використання розробленого пристосування	49
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	51
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J	51
4.2 Розробка заходів з охорони праці під час виконання діагностичних робіт	53
4.3 Забезпечення безпечних умов праці на діагностичній ділянці	54
<b>ВИСНОВКИ</b>	56
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	57

## ВСТУП

Автомобільний транспорт є однією з найважливіших галузей економіки України та забезпечує значну частину вантажних і пасажирських перевезень. Надійність та ефективність роботи автомобілів значною мірою залежать від технічного стану двигуна внутрішнього згоряння та його систем. Однією з найважливіших систем бензинового двигуна є система запалювання, від справності якої залежить своєчасне займання паливоповітряної суміші, стабільність роботи двигуна, його потужність, економічність та екологічні показники.

Сучасні автомобілі обладнані електронними системами керування двигуном, які забезпечують високоточне керування процесом запалювання. Незважаючи на значний рівень надійності сучасних систем запалювання, у процесі експлуатації виникають несправності, пов'язані зі зношуванням свічок запалювання, пошкодженням катушок запалювання, порушенням електричних з'єднань, несправністю датчиків та електронних компонентів. Такі несправності призводять до погіршення роботи двигуна, збільшення витрати палива, втрати потужності та підвищення токсичності відпрацьованих газів.

Автомобіль Opel Astra J є одним із найбільш поширених легкових автомобілів середнього класу, який широко експлуатується як в Україні, так і в країнах Європи. Тому питання своєчасного виявлення та усунення несправностей його системи запалювання є актуальним завданням для підприємств автомобільного транспорту та станцій технічного обслуговування.

Сучасні методи діагностування дозволяють визначати технічний стан системи запалювання без розбирання агрегатів та вузлів автомобіля. Використання мотор-тестерів, сканерів та електронних вимірювальних приладів значно підвищує точність діагностування та скорочує час пошуку несправностей.

Актуальність теми роботи полягає у необхідності вдосконалення технологічного процесу діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J шляхом використання сучасного діагностичного обладнання та раціональної організації робіт.

Практичне значення роботи полягає у вдосконаленні процесу діагностування системи запалювання автомобілів Opel Astra J, скороченні часу виявлен-

ня несправностей та підвищенні ефективності виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика автомобіля Opel Astra J.

Нове покоління Opel Astra J було представлено під час Франкфуртського салону 2009 року. В основі п'ятидверного хетчбека Astra 2010 модельного року лежить нова передньопривідна платформа Delta II концерну GM. Довжина колісної бази автомобіля в порівнянні з попередником збільшилася на 71 міліметр (до 2685 міліметрів), а передня та задня колія розширилися на 56 та 70 міліметрів відповідно. Крім того, збільшилася кутова жорсткість передньої та задньої підвіски, а кузов став жорсткішим на 43 відсотки на кручення і на 10 відсотків на вигин.

Автомобіль Opel Astra J комплектується бензиновими двигунами 1.4 Ecotec /101 к.с. та 1.6 Ecotec /116 к.с., а також компактними двигунами з турбонаддувом, максимальною потужністю 1.4 л/140 к.с. та 1.6 л/180 л.с. відповідно. Всі вони побудовані за 16-клапанною технологією та обладнані сучасними системами, що оптимізують параметри впускного потоку повітря. Двигуни виготовлені з використанням легких матеріалів та конструкцій, що мінімізують їх масу. З бензиновими двигунами поєднуються сучасні механічні коробки передач (5 або 6-ступінчаста). Гамма дизельних агрегатів представлена трьома моторами: 1.3 л/95 л.с., 1.7 л/(110 л.с. та 125 л.с.) та 2.0 л/160 л.с.

У шасі Astra 2010 поєднується передня підвіска зі стійками Мак-Ферсон, аналогічна тій, що встановлюється на Insignia, і нещодавно розроблена інтелектуальна задня підвіска з торсійною балкою та механізмом Уатта. Ця нова конструкція зменшує небажані шуми та вібрації, забезпечуючи комфортабельність салону, а також підвищує керованість автомобіля.

Ще одна новація - це опціональна адаптивна підвіска FlexRide. Управління шасі здійснюється за допомогою спеціально розробленого блоку управління режимами налаштування шасі (DMC), який розпізнає 11 різних ситуацій, що виникають під час руху, наприклад, рух із постійною високою або низькою швидкістю, поворот або прискорення. На основі цього він автоматично оптимі-

зує параметри всіх систем допомоги під час водіння, вбудованих у шасі автомобіля.

Також автомобіль має слабкі місця. З характерних несправностей, які зустрічаються на багатьох примірниках, варто відзначити супорти задніх гальм, що "бовтаються", потіють маслом клапанні кришки, а на машинах з автоматичною трансмісією - труби, що потіють, контуру охолодження коробки. Інші проблеми не мають масового характеру, ймовірність їх виникнення лежить у прямій залежності від характеру експлуатації попереднім власником.

На малюнку 1.1 представлено загальну схему автомобіля Opel Astra J.

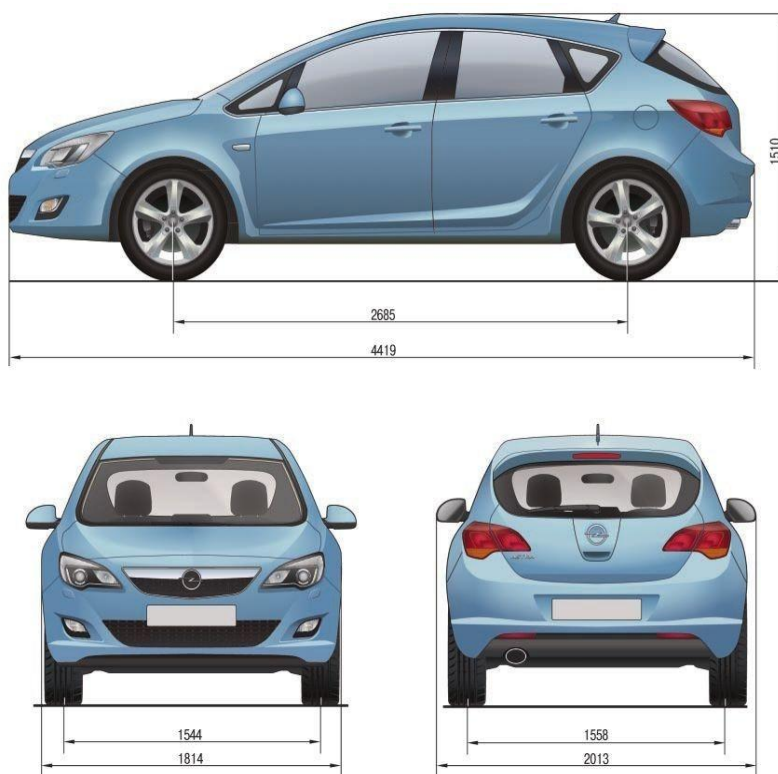


Рисунок 1.1 – Загальна схема автомобіля Opel Astra J

Технічні характеристики автомобіля Opel Astra J представлені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики автомобіля Opel Astra J

Параметр	Значення
Марка, модель автомобіля	Opel Astra J

Роки випуску	2009–2016
Тип кузова	Хетчбек
Кількість дверей	5
Кількість місць	5
Клас автомобіля	Легковий автомобіль малого середнього класу
Тип приводу	Передній
Тип двигуна	Бензиновий, чотирициліндровий
Робочий об'єм двигуна, см <sup>3</sup>	1598
Потужність двигуна, кВт/к.с.	85/115
Максимальний крутний момент, Н·м	155
Система живлення	Розподілене впорскування палива
Тип коробки передач	Механічна
Кількість передач	5
Передня підвіска	Незалежна, типу McPherson
Задня підвіска	Напівзалежна, торсійна балка
Передні гальма	Дискові вентильовані
Задні гальма	Дискові
Розмір шин	215/50 R17
Споряджена маса, кг	1373
Повна маса, кг	1870
Колісна база, мм	2685
Дорожній просвіт, мм	160
Об'єм паливного бака, л	56

Автомобіль Opel Astra J належить до легкових автомобілів малого середнього класу та має передньопривідну компоновку. Така конструкція є типовою для сучасних легкових автомобілів і забезпечує компактність силового агрегата, добру керованість та зручність експлуатації в міських умовах.

Наявність бензинового двигуна з електронною системою керування, розподіленим впорскуванням палива та електронною системою запалювання зумовлює необхідність застосування сучасних методів діагностування. Особливу увагу під час сервісного обслуговування необхідно приділяти стану свічок запалювання, модуля запалювання, датчиків системи керування двигуном, акумуляторної батареї та електричних з'єднань.

Передня підвіска типу McPherson і задня напівзалежна підвіска з торсійною балкою є відносно простими за конструкцією, однак під час експлуатації потребують регулярної перевірки стану амортизаторів, шарових опор, сайлент-блоків, втулок стабілізатора та підшипників маточин. Гальмівна система з дисковими механізмами на передній і задній осях забезпечує ефективне гальму-

вання, але потребує періодичного контролю товщини колодок, дисків, стану супортів і гальмівної рідини.

## 1.2 Аналіз характерних несправностей автомобіля Opel Astra J

Для обґрунтування заходів сервісного обслуговування та ремонту необхідно визначити основні системи автомобіля Opel Astra J, які найбільше впливають на його працездатність, безпеку руху та експлуатаційну надійність. До таких систем належать двигун, система запалювання, система живлення, трансмісія, ходова частина, гальмівна система та електрообладнання.

У процесі експлуатації автомобіля Opel Astra J можуть виникати такі характерні несправності: нестійка робота двигуна на холостому ходу, утруднений запуск, пропуски запалювання, зниження потужності, підвищена витрата палива, поява сторонніх шумів у підвісці, збільшення гальмівного шляху, нерівномірне спрацювання гальмівних колодок, витікання мастила або охолоджувальної рідини, несправності електричних з'єднань та датчиків.

Особливу увагу під час технічного обслуговування бензинового двигуна необхідно приділяти системі запалювання. Її технічний стан безпосередньо впливає на якість згоряння паливно-повітряної суміші, потужність двигуна, витрату палива, токсичність відпрацьованих газів і стабільність роботи двигуна. Несправності свічок запалювання, модуля запалювання або електричних з'єднань можуть спричинити пропуски запалювання, нестійку роботу двигуна, ривки під час руху та ускладнений запуск.

Таблиця 1.2 – Характерні несправності автомобіля Opel Astra J та можливі заходи сервісного обслуговування

Система автомобіля	Характерні несправності	Ознаки несправності	Заходи сервісного обслуговування
Двигун	Зношення елементів ГРМ, витікання мастила, забруднення дросельного вуз-	Нестійка робота, шум, зниження потужності	Огляд, діагностика, очищення, заміна зношених деталей

	ла		
Система запалювання	Зношення свічок, несправність модуля запалювання, пошкодження контактів	Пропуски запалювання, ривки, утруднений запуск	Перевірка свічок, вимірювання параметрів, заміна несправних елементів
Система живлення	Забруднення форсунок, фільтрів, дросельної заслінки	Підвищена витрата палива, нестійкий холостий хід	Діагностика, очищення форсунок, заміна фільтрів
Трансмісія	Зношення зчеплення, підтікання мастила, шум у КПП	Пробуксовування, складне перемикання передач	Перевірка рівня мастила, регулювання, заміна деталей
Ходова частина	Зношення сайлентблоків, втулок стабілізатора, амортизаторів	Стуки, погіршення керованості	Огляд підвіски, заміна зношених елементів
Гальмівна система	Зношення колодок і дисків, закисання супортів	Скрип, вібрація, збільшення гальмівного шляху	Перевірка, очищення, заміна колодок і дисків
Електрообладнання	Окиснення контактів, несправність датчиків, слабкий заряд АКБ	Помилки ЕБУ, нестабільна робота систем	Комп'ютерна діагностика, перевірка проводки, очищення контактів

### 1.3 Аналіз характерних несправностей системи запалювання автомобіля Opel Astra J та методи їх виявлення

Система запалювання автомобіля Opel Astra J належить до числа основних систем керування двигуном, що забезпечує своєчасне утворення іскрового розряду в камерах згоряння та подальше займання паливно-повітряної суміші. Від її технічного стану значною мірою залежать потужнісні характеристики двигуна, паливна економічність, токсичність відпрацьованих газів та надійність функціонування автомобіля в цілому. У процесі експлуатації транспортного засобу елементи системи запалювання працюють в умовах підвищених температур, вібраційних навантажень, дії електромагнітних полів та впливу агресивно-

го середовища, що поступово призводить до погіршення їхніх характеристик та виникнення різноманітних несправностей.

Однією з найбільш поширених причин порушення роботи системи запалювання є несправність котушок запалювання. У процесі тривалої роботи можливе пошкодження ізоляції обмоток, утворення міжвиткових замикань або виникнення тріщин у корпусі котушки. Такі дефекти призводять до зменшення напруги вторинного кола та нестабільного утворення іскри. Наслідком цього є порушення процесу займання паливної суміші та поява пропусків запалювання в окремих циліндрах двигуна.

Поширеним явищем також є погіршення технічного стану свічок запалювання. Під час експлуатації автомобіля електроди свічок піддаються зношуванню та дії високих температур. У результаті цього збільшується міжелектродний зазор, виникають відкладення продуктів згоряння, утворюється нагар або з'являються механічні пошкодження. Порушення нормального стану свічок запалювання погіршує процес іскроутворення та спричиняє нестійку роботу двигуна.

Крім несправностей виконавчих елементів, можливі порушення роботи електронних компонентів системи керування двигуном. До них належать несправності датчика положення колінчастого вала, датчика положення розподільчого вала або електронного блока керування двигуном. При виникненні таких дефектів електронний блок керування отримує некоректну інформацію про режим роботи двигуна, що призводить до неправильного визначення моменту подачі імпульсу на котушки запалювання.

Поява несправностей системи запалювання супроводжується характерними ознаками, які можуть бути виявлені під час експлуатації автомобіля. До таких ознак належать утруднений запуск двигуна, нестабільна робота на холостому ході, зменшення потужності двигуна, підвищена витрата палива, погіршення динамічних характеристик автомобіля та збільшення токсичності відпрацьованих газів. У деяких випадках на панелі приладів може з'являтися сигнал про несправність системи керування двигуном.

Для визначення технічного стану системи запалювання використовуються сучасні засоби діагностування, які дозволяють здійснювати контроль основних електричних параметрів та проводити аналіз роботи системи у режимі реального часу. При діагностуванні системи запалювання автомобіля Opel Astra J за допомогою мотор-тестера Bosch FSA 500 проводиться контроль параметрів первинного та вторинного кіл системи, аналізуються осцилограми роботи котушок запалювання та перевіряється стабільність процесу утворення іскри.

Основними діагностичними параметрами, що використовуються для оцінювання технічного стану системи запалювання, є напруга первинного кола, напруга вторинного кола, тривалість накопичення енергії у котушці запалювання, тривалість горіння іскри та форма отриманих осцилограм. Порівняння отриманих значень із нормативними параметрами дозволяє своєчасно виявити несправності окремих елементів системи та визначити необхідність виконання ремонтних робіт.

Своєчасне виявлення та усунення несправностей системи запалювання забезпечує підвищення надійності роботи двигуна, зменшення витрати палива та покращення експлуатаційних показників автомобіля Opel Astra J.

#### **1.4 Обґрунтування вибору системи запалювання як об'єкта поглибленого діагностування**

Серед основних систем автомобіля Opel Astra J система запалювання має важливе значення для забезпечення надійної роботи бензинового двигуна. Вона забезпечує своєчасне утворення іскрового розряду в камері згоряння, від якого залежить повнота згоряння паливно-повітряної суміші, потужність двигуна, витрата палива та екологічні показники автомобіля.

Несправності системи запалювання часто проявляються у вигляді нестійкої роботи двигуна, пропусків запалювання, зниження динамічних характеристик автомобіля, підвищеної витрати палива та ускладненого запуску. Крім того, неправильна робота системи запалювання може негативно впливати на ресурс каталітичного нейтралізатора та інших елементів системи випуску.

З огляду на це, система запалювання є доцільним об'єктом для поглибленого аналізу та розробки технологічного процесу діагностування. Її перевірка дозволяє своєчасно виявляти несправності, скорочувати час пошуку відмов і підвищувати якість сервісного обслуговування автомобіля Opel Astra J.

### **1.5 Висновки до розділу**

У першому розділі розглянуто загальну характеристику автомобіля Opel Astra J, його основні технічні параметри та конструктивні особливості. Встановлено, що автомобіль має передньопривідну компоновку, бензиновий двигун з електронною системою керування, незалежну передню підвіску типу McPherson, задню напівзалежну підвіску та дискову гальмівну систему.

Проаналізовано основні системи автомобіля, які потребують регулярного сервісного обслуговування та діагностування. Визначено, що однією з важливих систем, яка безпосередньо впливає на роботу двигуна, витрату палива, екологічні показники та експлуатаційну надійність автомобіля, є система запалювання. Тому для подальшої розробки технологічного процесу діагностування обрано систему запалювання бензинового двигуна автомобіля Opel Astra J.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз надійності та ремонтпридатності автомобіля Opel Astra J.

Надійність є однією з найважливіших експлуатаційних характеристик автомобіля. Залежно від призначення транспортного засобу та умов його експлуатації, надійність визначається сукупністю таких властивостей, як безвідмовність, довговічність, збереженість та ремонтпридатність.

Безвідмовність – це властивість автомобіля зберігати працездатний стан без виникнення відмов протягом заданого часу або пробігу. Для оцінювання безвідмовності використовують такі показники: ймовірність безвідмовної роботи, середнє напрацювання до відмови, інтенсивність відмов для невідновлюваних об'єктів, а також параметр потоку відмов для відновлюваних автомобілів. У даному випадку середнє напрацювання до відмови приймається рівним пробігу до другого технічного обслуговування.

Довговічність – це властивість автомобіля підтримувати працездатний стан до настання граничного стану за умови дотримання встановленої системи технічного обслуговування та ремонту. Основними показниками довговічності є середній ресурс, середній термін служби та ймовірність досягнення граничного стану.

Середній ресурс автомобіля визначається за залежністю:

$$\bar{L}_p = L_{кр} + 0,8 \cdot L_{кр} = 1,8 \cdot L_{кр} = 1,8 \cdot 160 = 288 \text{ тис. км}$$

Середній термін служби автомобіля становить:

$$\bar{L}_{сл} = \bar{L}_p / L_{г} = 288 / 77,9275 = 3,69 \text{ року}$$

Річний пробіг автомобіля визначають за формулою:

$$L_{г} = l_{сс} \cdot D_{рг} \cdot \alpha_{в}$$

де:

$l_{сс}$  – середньодобовий пробіг автомобіля, км;

$D_{рг}$  – кількість днів експлуатації автомобіля протягом року,  $D_{рг} = 305$  днів;

$\alpha$  – коефіцієнт використання автомобільного парку, який приймається в межах 0,65–0,75.

Для подальших розрахунків приймається відповідне значення коефіцієнта використання автомобільного парку.

Збереженість – це властивість автомобіля підтримувати значення показників безвідмовності, довговічності та ремонтпридатності під час зберігання та після транспортування. Основними показниками збереженості є середній термін зберігання, який може становити 20–30 років, а також термін до виникнення критичного корозійного пошкодження.

Ремонтпридатність – це властивість автомобіля, яка характеризує його пристосованість до підтримання та відновлення працездатного стану шляхом проведення технічного обслуговування і ремонтних робіт. Основними показниками ремонтпридатності є середня тривалість та трудомісткість виконання операцій технічного обслуговування і ремонту, що застосовуються під час нормування та порівняльної оцінки транспортних засобів.

Питома оперативна трудомісткість технічного обслуговування автомобіля визначається з урахуванням пробігу між ТО-2, оскільки протягом цього періоду виконується одне ТО-1 та одне ТО-2. Тому загальну питому трудомісткість технічного обслуговування можна подати так:

$$t_{\text{ТО}} = t_1 / L_1 + t_2 / L_2,$$

де  $t_1$ ,  $t_2$  – нормативні трудомісткості відповідно ТО-1 та ТО-2 для автомобіля Opel Astra J, люд·год;

$L_1$  – нормативна періодичність виконання ТО-1, тис. км;

$L_2$  – нормативна періодичність виконання ТО-2, тис. км.

Для легкового автомобіля Opel Astra J доцільно прийняти такі орієнтовні значення:  $L_1 = 15$  тис. км,  $L_2 = 30$  тис. км. У такому випадку за пробіг між ТО-2 автомобіль проходить одне ТО-1 і одне ТО-2.

Питома оперативна трудомісткість поточного ремонту визначається за нормативними даними з урахуванням конструктивної складності автомобіля, умов експлуатації, пробігу з початку експлуатації та прийнятої системи технічного обслуговування і ремонту. Для подальших розрахунків питому трудоміст-

кість поточного ремонту можна прийняти за нормативними значеннями для легкових автомобілів відповідного класу:

$$t_{\text{ПР}} = 2,8 \text{ люд} \cdot \text{год} / 1000 \text{ км.}$$

Отже, автомобіль Opel Astra J характеризується достатньо високим рівнем експлуатаційної надійності, ремонтпридатності та технологічності обслуговування. За рівнем надійності він перебуває вище середнього показника порівняно з багатьма аналогічними моделями сучасних легкових автомобілів, що пояснюється раціональною конструкцією основних агрегатів, доступністю вузлів для обслуговування та наявністю розвиненої ремонтної бази.

## **2.2 Формування нормативів технічного обслуговування і ремонту автомобіля Opel Astra J**

До основних нормативних параметрів системи технічного обслуговування і ремонту автомобіля Opel Astra J відповідно до ТКП 248–2010 належать:

- періодичність виконання щоденного обслуговування (ЩО), яке здійснюється, як правило, один раз на добу;
- періодичність проведення ТО-1;
- періодичність проведення ТО-2;
- трудомісткість виконання щоденного обслуговування;
- трудомісткість виконання ТО-1;
- трудомісткість виконання ТО-2;
- питома трудомісткість поточного ремонту;
- трудомісткість сезонного обслуговування, яка приймається на рівні 20 % від трудомісткості ТО-2;
- тривалість простою транспортних засобів під час проведення технічного обслуговування та ремонту;
- ресурс транспортних засобів і їх складових елементів, який визначається пробігом до капітального ремонту.

Слід зазначити, що наведені нормативні значення встановлені для еталонних умов експлуатації, а саме: першої категорії умов експлуатації, базових

моделей транспортних засобів, помірного кліматичного району, пробігу автомобілів з початку експлуатації до 50 % від нормативного ресурсу до капітального ремонту, а також для автотранспортних підприємств із чисельністю автомобілів від 100 до 200 одиниць, які включають не більше трьох технологічно сумісних груп транспортних засобів.

Облікову кількість автомобілів в автотранспортному підприємстві приймаємо рівною \_\_\_\_\_ одиниць.

Пробіг автомобіля до капітального ремонту підлягає коригуванню та визначається за залежністю:

$$L_{KP} = L_n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

де:

$L_n$  – нормативний пробіг автомобіля до капітального ремонту, тис. км;

$K_1$  – коефіцієнт коригування пробігу до капітального ремонту залежно від категорії умов експлуатації. Для III категорії умов експлуатації та умов руху у великих містах коефіцієнт приймається за нормативними значеннями;

$K_2$  – коефіцієнт, що враховує модифікацію транспортного засобу;

$K_3$  – коефіцієнт, який враховує кліматичні умови експлуатації.

Коефіцієнт  $K_3$  визначається за виразом:

$$K_3 = K_3' \cdot K_3''$$

де:

$K_3'$  – коефіцієнт, який враховує кліматичні умови експлуатації. Для помірної кліматичної зони приймаємо  $K_3' = 1$ ;

$K_3''$  – коефіцієнт, що враховує агресивність навколишнього середовища. Внаслідок використання протиожеледних реагентів та підвищеної вологості дорожнього середовища приймаємо відповідне нормативне значення.

Періодичність проведення технічного обслуговування певного виду (ТО-1 або ТО-2) з урахуванням реальних умов експлуатації визначається за формулою:

$$L_i = L_n \cdot K_1 \cdot K_3$$

де:

$L_n$  – нормативний пробіг автомобіля для відповідного виду технічного обслуговування, км;

$K_1, K_3$  – коефіцієнти коригування пробігу автомобіля відповідно до категорії умов експлуатації та природно-кліматичних умов.

Скоригована трудомісткість виконання певного виду технічного впливу (ЩО, ТО-1 або ТО-2) визначається за формулою:

$$t_i = t_n \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

де:

$t_n$  – нормативна трудомісткість відповідного виду технічного обслуговування, люд·год;

$K_2$  – коефіцієнт, який враховує модифікацію транспортного засобу;

$K_4$  – коефіцієнт коригування трудомісткості залежно від пробігу автомобіля з початку експлуатації;

$K_5$  – коефіцієнт, що враховує кількість автомобілів, які обслуговуються та ремонтуються на підприємстві;

$K_6$  – коефіцієнт, який враховує період експлуатації автомобіля.

Скоригована питома трудомісткість поточного ремонту визначається за формулою:

$$t_{TP} = t_{TPn} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

де:

$t_{TPn}$  – нормативна питома трудомісткість поточного ремонту, люд·год / 1000 км;

$K_1$  – коефіцієнт, що враховує категорію умов експлуатації;

$K_2$  – коефіцієнт, який враховує модифікацію транспортного засобу;

$K_3$  – коефіцієнт, що враховує природно-кліматичні умови експлуатації;

$K_4$  – коефіцієнт коригування залежно від пробігу автомобіля з початку експлуатації;

$K_5$  – коефіцієнт, який враховує кількість транспортних засобів, що обслуговуються та ремонтуються на підприємстві;

$K_6$  – коефіцієнт, що враховує період експлуатації автомобіля.

Застосування коригувальних коефіцієнтів дозволяє врахувати реальні умови експлуатації транспортних засобів та забезпечує більш точне визначення параметрів системи технічного обслуговування і ремонту автомобіля Opel Astra J.

Отже, скоригована питома трудомісткість поточного ремонту становить:

$$t_{TP} = 6.2 \text{ люд}\cdot\text{год} / 1000 \text{ км}$$

Тривалість простою автомобіля під час виконання технічного обслуговування та ремонту також підлягає коригуванню з урахуванням умов експлуатації та визначається за формулою:

$$D_{пр} = D_n \cdot K_4$$

де:

$D_n$  – нормативна тривалість простою автомобіля під час технічного обслуговування та ремонту, днів;

$K_4$  – коефіцієнт коригування тривалості простою залежно від пробігу автомобіля з початку експлуатації.

Після врахування відповідного коригувального коефіцієнта отримуємо скориговану тривалість простою автомобіля під час технічного обслуговування та ремонту:

$$D_{пр} = 2 \text{ дня}$$

Таким чином, скоригований показник простою дозволяє більш точно оцінити втрати часу, пов'язані з проведенням технічного обслуговування та ремонтних робіт автомобіля Opel Astra J в реальних умовах експлуатації.

### **2.3 Розробка план-графіка технічного обслуговування автомобіля Opel Astra J**

Для Opel Astra J візьму типові значення: середньодобовий пробіг  $l_{ср} = 350$  км, кількість робочих днів  $D_{рг} = 305$  днів, коефіцієнт використання  $\alpha_v = 0,73$ , періодичність ТО-1 = 15 000 км, ТО-2 = 30 000 км.

Для розроблення плану-графіка виконання діагностичних робіт Д-1, Д-2, технічного обслуговування ТО-1, ТО-2 та сезонного обслуговування (СО) необхідно визначити річну кількість відповідних технічних впливів.

Річний пробіг автомобіля визначається за формулою:

$$L_{\Gamma} = l_{cc} \cdot D_{rg} \cdot \alpha_{\text{в}}$$

де:

$l_{cc}$  – середньодобовий пробіг автомобіля, км;

$D_{rg}$  – кількість днів експлуатації автомобіля протягом року;

$\alpha_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання автомобільного парку.

Підставляємо значення:

$$L_{\Gamma} = 350 \cdot 305 \cdot 0,73 = 77\,927,5 \text{ км}$$

Отже, річний пробіг автомобіля становить:

$$L_{\Gamma} = 77\,927,5 \text{ км} \approx 77,93 \text{ тис. км}$$

Річна кількість технічних впливів визначається за формулою:

$$N_i = L_{\Gamma} / L_i$$

Кількість ТО-1:

$$N_{\text{ТО-1}} = 77927,5 / 15000 = 5,19 \approx 5$$

Кількість ТО-2:

$$N_{\text{ТО-2}} = 77927,5 / 30000 = 2,60 \approx 3$$

Кількість щоденних обслуговувань:

$$N_{\text{ЩО}} = D_{rg} \cdot \alpha_{\text{в}}$$

$$N_{\text{ЩО}} = 305 \cdot 0,73 = 222,65 \approx 223$$

Кількість діагностувань приймаємо:

$$N_{\text{Д-1}} = N_{\text{ТО-1}} = 5$$

$$N_{\text{Д-2}} = N_{\text{ТО-2}} = 3$$

Кількість сезонних обслуговувань:

$$N_{\text{СО}} = 2$$

(виконуються двічі на рік – перед літнім та зимовим періодами експлуатації).

Добова програма виконання робіт визначається за формулою:

$$N_{\text{Доб}} = N_i / D_p$$

де:

$N_i$  – річна кількість впливів;

$D_p$  – кількість робочих днів виробничого підрозділу.

Для  $D_p = 305$  днів:

Добова програма ЩО:

$$N_{\text{доб ЩО}} = 223 / 305 = 0,73 \text{ автомобіля/добу}$$

Добова програма ТО-1:

$$N_{\text{доб ТО-1}} = 5 / 305 = 0,016 \text{ автомобіля/добу}$$

Добова програма ТО-2:

$$N_{\text{доб ТО-2}} = 3 / 305 = 0,010 \text{ автомобіля/добу}$$

Добова програма Д-1:

$$N_{\text{доб Д-1}} = 5 / 305 = 0,016 \text{ автомобіля/добу}$$

Добова програма Д-2:

$$N_{\text{доб Д-2}} = 3 / 305 = 0,010 \text{ автомобіля/добу}$$

У сучасних умовах використовуються два основні методи оперативного планування технічного обслуговування: за календарним принципом та за фактичним пробігом автомобіля. Для автомобіля Opel Astra J більш доцільним є планування за фактичним пробігом, оскільки воно забезпечує більш точне врахування інтенсивності експлуатації транспортного засобу.

План-графік технічного обслуговування автомобіля Opel Astra J наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – План-графік проведення робіт з технічного обслуговування автомобіля Opel Astra J.

Порядковий технічний огляд	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пробіг автомобіля, тис. км	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
Заміна високовольтних проводів	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Перевірка свічок запалювання	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+

Заміна свічок запалювання	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Перевірка надійності кріплення клем та акумулятора	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 2.4 Формування штату виконавців робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобіля

Для визначення чисельності виробничого персоналу, що виконує роботи з технічного обслуговування та ремонту автомобілів, необхідно попередньо розрахувати річний обсяг виконуваних робіт. Розрахунок здійснюється на основі скоригованих значень разової оперативної трудомісткості.

Річний обсяг робіт для кожного  $i$ -го виду технічного обслуговування (ЩО, Д-1, Д-2, ТО-1, ТО-2) визначається за формулою:

$$T_i = N_i \cdot t_i$$

де:

$N_i$  – річна кількість технічних впливів відповідного виду;

$t_i$  – скоригована трудомісткість відповідного виду технічного обслуговування, люд·год.

Для розрахунку приймаємо:

$$t_{\text{ЩО}} = 0,35 \text{ люд}\cdot\text{год};$$

$$t_{\text{ТО-1}} = 3,2 \text{ люд}\cdot\text{год};$$

$$t_{\text{ТО-2}} = 11,8 \text{ люд}\cdot\text{год};$$

$$N_{\text{ЩО}} = 223;$$

$$N_{\text{ТО-1}} = 5;$$

$$N_{\text{ТО-2}} = 3.$$

Тоді:

Річний обсяг робіт ЩО:

$$T_{\text{ЩО}} = 223 \cdot 0,35 = 78,05 \text{ люд}\cdot\text{год}$$

Річний обсяг робіт ТО-1:

$$T_{\text{ТО-1}} = 5 \cdot 3,2 = 16,0 \text{ люд}\cdot\text{год}$$

Річний обсяг робіт ТО-2:

$$\text{ТТО-2} = 3 \cdot 11,8 = 35,4 \text{ люд}\cdot\text{год}$$

Річний обсяг робіт поточного ремонту визначається за формулою:

$$\text{ТТР} = (\text{L}_Г \cdot \text{tТР}) / 1000$$

де:

$\text{L}_Г$  – річний пробіг автомобіля, км;

$\text{tТР}$  – скоригована питома трудомісткість поточного ремонту, люд·год/1000 км.

При  $\text{tТР} = 2,8$  люд·год/1000 км:

$$\text{ТТР} = (77927,5 \cdot 2,8) / 1000$$

$$\text{ТТР} = 218,2 \text{ люд}\cdot\text{год}$$

На підприємстві двічі на рік (весняний та осінній періоди) виконується сезонне обслуговування (СО), яке, як правило, суміщається з черговим технічним обслуговуванням.

Трудомісткість сезонного обслуговування визначається за формулою:

$$\text{ТСО} = \text{КСО} \cdot \text{ТТО-2}$$

де:

$\text{КСО}$  – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації автомобіля.

Для помірних умов експлуатації приймаємо:

$$\text{КСО} = 0,2$$

Тоді:

$$\text{ТСО} = 0,2 \cdot 35,4$$

$$\text{ТСО} = 7,08 \text{ люд}\cdot\text{год}$$

Загальна річна трудомісткість виконання робіт ТО-2 та СО:

$$\text{ТТО-2+СО} = \text{ТТО-2} + \text{ТСО}$$

$$\text{ТТО-2+СО} = 35,4 + 7,08$$

$$\text{ТТО-2+СО} = 42,48 \text{ люд}\cdot\text{год}$$

Річний обсяг діагностичних робіт визначається за залежностями:

$$\text{ТД-1} = \text{d}_1 \cdot \text{ТТО-1}$$

$$\text{ТД-2} = \text{d}_2 \cdot \text{ТТО-2}$$

де:

$d1$  – частка діагностичних робіт у загальному обсязі ТО-1, приймаємо  $d1 = 0,15$ ;

$d2$  – частка діагностичних робіт у загальному обсязі ТО-2, приймаємо  $d2 = 0,20$ .

Тоді:

$$ТД-1 = 0,15 \cdot 16,0$$

$$ТД-1 = 2,4 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

$$ТД-2 = 0,20 \cdot 35,4$$

$$ТД-2 = 7,08 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

При визначенні кількості виробничого персоналу розраховують технологічно необхідну (явочну) та штатну чисельність працівників:

$$R_{яв} = T_i / \Phi_n$$

$$R_{шт} = T_i / \Phi_{еф}$$

де:

$T_i$  – річний обсяг робіт певного виду, люд·год;

$\Phi_n$  – номінальний річний фонд часу робітника;

$\Phi_{еф}$  – ефективний річний фонд часу працівника.

Номінальний річний фонд часу технологічно необхідного працівника визначається за формулою:

$$\Phi_n = T_z \cdot D_{рг}$$

де:

$T_z$  – тривалість робочої зміни, год;

$D_{рг}$  – кількість робочих днів протягом року.

При тривалості зміни  $T_z = 8$  год та  $D_{рг} = 305$  днів:

$$\Phi_n = 8 \cdot 305$$

$$\Phi_n = 2440 \text{ год}$$

Ефективний річний фонд часу одного працівника з урахуванням відпусток, лікарняних та інших невиходів приймаємо:

$$\Phi_{еф} = 2070 \text{ год}$$

Номінальний річний фонд часу технологічно необхідного працівника визначається з урахуванням кількості робочих днів протягом року за формулою:

$$\Phi_{\text{н}} = T_{\text{з}} \cdot (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{с}})$$

де:

$D_{\text{к}}$  – кількість календарних днів у році;

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

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

$T_{\text{з}}$  – тривалість робочої зміни, год.

При шестиденному робочому тижні для нормальних умов праці тривалість зміни приймається:

$$T_{\text{з}} = 7 \text{ год}$$

Для розрахунків приймаємо:

$$D_{\text{к}} = 365 \text{ днів};$$

$$D_{\text{в}} = 52 \text{ дні};$$

$$D_{\text{с}} = 8 \text{ днів.}$$

Тоді номінальний річний фонд часу становить:

$$\Phi_{\text{н}} = 7 \cdot (365 - 52 - 8)$$

$$\Phi_{\text{н}} = 7 \cdot 305$$

$$\Phi_{\text{н}} = 2135 \text{ год}$$

Ефективний річний фонд часу штатного працівника визначається як фактичний час роботи виконавця на робочому місці з урахуванням щорічної відпустки та невиходів на роботу з поважних причин:

$$\Phi_{\text{еф}} = T_{\text{з}} \cdot (D_{\text{рг}} - D_{\text{від}} - D_{\text{н}})$$

де:

$D_{\text{рг}}$  – кількість робочих днів протягом року;

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

$D_{\text{н}}$  – кількість днів невиходу на роботу з поважних причин.

Приймаємо:

$$D_{\text{від}} = 24 \text{ дні};$$

$$D_{\text{н}} = 7 \text{ днів.}$$

Тоді ефективний фонд часу одного працівника становить:

$$\Phi_{\text{еф}} = 7 \cdot (305 - 24 - 7)$$

$$\Phi_{\text{еф}} = 7 \cdot 274$$

$$\Phi_{\text{эф}} = 1918 \text{ год}$$

Визначаємо технологічно необхідну (явочну) чисельність працівників для кожного виду робіт:

$$R_{\text{яв}} = T_i / \Phi_{\text{н}}$$

Для загального річного обсягу робіт:

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{ЩО}} + T_{\text{ТО-1}} + T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{ТР}} + T_{\text{СО}} + T_{\text{Д-1}} + T_{\text{Д-2}}$$

$$T_{\text{заг}} = 78,05 + 16,0 + 35,4 + 218,2 + 7,08 + 2,4 + 7,08$$

$$T_{\text{заг}} = 364,21 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

Тоді:

$$R_{\text{яв}} = 364,21 / 2135$$

$$R_{\text{яв}} = 0,17 \approx 1 \text{ особа}$$

Визначаємо штатну чисельність працівників:

$$R_{\text{шт}} = T_i / \Phi_{\text{эф}}$$

$$R_{\text{шт}} = 364,21 / 1918$$

$$R_{\text{шт}} = 0,19 \approx 1 \text{ особа}$$

Таким чином, для забезпечення виконання запланованого обсягу робіт необхідно передбачити одного виробничого працівника.

Результати проведених розрахунків доцільно звести в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Розподіл річної трудомісткості робіт ТО та ТР за видами виконуваних робіт

Види робіт	Трудоміст- кість робіт	Число робітників			
		Технологічні		Штатні	
	люд/ год	Розрахун- кове	Прийня- те	Розраху- нкове	Прийняте
1. ЕО	12 105,45	5,67	6	6,31	7
2. Д-1	590,63	0,28	1	0,31	1
3. Д-2	672,46	0,315	1	0,35	1
4. ТО-1	1406,27	0,66	1	0,73	1

5. TO-2	4669,896	2,187	3	2,43	3
6. TP	49912,6	23,38	24	26,02	27
Разом	69357,31	32,492	36	36,15	40

## 2.5 Вибір і обґрунтування технологічного процесу діагностування системи запалювання

### 2.5.1 Формування переліку робіт діагностування системи запалювання

На рис. 2.1 представлена схема укрупненого технологічного процесу діагностування автомобілів, що дозволяє представити можливі шляхи їх руху при проведенні планової діагностики з моменту надходження автомобіля в ОАС до моменту випуску його на лінію.

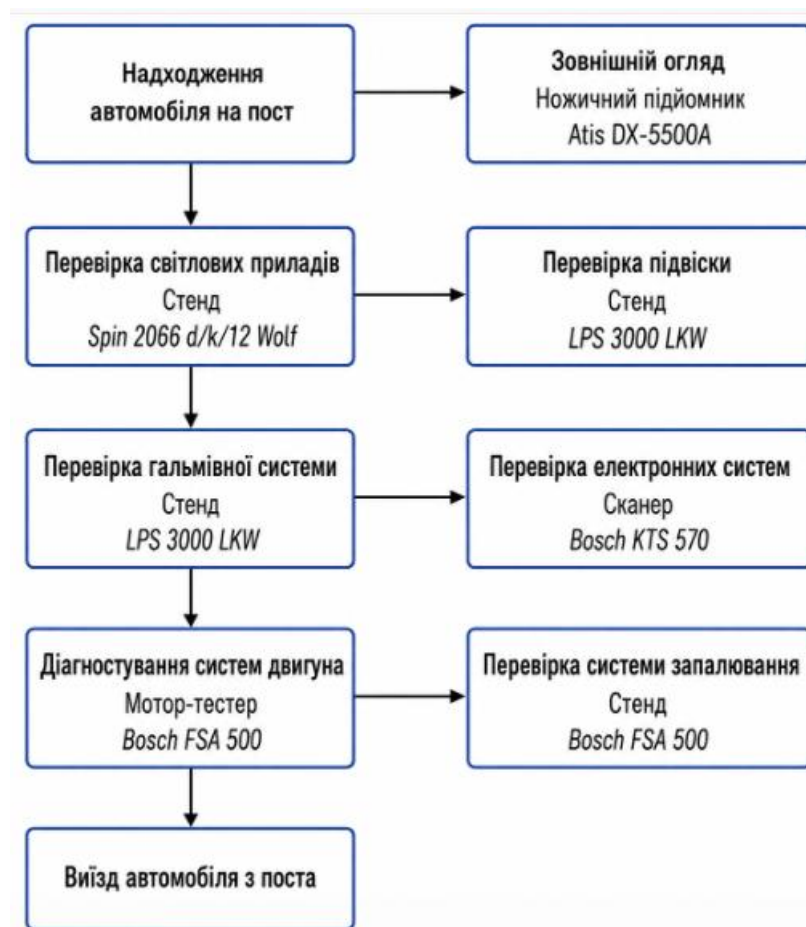


Рисунок 2.1 – Схема укрупненого процесу діагностування системи запалювання

Перелік операцій обслуговування, складений у технологічній послідовності за агрегатами, системами, вузлами базових моделей автомобілів представлено у вигляді технологічної операційної карти (таблиця 2.3).

Діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J проводиться слюсарем-діагностом. Загальна трудомісткість виконуваних робіт - 21 люд/хв.

Таблиця 2.3 – Операційно-технологічна карта на діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J

№	Назва операції	Кількість точок обслуговування	Трудомісткість, люд·хв	Устаткування та інструмент	Технологічні вимоги та вказівки
1	Встановити автомобіль на діагностичний пост	1	1	Противідкатні упори	Заглушити двигун та встановити противідкатні упори
2	Відкрити капот та зняти декоративну кришку двигуна	6	2	Плоскогубці, тріскачковий ключ з торцевою головкою	Не допускати пошкодження елементів кріплення та декоративної кришки
3	Демонтувати катушки запалювання	2	1,5	Тріскачковий ключ з торцевою головкою	Не допускати зриву граней болтів кріплення катушок
4	Виконати візуальний огляд катушок запалювання	1	0,5	–	Не допускаються тріщини, деформації або пошкодження корпусу та гумових наконечників
5	Викрутити свічки запалювання	4	2	Тріскачковий ключ із подовжувачем та свічковою головкою	Виймати свічки обережно, не допускаючи їх випадання
6	Виконати візуальний огляд та перевірити мі-	4	2	Вимірвальний щуп	Не допускаються механічні пошкодження

	желектродний зазор свічок				або тріщини. Міжелектродний зазор повинен становити 1 мм
7	Встановити свічки запалювання	4	2	Динамометричний ключ із подовжувачем та свічковою головою	Момент затягування свічок запалювання – 20 Н·м
8	Встановити котушки запалювання	2	1	Динамометричний ключ із торцевою головою	Болти кріплення котушок затягнути моментом 10 Н·м
9	Підключити контактний щуп до модуля запалювання та запустити двигун	2	3	Мотор-тестер Bosch FSA 500	Напруга первинного кола системи запалювання повинна становити приблизно 12 В
10	Встановити універсальний вимірювальний зонд уздовж осі намотування котушки	5	2	Мотор-тестер Bosch FSA 500	Напруга вторинного кола системи запалювання повинна становити 25–35 кВ. На осцилограмі мають спостерігатися затухаючі коливання наприкінці горіння іскри. Тривалість накопичення енергії у магнітному полі котушки повинна бути 1,5–5,0 мс, а тривалість горіння іскри – 1,5–2,5 мс
11	Встановити декоративну кришку двигуна та закрити капот	2	1	Плоскогубці, тріскачковий ключ з торцевою головою	Не допускати пошкодження елементів кріплення
12	Вивести автомобіль із діагностичного поста	1	1	Противідкатні упори	Зняти противідкатні упори

При розробці технологічних карток необхідно передбачати застосування високопродуктивного обладнання та спеціалізованого інструменту, підйомно-транспортних механізмів та оглядового обладнання з метою забезпечення високого рівня механізації робіт та створення зручних та безпечних умов праці ремонтним робітникам.

### **2.5.2 Вибір контрольних параметрів та обґрунтування методики діагностування системи запалювання**

Важливим етапом розроблення технологічного процесу діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J є вибір параметрів, які найбільш повно характеризують технічний стан її основних елементів. Від правильності вибору контрольних параметрів залежить достовірність результатів діагностування та можливість своєчасного виявлення несправностей системи.

Система запалювання сучасних автомобілів являє собою складну електронно-керовану систему, яка працює в умовах значних теплових, механічних та електричних навантажень. У процесі експлуатації окремі елементи системи піддаються зношуванню, впливу високих температур, вібраційних навантажень та старінню матеріалів. У результаті цього змінюються електричні параметри системи, що може призводити до порушення процесу іскроутворення та погіршення роботи двигуна.

Для визначення технічного стану системи запалювання автомобіля Opel Astra J доцільно використовувати параметри, які найбільш повно відображають процеси утворення та передачі високовольтного імпульсу до свічок запалювання.

Під час проведення діагностування контролюються параметри первинного та вторинного кіл системи запалювання. До контрольованих параметрів належить напруга первинного кола системи запалювання, яка характеризує справність електричного живлення та режим роботи котушок запалювання. Номінальне значення даного параметра для автомобіля Opel Astra J становить приблизно 12 В.

Одним із найбільш інформативних параметрів є напруга вторинного кола системи запалювання. Даний параметр характеризує здатність системи створювати високовольтний імпульс, необхідний для виникнення іскрового розряду між електродами свічки запалювання. Для системи запалювання автомобіля Opel Astra J величина вторинної напруги перебуває в межах 25–35 кВ.

Крім величини напруги важливе значення мають часові характеристики роботи системи запалювання. До таких характеристик належить тривалість накопичення енергії у магнітному полі котушки та тривалість горіння іскри. Недостатня тривалість накопичення енергії може свідчити про несправність котушки запалювання або електронного блока керування двигуном. Збільшення або зменшення часу горіння іскри також може бути ознакою несправностей окремих елементів системи.

Під час проведення діагностування також здійснюється аналіз форми отриманих осцилограм. Осцилограми дозволяють визначити наявність пропусків запалювання, нестабільність роботи котушок, міжвиткові замикання та інші несправності системи.

Вибір зазначених параметрів забезпечує отримання повної інформації про технічний стан системи запалювання та дозволяє підвищити точність діагностування. Для контролю вибраних параметрів використовується мотор-тестер Bosch FSA 500, який забезпечує реєстрацію сигналів та їх подальшу обробку.

### **2.5.3 Нормування трудомісткості операцій діагностування**

Нормування трудомісткості технологічних операцій здійснюється із застосуванням методу мікроелементних нормативів. При виконанні розрахунків приймається, що на початку проведення робіт виконавець знаходиться біля задньої частини автомобіля, а поруч із ним розташований слюсарний верстак із необхідними приладами, інструментами та допоміжним обладнанням. Автомобіль встановлюється на підлоговому посту, оглядовій канаві або спеціалізованому стенді залежно від особливостей виконання робіт.

Усі операції діагностування представляються як сукупність окремих найпростіших дій або мікроелементів трудового процесу, до яких належать переміщення працівника, нахили корпусу, рухи рук, виконання візуального контролю та інші елементарні робочі дії.

Для визначення сумарної тривалості виконання окремого елемента операції у відносних одиницях  $T_0$  необхідно отримане значення трудомісткості помножити на кількість відповідних рухів, які виконуються під час здійснення даної операції.

Перехід від відносних до абсолютних значень тривалості виконання операції здійснюється за формулою:

$$T_{абс} = K_p \cdot T_0$$

де:

$T_{абс}$  – абсолютна тривалість виконання операції;

$K_p$  – коефіцієнт коригування, який враховує підготовчо-завершальний час,  $K_p = 1,5$ ;

$T_0$  – сумарна тривалість виконання елемента операції у відносних величинах.

Підставляючи значення, отримуємо:

$$T_{абс} = 1,5 \cdot T_0$$

Розрахунок абсолютної тривалості для інших операцій виконується аналогічно.

Результати нормування операцій діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Нормування операцій діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J

№	Найменування елемента	Ши фр ел-та	Число рухів	Тривалість у відносних одиницях		Трудомісткість
				1 руху	зага-	

					льна	люд/с
1	2	3	4	5	6	7
Перевірити систему вторинної напруги						
Підготовчі операції						
1	Рух руки	5т	2	75	150	3
2	Нагинання корпусу	1б	1	70	70	0,5
3	Рух руки	5т	2	65	130	3
Основні операції						
1	Ходьба	3а	1	60	60	0,5
2	Рух руки	5т	2	75	150	1
3	Незначний рух руки та кисті	7т	1 1	55	605	1 3
4	Чисто зорова робота	9т	1	52	52	6
Разом:					1217	34

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Розробка схеми виробничого посту для ремонтних робіт

Робочий пост являє собою спеціально організовану виробничу ділянку, оснащену необхідним технологічним обладнанням та призначену для встановлення автомобіля з метою виконання операцій технічного обслуговування або ремонтних робіт. На сьогоднішній день застосовується широкий спектр різних типів робочих постів, які класифікуються за конструктивним виконанням і технологічним оснащенням, функціональним призначенням, способом розміщення транспортних засобів, а також взаємним розташуванням постів у виробничому приміщенні.

Під час проектування робочого поста необхідно враховувати специфіку виконуваних робіт, особливості технологічного процесу та вимоги щодо організації виробництва. На основі аналізу технології виконання робіт здійснюється вибір типу поста, визначаються його орієнтовні геометричні параметри, а також підбираються необхідне технологічне обладнання та організаційне оснащення.

Схема робочого поста, призначеного для виконання діагностичних робіт автомобіля, наведена на рисунку 3.1. На даному посту здійснюється повний комплекс робіт, пов'язаних із діагностуванням системи запалювання автомобіля Opel Astra J.

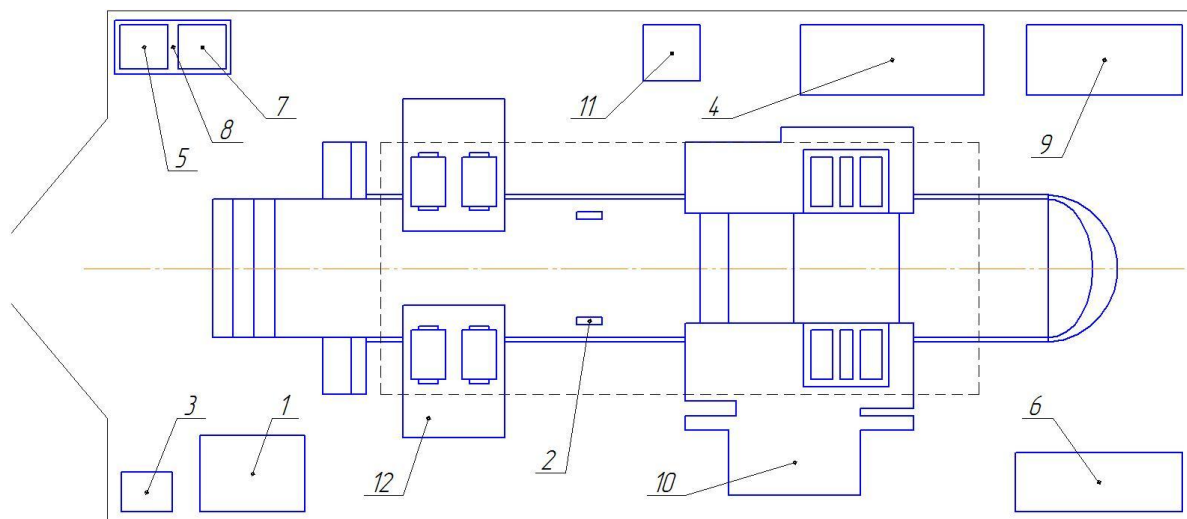


Рисунок 3.1 – Схема універсального виробничого посту Д

1 – витяжний вентилятор; 2 – двостійковий витяг; 3 – газоаналізатор; 4 – верстак слюсарний; 5 – автомобільний системний сканер; 6 – прилад для перевірки та регулювання фар; 7 – набір слюсарного інструменту; 8 – візок інструментальний; 9 – стіл діагноста, 10 – стенд для перевірки тягово-економічних властивостей автомобіля, 11 – пульт керування стендами, 12 – гальмівний стенд.

Площа робочого посту розраховується за формулою:

$$F = f_a \cdot k_y = 8,29 \cdot 4 = 33,16$$

Де  $f_a$  – площа, яку займає автомобіль у плані, м<sup>2</sup>;

$k_y$  – питома площа приміщення на 1 м<sup>2</sup> площі, яку займає автомобіль у плані.

Питома площа  $k_y$  залежить від типу автомобіля, розташування постів, їх обладнання та приймається рівною 4...5 – при двосторонньому розташуванні. Для великогабаритних транспортних засобів приймаються менші значення .

$$f_a = L \cdot B$$

$$f_a = 4,611 \cdot 1,798 = 8,29 \text{ м}^2$$

Підставивши значення у формулу, отримаємо:

$$F = 8,29 \cdot 4 = 33,16 \text{ м}^2$$

При виборі технологічного обладнання слід враховувати досвід роботи сучасних підприємств з обслуговування та ремонту автомобілів та сучасний асортимент гаражного обладнання, що випускається, яке повинно не тільки забезпечувати виконання всіх необхідних на даному посту робіт, але й мати при-

йнятні показники щодо надійності, продуктивності, вартості придбання та витрат на експлуатацію.

Перелік технологічного обладнання подано у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Перелік технологічного обладнання, оснащення та виробничого інвентаря посту зони діагностування.

№	Найменування та модель	Кількість	Маса, кг	Характеристики
1	2	3	4	5
1	Витяжний вентилятор Trommelberg MSF-3.2	1	22	540 x 560 x 755 мм; Q = 15 кВт.
2	Підйомник канавний П-260	1	660	2860x3370 мм; Q = 2,2 кВт.
3	Газоаналізатор Автотест 0104П	1	10	330x100x290 мм; Q = 20 Вт.
4	Верстак слюсарний Classic 01.100G	1	59	1390x686x845 мм.
5	Автомобільний системний сканер Bosch FSA 500	1	20	290x220x110 мм.
6	Прилад для перевірки та регулювання фар К-310	1	30	900 x 730 x 1308 мм.
7	Набір слюсарного інструменту Force 41421	1	10	550 x 490 x 80.
8	Візок інструментальний Topul ТСВА 1301	1	13	1011x481x1067 мм.
9	Стіл діагноста АС-222	1	36	610x600x1135 мм .
10	Стенд для перевірки тягово-економічних властивостей автомобіля К -493	1	2500	3250 x2015 мм.
11	Пульт керування стендами	1	67	787 x 316 мм.

12	Гальмівний стенд Unimetal RHO-10	1	1820	550 x 2420 x 920; Q = 6 кВт.
----	----------------------------------	---	------	---------------------------------

### **3.2 Аналіз існуючих засобів діагностування систем запалювання автомобілів**

Для забезпечення надійної роботи системи запалювання сучасних автомобілів використовуються різні засоби діагностування, які дозволяють контролювати електричні параметри системи, виявляти несправності та оцінювати технічний стан її елементів. Сучасні діагностичні прилади забезпечують швидке отримання інформації про роботу системи запалювання без необхідності повного демонтажу її складових частин. Вибір діагностичного обладнання залежить від конструкції автомобіля, точності вимірювань, функціональних можливостей обладнання та економічної доцільності його використання.

Одним із найбільш поширених засобів діагностування систем запалювання є мотор-тестер Bosch FSA 500. Даний прилад являє собою багатофункціональний діагностичний комплекс, який використовується для контролю параметрів електричних систем автомобіля. Пристрій обладнаний цифровим осцилографом, генератором сигналів, вимірювальними датчиками та спеціальним програмним забезпеченням для аналізу результатів вимірювання. Основними перевагами Bosch FSA 500 є висока точність вимірювання, можливість побудови осцилограм роботи системи запалювання, діагностування електронних компонентів та аналіз параметрів роботи двигуна у реальному часі. Недоліком обладнання є відносно висока вартість та необхідність спеціальної підготовки персоналу.

Для проведення комплексної комп'ютерної діагностики автомобілів широко використовується діагностичний сканер Launch X431. Даний пристрій підтримує значну кількість марок автомобілів та забезпечує доступ до електронних систем керування. За допомогою сканера можна виконувати зчитування та видалення кодів несправностей, перегляд параметрів у реальному часі, тестування виконавчих механізмів та виконання сервісних функцій. Основною пере-

вагою Launch X431 є універсальність використання, однак його можливості щодо аналізу параметрів високовольтної частини системи запалювання є обмеженими.

Ще одним сучасним засобом діагностування є багатофункціональний сканер Autel MaxiSys, який використовується для діагностики електронних систем сучасних транспортних засобів. Даний прилад має розширений функціонал, підтримує роботу з великою кількістю електронних блоків керування та дозволяє виконувати адаптацію систем після ремонту. Основними перевагами Autel MaxiSys є висока швидкість роботи, зручний інтерфейс та широкі можливості програмного забезпечення. До недоліків належать висока вартість обладнання та необхідність регулярного оновлення програмного забезпечення.

Для проведення базових перевірок електричних параметрів системи запалювання часто використовується цифровий мультиметр. За допомогою мультиметра можна вимірювати напругу, силу струму, електричний опір та перевіряти цілісність електричних кіл. Основними перевагами мультиметра є простота використання, невисока вартість та універсальність застосування. Недоліком є неможливість аналізу швидкозмінних процесів та високовольтних імпульсів системи запалювання.

Для детального аналізу електричних сигналів системи запалювання застосовуються автомобільні осцилографи. Осцилограф дозволяє отримувати графічне зображення зміни електричних параметрів у часі та оцінювати форму сигналів системи запалювання. За допомогою осцилографа можна визначати несправності котушок запалювання, свічок, датчиків та електронних блоків керування. Основною перевагою даного обладнання є висока інформативність результатів, проте для правильної інтерпретації отриманих осцилограм потрібні відповідні знання та практичний досвід.

Для порівняльної оцінки розглянутих засобів діагностування доцільно сформулювати таблицю їх основних характеристик.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика засобів діагностування систем запалювання

Засіб діагностування	Основні функції	Переваги	Недоліки
Bosch FSA 500	Осцилографія, аналіз параметрів двигуна, тестування систем	Висока точність, широкий функціонал	Висока вартість
Launch X431	Комп'ютерна діагностика електронних систем	Універсальність	Обмежений аналіз високовольтичних сигналів
Autel MaxiSys	Діагностика електронних систем, сервісні функції	Висока швидкість роботи	Висока вартість
Мультиметр	Вимірювання напруги, струму, опору	Простота використання	Обмежений функціонал
Осцилограф	Аналіз форми сигналів	Висока інформативність	Складність інтерпретації

Проведений аналіз існуючих засобів діагностування показав, що сучасні діагностичні комплекси забезпечують високу точність визначення технічного стану системи запалювання автомобіля. Однак під час виконання діагностичних робіт часто виникає необхідність багаторазового підключення вимірювальних щупів та датчиків, що збільшує тривалість виконання робіт. Тому доцільним є розроблення спеціального пристосування для спрощення процесу діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J.

### **3.3 Обґрунтування конструкції спеціального пристосування для діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J**

Проведений аналіз існуючих засобів діагностування систем запалювання показав, що сучасне обладнання забезпечує достатньо високу точність контролю параметрів роботи двигуна та його електронних систем. Проте під час виконання діагностичних операцій виникає необхідність багаторазового встановлення вимірювальних датчиків, щупів та адаптерів на окремі елементи системи запалювання, що призводить до збільшення тривалості виконання робіт та підвищує ймовірність виникнення помилок при підключенні.

Під час діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J особливу складність становить контроль параметрів котушок запалювання та висковольтних імпульсів вторинного кола. При використанні стандартних засобів діагностування необхідно послідовно підключати контактні щупи до кожної котушки окремо, що потребує додаткових витрат часу та ускладнює проведення діагностичних робіт.

Для усунення зазначених недоліків пропонується розробити спеціалізоване пристосування для діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J, яке забезпечуватиме швидке та надійне підключення вимірювальних елементів до котушок запалювання без необхідності виконання їх багаторазового демонтажу.

Запропоноване пристосування являє собою універсальний адаптер із контактними щупами та фіксувальними елементами, який встановлюється безпосередньо на модуль запалювання автомобіля та забезпечує одночасне підключення до мотор-тестера Bosch FSA 500.

Основними конструктивними елементами пристосування є:

- корпус адаптера;
- контактні вимірювальні щупи;
- пружинні фіксатори;
- ізоляційні елементи;
- кабель підключення;
- роз'єм для з'єднання з мотор-тестером;
- ручка для встановлення та демонтажу пристрою.

Принцип роботи пристосування полягає у фіксації контактних елементів на відповідних точках підключення системи запалювання та передачі електричних сигналів до мотор-тестера. Після встановлення пристрою на двигун виконується запуск автомобіля та здійснюється зчитування параметрів роботи системи запалювання в реальному режимі часу.

Запропоноване конструктивне рішення дозволяє отримати такі переваги:

- зменшення тривалості проведення діагностичних робіт;

- скорочення кількості операцій підключення вимірювального обладнання;
- підвищення точності отриманих результатів;
- зменшення ймовірності помилок під час діагностування;
- покращення умов праці персоналу;
- зниження трудомісткості виконання операцій.

Очікується, що використання запропонованого пристосування дозволить скоротити час виконання діагностичних операцій на **20–30 %** порівняно з використанням стандартних методів діагностування.

Загальний вигляд конструкції запропонованого пристосування наведено на рисунку 3.3.

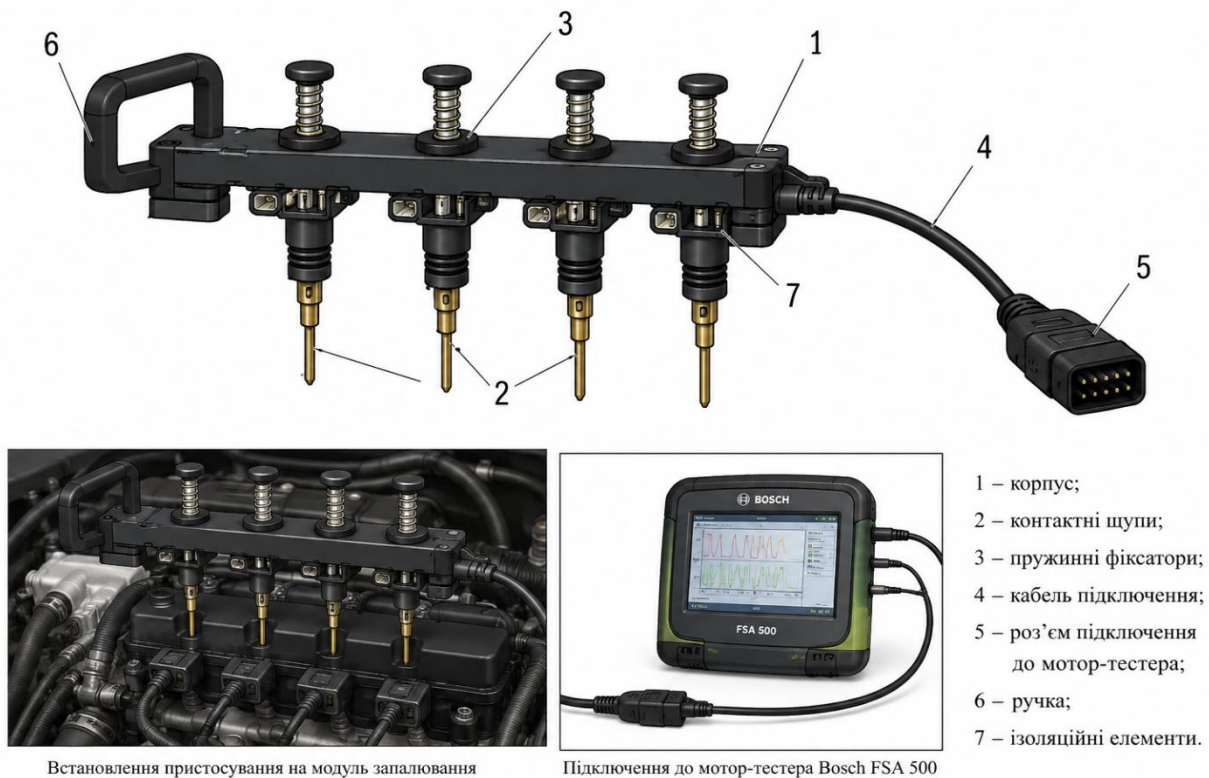


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд пристосування для діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J

- 1 – корпус;
- 2 – контактні щупи;
- 3 – пружинні фіксатори;
- 4 – кабель підключення;

- 5 – роз'єм підключення до мотор-тестера;
- 6 – ручка;
- 7 – ізоляційні елементи.

### **3.4 Конструкція та розрахунок пристосування для діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J**

Для підвищення зручності проведення діагностичних робіт та зменшення часу виконання операцій розроблено універсальний кронштейн-утримувач для встановлення мотор-тестера та вимірювальних датчиків при діагностуванні системи запалювання автомобіля Opel Astra J.

Запропонована конструкція призначена для закріплення вимірювального обладнання поблизу моторного відсіку автомобіля, що забезпечує зручне розташування кабелів, датчиків та мотор-тестера під час виконання діагностичних операцій.

Конструкція пристрою складається з:

- опорної основи;
- вертикальної стійки;
- поворотного кронштейна;
- полиці для встановлення мотор-тестера;
- фіксувальних елементів;
- тримачів для кабелів та щупів.

Принцип роботи пристрою полягає у встановленні мотор-тестера Bosch FSA 500 на спеціальну полицю та фіксації вимірювальних проводів у тримачах. Під час виконання діагностування забезпечується зручний доступ до обладнання та виключається пошкодження кабелів у моторному відсіку.

Для забезпечення стійкості конструкції визначаємо розміри опорної плити.

Ширина основи:

$$B = 400 \text{ мм}$$

Довжина основи:

$$L = 500 \text{ мм}$$

Товщина опорної плити:

$$\delta = 5 \text{ мм}$$

Площа опорної плити:

$$S = B \cdot L$$

$$S = 400 \cdot 500$$

$$S = 200000 \text{ мм}^2$$

$$S = 0,2 \text{ м}^2$$

Висоту стійки вибираємо з умови забезпечення зручності роботи:

$$H = 1200 \text{ мм}$$

Діаметр вертикальної стійки приймається:

$$d = 40 \text{ мм}$$

Товщина стінки труби:

$$\delta = 3 \text{ мм}$$

Довжина полиці під мотор-тестер:

$$L_1 = 350 \text{ мм}$$

Ширина полиці:

$$B_1 = 250 \text{ мм}$$

Товщина полиці:

$$\delta_1 = 3 \text{ мм}$$

Матеріалом для виготовлення опорної основи та стійки приймається сталь 20, яка характеризується достатньою міцністю, хорошою зварюваністю та невисокою вартістю.

Полицю для мотор-тестера доцільно виготовити з листової сталі товщиною 3 мм із нанесенням захисного полімерного покриття.

Для тримачів кабелів використовується поліамід або пластик, що запобігає пошкодженню ізоляції проводів.

Запропонована конструкція забезпечує зручність виконання діагностичних операцій, покращує організацію робочого місця та дозволяє зменшити тривалість проведення діагностики системи запалювання автомобіля Opel Astra J.

### 3.5 Пристосування для фіксації та позиціонування індуктивних датчиків мотор-тестера при діагностуванні котушок запалювання автомобіля Opel Astra J

Під час проведення діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J із використанням мотор-тестера Bosch FSA 500 виникає необхідність встановлення індуктивних датчиків для реєстрації параметрів високовольтних імпульсів та отримання осцилограм роботи системи. Використання стандартного способу встановлення датчиків потребує їх багаторазового ручного переміщення та налаштування, що збільшує тривалість виконання робіт і може негативно впливати на точність отриманих результатів.

Для усунення зазначених недоліків розроблено спеціальне пристосування для фіксації та позиціонування індуктивних датчиків мотор-тестера при діагностуванні котушок запалювання автомобіля Opel Astra J. Загальний вигляд конструкції розробленого пристосування наведений на рисунку 3.3.

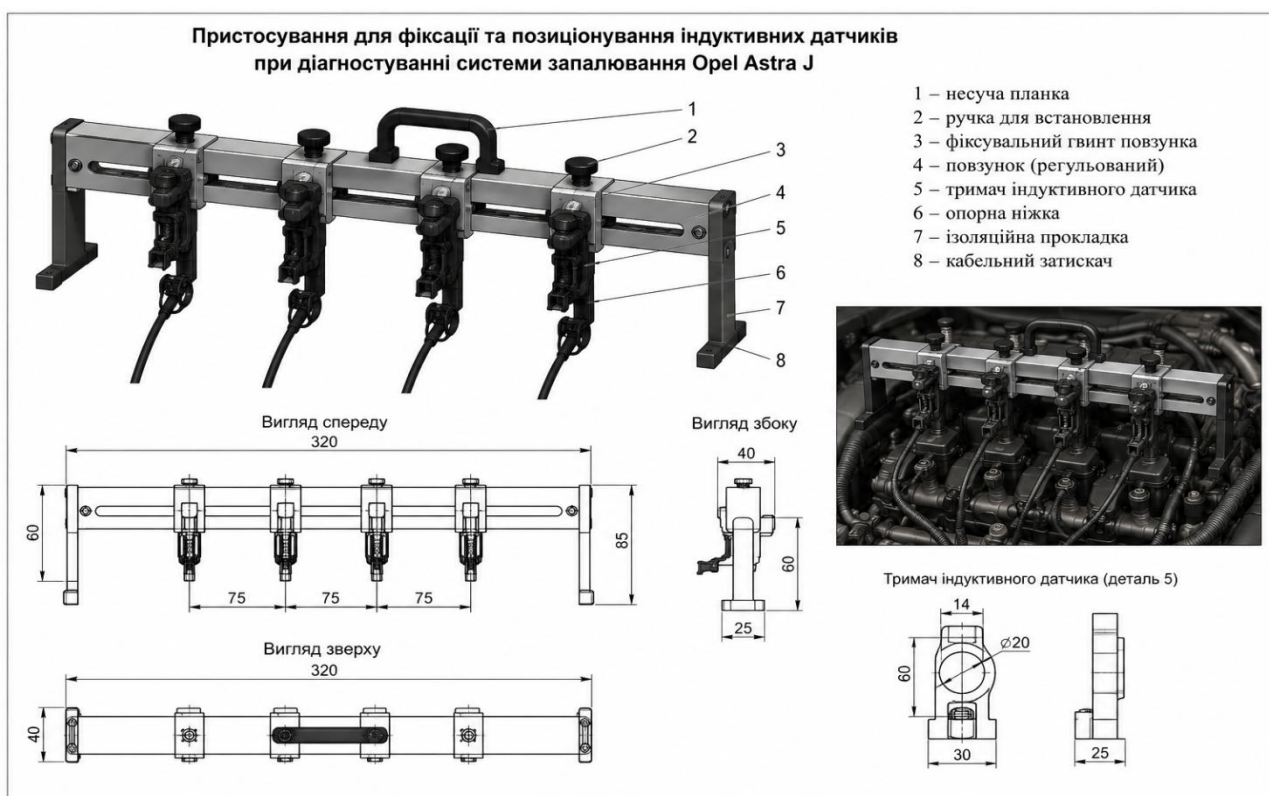


Рисунок 3.3 – Пристосування для фіксації та позиціонування індуктивних датчиків мотор-тестера при діагностуванні котушок запалювання автомобіля Opel Astra J

Запропоноване пристосування являє собою металеву рамну конструкцію, яка встановлюється над модулем запалювання двигуна та забезпечує одночасне позиціонування чотирьох індуктивних датчиків у необхідному положенні. Конструкція має можливість регулювання положення вимірювальних елементів залежно від конструктивних особливостей двигуна та розташування котушок запалювання.

До складу конструкції входять:

- несуча планка;
- опорні стійки;
- регульовані повзунки;
- тримачі індуктивних датчиків;
- ручка для встановлення;
- фіксувальні гвинти;
- ізоляційні прокладки;
- кабельні затискачі.

Принцип роботи пристрою полягає у встановленні конструкції над котушками запалювання та фіксації індуктивних датчиків навпроти кожної котушки. Після підключення датчиків до мотор-тестера здійснюється запуск двигуна та реєстрація параметрів роботи системи запалювання.

Конструктивні параметри пристосування визначалися з урахуванням геометричних характеристик системи запалювання автомобіля Opel Astra J.

Відстань між осями котушок запалювання становить:

$$l = 75 \text{ мм}$$

Робоча довжина розташування датчиків:

$$L_p = 3 \cdot l$$

$$L_p = 3 \cdot 75 = 225 \text{ мм}$$

Для забезпечення можливості регулювання положення датчиків та встановлення кріпильних елементів вводиться конструктивний запас:

$$\Delta L = 95 \text{ мм}$$

Тоді загальна довжина несучої планки:

$$L = L_p + \Delta L$$

$$L = 225 + 95 = 320 \text{ мм}$$

Ширину планки приймаємо:

$$B = 40 \text{ мм}$$

Товщину планки:

$$\delta = 4 \text{ мм}$$

Висота опорних стійок:

$$H = 60 \text{ мм}$$

Для кріпильних елементів приймаємо болтове з'єднання типу М6.

### **3.6 Переваги використання розробленого пристосування**

Розроблене пристосування для фіксації та позиціонування індуктивних датчиків мотор-тестера під час діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J спрямоване на підвищення ефективності виконання діагностичних операцій та покращення умов праці персоналу. Використання даного пристрою дозволяє спростити процес встановлення вимірювального обладнання, скоротити тривалість проведення діагностування та забезпечити стабільність отриманих результатів.

Під час застосування стандартних засобів діагностування оператору необхідно багаторазово виконувати ручне позиціонування вимірювальних датчиків, змінювати їх положення та здійснювати контроль правильності встановлення. Такий спосіб проведення діагностики потребує додаткових витрат часу та збільшує ймовірність виникнення похибок, пов'язаних із неправильним розташуванням датчиків або нестабільністю їхнього положення.

Використання запропонованого пристрою дозволяє забезпечити одночасне розташування індуктивних датчиків відносно всіх котушок запалювання, що виключає необхідність їх багаторазового переставляння під час виконання робіт. Завдяки цьому скорочується кількість допоміжних операцій, зменшується трудомісткість проведення діагностування та підвищується продуктивність праці.

Важливою перевагою конструкції є можливість регулювання положення датчиків залежно від особливостей розташування елементів системи запалювання. Це дозволяє використовувати пристосування не лише для автомобіля Opel Astra J, а й для інших моделей автомобілів зі схожою конструкцією системи запалювання.

Завдяки використанню жорсткої несучої конструкції забезпечується надійне утримання індуктивних датчиків у заданому положенні протягом усього процесу діагностування. Це дозволяє мінімізувати вплив випадкових переміщень вимірювальних елементів та підвищити точність реєстрації параметрів роботи системи запалювання.

Запропоноване пристосування також сприяє покращенню умов праці працівника. Використання додаткових елементів фіксації та тримачів кабелів зменшує ймовірність заплутування проводів та забезпечує більш раціональну організацію робочого місця. Крім цього, скорочення кількості ручних операцій знижує фізичне навантаження на працівника під час виконання діагностичних робіт.

У результаті впровадження запропонованої конструкції очікується зменшення часу виконання діагностичних операцій приблизно на 20–25 %, підвищення точності вимірювання параметрів системи запалювання та покращення якості технічного обслуговування автомобіля Opel Astra J.

Таким чином, застосування розробленого пристосування є технічно доцільним та дозволяє підвищити ефективність проведення діагностичних робіт за рахунок зменшення трудомісткості, покращення організації робочого процесу та підвищення достовірності отриманих результатів.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J

Діагностування системи запалювання є важливою складовою технічного обслуговування сучасних автомобілів. Якість виконання діагностичних робіт безпосередньо впливає на надійність роботи двигуна, паливну економічність та екологічні показники транспортного засобу. Під час виконання діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J працівник контактує з електронними системами автомобіля, вимірювальним обладнанням, рухомими частинами двигуна та високовольтними елементами системи запалювання, що створює низку небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Одним із найбільш небезпечних факторів є наявність високої напруги у вторинному колі системи запалювання. У сучасних бензинових двигунах напруга на свічках запалювання може досягати 25–35 кВ. Незважаючи на відносно невелику силу струму, дотик до високовольтних проводів або катушок запалювання під час роботи двигуна може викликати електротравму, різкий мимовільний рух працівника та створити додаткову небезпеку контакту з рухомими частинами двигуна.

Під час проведення діагностування двигун часто працює на різних режимах обертання колінчастого вала. У цьому випадку виникає небезпека травмування рухомими деталями силового агрегату. До них належать приводні ремені, натяжні ролики, вентилятори системи охолодження, шківи та інші елементи приводу допоміжних агрегатів. Потрапляння одягу, волосся або рук працівника до зони обертання може призвести до серйозних травм.

Важливим шкідливим фактором є підвищена температура окремих деталей двигуна. Під час роботи температура випускного колектора може перевищувати 400 °С, температура головки блока циліндрів становить 90–110 °С, а температура свічок запалювання досягає декількох сотень градусів. Дотик до таких поверхонь може спричинити опіки різного ступеня тяжкості.

Під час роботи двигуна внутрішнього згорання утворюються відпрацьовані гази, які містять оксид вуглецю, оксиди азоту, незгорілі вуглеводні та інші шкідливі речовини. За недостатньої вентиляції виробничого приміщення концентрація цих речовин може перевищувати допустимі значення та негативно впливати на здоров'я працівників.

Додатковими несприятливими факторами є шум та вібрація. Рівень шуму під час роботи двигуна на підвищених обертах може перевищувати 80 дБА, що викликає швидку втому працівника, зниження концентрації уваги та продуктивності праці.

Окрему групу становлять психофізіологічні фактори. Діагностування сучасних автомобілів вимагає високої концентрації уваги, постійного аналізу показників мотор-тестера та інтерпретації осцилограм. Тривале виконання таких операцій може викликати розумову втому та збільшувати ймовірність помилкових рішень.

Основні небезпечні та шкідливі фактори наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Небезпечні та шкідливі фактори під час діагностування системи запалювання

Фактор	Джерело виникнення	Можливі наслідки
Висока напруга	Котушки та свічки запалювання	Електротравма
Рухомі деталі двигуна	Ремені, ролики, вентилятор	Механічні травми
Висока температура	Випускний колектор, ГБЦ	Термічні опіки
Відпрацьовані гази	Працюючий двигун	Отруєння
Шум та вібрація	Робота двигуна	Втома, погіршення самопочуття
Підвищене навантаження на зір	Аналіз показників обладнання	Зниження працездатності

Таким чином, процес діагностування системи запалювання характеризується наявністю комплексу небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що

потребують впровадження відповідних заходів безпеки.

## **4.2 Розробка заходів з охорони праці під час виконання діагностичних робіт**

Безпечне виконання робіт із діагностування системи запалювання забезпечується комплексом організаційних та технічних заходів.

До виконання діагностичних робіт допускаються працівники віком не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктаж з охорони праці, навчання безпечним методам роботи та перевірку знань з питань охорони праці.

Перед початком роботи необхідно перевірити справність діагностичного обладнання Bosch FSA 500, цілісність ізоляції вимірювальних проводів, надійність кріплення датчиків та справність електричних з'єднань.

Автомобіль повинен бути встановлений на рівному майданчику, загальмований стоянковим гальмом, а під колеса необхідно встановити противідкотні упори. Забороняється проводити діагностичні роботи на автомобілі з несправною системою кріплення двигуна або за наявності витoku палива.

Підключення вимірювальних датчиків до котушок запалювання необхідно виконувати тільки при заглушеному двигуні. Забороняється торкатися висковольтних проводів, котушок та свічок запалювання під час роботи двигуна.

Під час роботи двигуна працівник повинен уникати наближення до обертових деталей приводу допоміжних агрегатів. Одяг повинен бути застебнутий, рукави закочені, а волосся прибрано під головний убір.

Для захисту працівника необхідно використовувати засоби індивідуального захисту:

- бавовняний спецодяг;
- захисне взуття;
- діелектричні рукавиці;
- захисні окуляри;
- засоби захисту органів слуху при необхідності.

Важливе значення має організація робочого місця діагноста. Монітор комп'ютера мотор-тестера повинен розташовуватись на відстані 600–700 мм від очей працівника. Клавіатура та органи керування повинні знаходитися в зоні комфортної досяжності.

Після завершення діагностування необхідно вимкнути двигун, від'єднати діагностичне обладнання, привести робоче місце до належного стану та занести результати перевірки до відповідної документації.

У разі ураження електричним струмом необхідно негайно відключити джерело живлення, звільнити потерпілого від дії струму та надати домедичну допомогу до прибуття медичних працівників.

Реалізація зазначених заходів дозволяє значно знизити ризик виробничого травматизму та підвищити безпеку виконання діагностичних робіт.

#### **4.3 Забезпечення безпечних умов праці на діагностичній дільниці**

Важливою складовою охорони праці є створення безпечних та комфортних умов праці на діагностичній дільниці.

Під час проведення діагностування двигун працює на різних режимах, тому в приміщенні повинна функціонувати ефективна припливно-витяжна вентиляція. Для видалення відпрацьованих газів рекомендується використовувати місцеву систему відведення вихлопних газів, яка підключається безпосередньо до випускної труби автомобіля.

Температура повітря в приміщенні повинна підтримуватися в межах 18–22 °С, відносна вологість – 40–60 %, а швидкість руху повітря не повинна перевищувати 0,3 м/с.

Особливе значення має забезпечення нормативної освітленості робочого місця. Недостатнє освітлення ускладнює проведення діагностичних операцій та підвищує ризик помилок під час аналізу результатів вимірювань.

Виконаємо розрахунок штучного освітлення діагностичного поста.

Приймаємо довжину приміщення 6 м та ширину 4 м.

Площа приміщення:

$$S = 6 \times 4 = 24 \text{ м}^2.$$

Нормована освітленість для діагностичних робіт становить:

$$E = 300 \text{ лк.}$$

Необхідний світловий потік визначається за формулою:

$$\Phi = (E \cdot S \cdot k \cdot z) / \eta,$$

де:

$k = 1,5$  – коефіцієнт запасу;

$z = 1,1$  – коефіцієнт нерівномірності;

$\eta = 0,55$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

Після підстановки значень отримуємо:

$$\Phi = (300 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,1) / 0,55 = 21600 \text{ лм.}$$

Для освітлення приміщення приймаємо світлодіодні світильники зі світловим потоком 5500 лм.

Необхідна кількість світильників:

$$N = 21600 / 5500 = 3,93.$$

Приймаємо чотири світлодіодні світильники.

Фактичний світловий потік становитиме:

$$\Phi_f = 4 \cdot 5500 = 22000 \text{ лм.}$$

Отримане значення забезпечує нормативну освітленість робочої зони та відповідає вимогам охорони праці.

Для забезпечення електробезпеки всі корпуси обладнання повинні бути заземлені. Живлення мотор-тестера повинно здійснюватися через автоматичний вимикач та пристрій захисного вимкнення. Не допускається використання пошкоджених подовжувачів та кабелів живлення.

З метою забезпечення пожежної безпеки на діагностичній ділянці повинні бути встановлені порошкові вогнегасники типу ВП-5, а також розроблені інструкції щодо дій персоналу у випадку виникнення пожежі.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз конструкції та особливостей роботи системи запалювання автомобіля Opel Astra J. Встановлено, що система запалювання є однією з найважливіших систем бензинового двигуна, яка забезпечує своєчасне займання паливоповітряної суміші та безпосередньо впливає на потужність двигуна, його економічність та екологічні показники.

Проаналізовано основні несправності системи запалювання, серед яких найбільш поширеними є вихід з ладу свічок запалювання, несправності індивідуальних катушок запалювання, порушення контактних з'єднань та несправності електронної системи керування двигуном. Визначено характерні ознаки прояву зазначених несправностей та їх вплив на роботу автомобіля.

Розглянуто сучасні методи та засоби діагностування систем запалювання автомобілів. Встановлено, що найбільш ефективним методом контролю технічного стану системи запалювання є комплексне діагностування із застосуванням мотор-тестера Bosch FSA 500 та електронних засобів контролю.

Розроблено технологічний процес діагностування системи запалювання автомобіля Opel Astra J, визначено послідовність виконання діагностичних операцій та підібрано необхідне обладнання для їх виконання. Розроблена операційна карта дозволяє систематизувати процес діагностування та підвищити ефективність пошуку несправностей.

У розділі безпеки життєдіяльності проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для діагностичних робіт, розроблено комплекс заходів щодо забезпечення безпечних умов праці та виконано розрахунок освітлення діагностичної дільниці.

Запропонований технологічний процес діагностування дозволяє підвищити якість технічного обслуговування автомобілів Opel Astra J, скоротити тривалість пошуку несправностей, зменшити витрати на ремонт та підвищити надійність експлуатації автомобільної техніки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі : О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, А.Б. Гупка, Р.В. Хорошун. – Тернопіль : ФОП «Паляниця В.А.», 2022. – 61 с .

2. 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.

3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : 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 Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 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. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCP T 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.

7. O. Liashuk O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hrynkiv, A.Gypka Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.

8. 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 «Транс-

порт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.

9. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с