

Міністерство освіти і науки України

Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Телекомунікацій та електронних систем

(назва відділення)

Електричних та електронних систем автомобілів

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

Фаховий молодший бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний ступінь)

на тему: Удосконалення технологічного процесу технічного
обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання
автомобіля DAF XF480 в умовах ФОП Заболотний Андрій Миколайович

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕА-425ск
напряму підготовки (спеціальності)

141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

Обслуговування і ремонт електричних та
електронних систем автомобілів

(назва освітньо-професійної програми)

Янчук В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Котик М.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

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

Відділення телекомунікацій та електронних систем

Циклова комісія електричних та електронних систем автомобілів

Кваліфікація і освітньо – професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр з
електроенергетики, електротехніки
та електромеханіки

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Обслуговування і ремонт електричних та електронних систем
автомобілів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії

Електричних та електронних
систем автомобілів

_____ Руслан ЗАВЕРУХА

14 квітня 2026 року

З А В Д А Н Н Я № 09

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА
ГРУПА ЕА-425ск**

_____ Янчука Владислава Васильовича _____

1. Тема кваліфікаційної роботи: Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання автомобіля DAF XF480 в умовах ФОП Заболотний Андрій Миколайович

Керівник кваліфікаційної роботи: Котик М.І.

Затверджені наказом ВСП “Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя” від 27.02.2026р. №4/9-131

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 22 червня 2026 року

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Технічна характеристика компонентів системи електропостачання автомобіля DAF XF480. Типовий ТП ремонту системи електропостачання. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Техніко-експлуатаційні показники ремонту зони. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Економічний розділ. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. План електротехнічної ділянки (ф.-А1).
 2. Схема генератора змінного струму (ЕЗ) (ф.-А1).
 3. Пристрій для розбирання та збирання генератора(ф.-А1).
 4. Методи заряджання акумуляторних батарей за постійних напруги та струму (ф.-А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ			
Охорона праці			

7. Дата видачі завдання 14 квітня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Загальний розділ	22.05.2026	
2	Технологічний розділ	29.05.2026	
3	Конструкторський розділ	05.06.2026	
4	Виконання графічної частини	12.06.2026	
5	Економічний розрахунок	19.06.2026	
6	Розробка заходів з охорони праці	22.06.2026	
7	Представлення кваліфікаційної роботи до захисту	23.06.2026	

Студент

_____ Владислав ЯНЧУК
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ Марія КОТИК
(підпис)

Анотація

Янчук В.В. Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання автомобіля DAF XF480 в умовах ФОП Заболотний Андрій Миколайович: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. 60с.

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи електропостачання.

У ході роботи було встановлено, що сучасні вантажні автомобілі мають складну структуру електронного обладнання, яка потребує використання сучасних методів діагностування, спеціального інструменту та високого рівня підготовки персоналу. Особливу увагу було приділено конструкції та принципу роботи системи електропостачання автомобіля DAF XF480, а також основним несправностям генератора, акумуляторної батареї та елементів електропроводки. Було визначено, що найбільш поширеними причинами виходу з ладу компонентів системи електропостачання є зношення контактів, порушення ізоляції проводів, несправності регулятора напруги, перевантаження генератора та недотримання правил технічної експлуатації.

У роботі детально розглянуто організацію технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту електрообладнання в умовах ремонтної дільниці. Встановлено, що якість виконання ремонтних робіт значною мірою залежить від правильності організації робочого місця, використання сучасного обладнання та дотримання технологічної послідовності виконання операцій. Важливим напрямом удосконалення технологічного процесу є впровадження спеціалізованого стенду для збирання і розбирання генератора, який дозволяє підвищити точність виконання робіт, знизити трудомісткість ремонту та покращити умови праці працівників.

Annotation

Yanchuk V. Completion and defense of a qualification thesis on the topic: Improvement of the technological process for maintenance and repair of the electrical system components for the DAF XF480 automobile under the conditions of Individual Entrepreneur Andriy Mykolaiovych Zabolotnyi: qualification work for obtaining the educational and professional degree of a professional junior bachelor in the specialty 141 "Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026. 60 p.

The qualification work is devoted to improving the technological process of maintenance and repair of the power supply system.

During the work, it was established that modern trucks have a complex structure of electronic equipment, which requires the use of modern diagnostic methods, special tools and a high level of personnel training. Particular attention was paid to the design and principle of operation of the DAF XF480 vehicle power supply system, as well as the main malfunctions of the generator, battery and wiring elements. It was determined that the most common causes of failure of the power supply system components are wear of contacts, violation of wire insulation, voltage regulator malfunction, generator overload and non-compliance with the rules of technical operation.

The work examines in detail the organization of the technological process of maintenance and repair of electrical equipment in the conditions of a repair site. It was established that the quality of repair work largely depends on the correct organization of the workplace, the use of modern equipment and compliance with the technological sequence of operations. An important direction for improving the technological process is the introduction of a specialized stand for assembling and disassembling the generator, which allows to increase the accuracy of work, reduce the labor intensity of repairs, and improve working conditions for employees.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Структура та характеристика підприємства ФОП Заболотний Андрій Миколайович	9
1.2 Характеристика автомобіля DAF XF480.....	11
1.3 Особливості сідлового тягача DAF XF 480 FT та основні технічні характеристики.....	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Конструкційні особливості системи електропостачання та її складових.....	18
2.2 Характеристики акумуляторних батарей.....	21
2.3 Автомобільний генератор, його переваги та недоліки.....	23
2.4 Компоненти системи електропостачання.....	26
2.5 Типові несправності системи електропостачання.....	28
2.6 Технологічний процес ремонту компонентів системи електропостачання автомобіля DAF XF480 та її діагностика.....	30
2.6.1 Методи та засоби діагностування.....	30
2.6.2 Діагностика акумуляторної батареї.....	31
2.6.3 Діагностика генератора та регулятора напруги.....	31
2.6.4 Діагностика електропроводки та з'єднань.....	32
2.6.5 Технологія ремонту акумуляторної батареї.....	32
2.6.6 Технологія ремонту генератора.....	33
2.6.7 Ремонт електропроводки та контактних з'єднань.....	33
2.6.8 Випробування після ремонту.....	34

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Янчук В.В.				Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання автомобіля DAF XF480 в умовах ФОП Заболотний Андрій Миколайович	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.	Котик М.І.							4	60
Реценз.						<i>ВСП «ТФК ТНТУ»ЕА-425ск</i>			
Н. Контр.									
Затверд.									

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	35
3.1 Аналіз пристроїв для діагностики компонентів системи електропостачання	35
3.2 Прилади та стенди для діагностики компонентів системи електропостачання.....	36
3.3 Розрахунок параметрів стенда для збирання і розбирання генератора.....	40
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	42
4.1 Економічна ефективність удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи електропостачання автомобіля DAF XF480.....	45
4.2 Розрахунок економічної ефективності використання стенду для ремонту генератора.....	46
4.3 Шляхи підвищення економічної ефективності ремонтної ділянки.....	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	50
5.1 Організація охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту системи електропостачання автомобіля DAF XF480.....	50
5.2 Розрахунок освітлення ремонтної ділянки.....	51
5.3 Пожежна безпека на ділянці ремонту електрообладнання.....	53
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	57
ДОДАТКИ.....	61

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Автомобільний транспорт у сучасних умовах є однією з основних складових економіки, адже саме він забезпечує перевезення вантажів, стабільність логістичних процесів та безперервність роботи підприємств різних галузей. Особливо важливе значення мають вантажні автомобілі великої вантажопідйомності, які щоденно виконують перевезення на значні відстані. Надійність та технічна справність таких транспортних засобів безпосередньо впливають на ефективність транспортного процесу, безпеку дорожнього руху, витрати підприємства та своєчасність доставки вантажів. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває питання вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту систем автомобіля, від яких залежить його стабільна та безпечна робота.

Однією з найважливіших систем сучасного вантажного автомобіля є система електропостачення. Вона забезпечує живлення всіх електричних та електронних пристроїв автомобіля, роботу систем освітлення, запуск двигуна, функціонування електронних блоків керування, систем безпеки, комфорту та контролю. В умовах стрімкого розвитку автомобільних технологій сучасні вантажні автомобілі оснащуються великою кількістю електронних компонентів, що значно підвищує вимоги до технічного обслуговування та ремонту електрообладнання. Будь-які несправності системи електропостачення можуть призвести до серйозних збоїв у роботі транспортного засобу, зменшення продуктивності, простоїв та значних матеріальних витрат.

Сучасний вантажний автомобіль DAF XF480 є прикладом високотехнологічного транспортного засобу, який поєднує економічність, потужність, надійність та високий рівень автоматизації. Автомобілі цієї моделі широко використовуються у сфері міжнародних та внутрішніх вантажних перевезень завдяки своїм технічним характеристикам, комфорту та ефективності експлуатації. Разом із тим складність електронних систем автомобіля потребує

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якісного та своєчасного технічного обслуговування, використання сучасного діагностичного обладнання та впровадження ефективних технологій ремонту.

Система електропостачення автомобіля включає в себе акумуляторні батареї, генератор, регулятор напруги, стартер, електропроводку, блоки запобіжників та інші елементи, які працюють у складних умовах експлуатації. Під час роботи вантажного автомобіля електрообладнання зазнає впливу вібрацій, перепадів температур, підвищеної вологості, механічних навантажень та інших негативних факторів. Усе це сприяє виникненню несправностей, які можуть проявлятися у вигляді порушення заряджання акумуляторної батареї, нестабільної роботи електронних систем, проблем із запуском двигуна чи виходу з ладу окремих електричних компонентів. Саме тому технічне обслуговування та ремонт системи електропостачення повинні проводитися відповідно до сучасних технологічних вимог та рекомендацій виробника.

В умовах діяльності ФОП Заболотний Андрій Миколайович важливим завданням є забезпечення високого рівня технічної готовності рухомого складу та мінімізація простоїв транспортних засобів. Ефективна організація процесу технічного обслуговування і ремонту дозволяє підвищити продуктивність роботи підприємства, знизити експлуатаційні витрати та забезпечити безпечну експлуатацію автомобілів. Особливу увагу при цьому необхідно приділяти саме системам електропостачення, оскільки від їхньої справності залежить робота практично всіх вузлів та агрегатів автомобіля.

Технологічний процес технічного обслуговування і ремонту включає в себе комплекс організаційних та технічних заходів, спрямованих на підтримання автомобіля у працездатному стані. До таких заходів належать діагностування електрообладнання, перевірка параметрів роботи генератора та акумуляторної батареї, контроль стану електропроводки, очищення та підтягування контактних з'єднань, заміна несправних елементів, використання спеціалізованих діагностичних приладів та інструменту. Важливе значення має також дотримання технологічної послідовності виконання робіт та застосування сучасних методів діагностики несправностей.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Сьогодні вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту неможливе без використання комп'ютерної діагностики, електронних сканерів, цифрових вимірювальних приладів та спеціалізованого програмного забезпечення. Сучасні системи діагностування дозволяють швидко виявляти несправності, контролювати параметри роботи електрообладнання та прогнозувати можливі відмови окремих компонентів. Використання таких технологій сприяє підвищенню якості ремонтних робіт, скороченню часу простою автомобіля та зменшенню витрат на технічне обслуговування.

Не менш важливим фактором є кваліфікація працівників, які виконують технічне обслуговування та ремонт електрообладнання. Сучасний рівень розвитку автомобільної техніки вимагає від персоналу глибоких знань будови електронних систем, уміння працювати з діагностичним обладнанням та навичок пошуку складних електричних несправностей. Тому вдосконалення технологічного процесу передбачає також підвищення професійного рівня працівників, удосконалення організації праці та впровадження сучасних методів технічного контролю.

Таким чином, удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи електропостачання сучасних вантажних автомобілів є важливим напрямом підвищення ефективності роботи автотранспортних підприємств. Впровадження сучасних методів діагностики, використання якісного обладнання, дотримання технологічних вимог та підвищення кваліфікації персоналу дозволяють забезпечити надійну та безпечну експлуатацію автомобілів, знизити експлуатаційні витрати та підвищити конкурентоспроможність підприємства.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Структура та характеристика підприємства ФОП Заболотний Андрій Миколайович

ФОП Заболотний Андрій Миколайович — це фізична особа-підприємець (форма власності — приватна), що зареєстрована відповідно до законодавства України й веде підприємницьку діяльність у сфері ремонту та технічного обслуговування автомобілів.

Підприємство функціонує як малий бізнес і спрямоване на задоволення потреб клієнтів у якісному технічному обслуговуванні та ремонті легкових автомобілів, отримання прибутку та підтримку довгострокових ділових відносин з замовниками [41].

Головні елементи характеристик підприємства. Назва: ФОП Заболотний Андрій Миколайович. Форма власності: фізична особа-підприємець. Основний вид діяльності: ремонт та технічне обслуговування автомобілів. Мета діяльності: отримання прибутку шляхом надання послуг з ремонту авто. Клієнт: фізичні особи — автовласники в регіоні [41].

Така характеристика відповідає загальним теоретичним визначенням підприємства як самостійного господарюючого суб'єкта, що виробляє продукцію (послуги) для задоволення потреб ринку та отримання прибутку [41].

Підприємство має просту організаційно-правову структуру, характерну для малого бізнесу — ФОП, що дає змогу власнику самостійно приймати рішення, ухвалювати управлінські та фінансові рішення без необхідності формального складного менеджменту чи багаторівневої ієрархії [42].

Це відповідає загальній характеристиці таких підприємств у вітчизняній практиці: для ФОП зазвичай властива лінійна або лінійно-функціональна організаційна структура управління, де власник-підприємець виконує роль керівника і координатора всіх функцій [42].

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Для малого сервісу з ремонту авто, як і для інших малих підприємств, характерна лінійна структура управління, де всі ключові рішення ухвалює власник підприємства — ФОП Заболотний А.М., а співробітники безпосередньо виконують функціональні обов'язки [42].

Функції ключових ланок:

- Власник (керівник): керує діяльністю підприємства, встановлює ціни та стандарти обслуговування, веде документообіг та взаємодію з постачальниками, контролює фінансові показники.
- Адміністративна/сервісна підтримка: прийом автомобілів, комунікація з клієнтами, оформлення замовлень.
- Технічний персонал (ремонтники): діагностика несправностей, ремонт деталей та агрегатів, техобслуговування авто.

Така структура забезпечує ефективну взаємодію всіх рівнів управління та чітке розмежування обов'язків [42].

Основна частина персоналу — це автомеханіки, діагност та, за потреби, адміністративний працівник, які виконують такі основні роботи: технічна діагностика автомобілів, ремонт двигунів, ходової частини, гальмівної системи, обслуговування та заміна витратних матеріалів, консультації клієнтів [42].

Для ФОП доцільно мати штат у межах 1–5 осіб, у залежності від навантаження бізнесу, де власник може поєднувати функції керівника та спеціаліста [42].

Для забезпечення діяльності підприємство має ремонтне приміщення (СТО, гараж), підйомники та домкрати, набір інструментів для ремонту, діагностичне обладнання, запасні частини та витратні матеріали [42].

Це є стандартною базою для обслуговування легкових автомобілів і дозволяє виконувати широкий спектр ремонтних робіт [42].

Основні функції підприємства [42]:

1. Збутова (маркетингова) — залучення клієнтів, просування послуг.
2. Виробнича — здійснення ремонтних та технічних робіт.
3. Фінансова — облік доходів і витрат, формування прибутку.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

4. Організаційна — планування робіт, управління персоналом.

Цей функціональний поділ відповідає класичним підходам в організації підприємства, де кожна із них сприяє ефективній діяльності та задоволенню клієнтських потреб [41].

1.2 Характеристика автомобіля DAF XF480



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд автомобіля DAF XF480 [32]

Важкі автомобілі серії 95 з'явилися в 1987 році, через десять років — в 1997 році представлено оновлену вантажівку, а до цифр в позначенні була приставлена аббревіатура XF (Extra Forte), що позначає створення особливо потужної моделі, тобто модель почала називатись 95XF. DAF XF отримали змінену кабінку Cabtec-cab і оснащення. При збереженні загального стилю 95-ї серії кабіна XF отримала більш високі двері, повністю закриті бічні щаблі і нове

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

оформлення передньої частини. Інтер'єр був повністю змінений відповідно до тогочасних тенденцій [33].

DAF XF оснащувався 6-ти циліндровими двигунами DAF XE об'ємом 12,58 л (375, 422, 476 і 523 к.с.) та двигуном Cummins 14,0 л (523 к.с.). Двигуни поставлялися з 16-ступінчастою механічною коробкою передач ServoShift з пневмопідсилювачем [33].

Шасі серії XF мають повну масу 18 (колісна формула 4x2), 25,7 (6x2), 26 (6x2), 26,5 (6x2 і 6x4), 32 (8x4) і 35,5 т (8x2). Сідлові тягачі виробляються з колісною формулою 4x2 (повна маса — 18 т, у складі автопоїзда — 40 т), 6x2 (від 23 до 26 т, у складі автопоїзда — 44 т), 6x4 (26 т, у складі автопоїзда — 60 т) і 8x4 (36 т, у складі автопоїзда — 50 т). Колісна база у шасі становить від 4,2 до 6,9 м, у двовісних сідельних тягачів — 3,6 і 3,8 м, у тривісних — від 3,1 до 4,55 м, у чотиривісних — 4,6 м [33].

Для машин передбачено два варіанти двоспальних кабін шириною 2490 мм: XF Space Cab внутрішньою висотою 1885 мм і XF Super Space Cab — 2255 мм (внутрішній об'єм дорівнює 1,1 м³). Кабіни до цього дня вважаються одними з найбільш комфортних. Рівень шуму в салоні не перевищує 66 дБ (А) при швидкості 85 км/год [33].

На автомобілі встановлюються 6-циліндрові 24-клапанні дизелі DAF робочим об'ємом 12,6 л і потужністю 381, 428, 483 і 530 к.с. Двигуни, обладнані фірмовою системою впорскування палива UPEC, в якій застосовуються форсунки з електронно-керованими індивідуальними насосами, відповідають нормам Євро-3. Витрата палива при оборотах колінвала 1200 об/хв для 381-сильного двигуна становить 196, для 428-сильного — 195, для двох найпотужніших — 192 г/кВт*год [33].

Двигуни компонуються з 16-ступінчастою механічною коробкою передач ServoShift або роботизованою AS-Tronic. Задній міст DAF забезпечений гіпоідною передачею. На автомобілі, призначені для експлуатації по поганих дорогах, встановлюються колісні редуктори [33].

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

На всіх виконаннях ставляться вентильовані дискові гальма спереду і ззаду. На автомобілі встановлені електронна система гальм EBS, включаючи ABS, протибуксовочна система ASR і система екстреного гальмування Brake Assist. Як опція встановлюється система курсової стабілізації руху VSC [33].

Поява в 2005 році серії XF з новим двигуном було викликано необхідністю створення нової флагманської вантажівки, що відповідає вимогам норм Євро-4/Євро-5. Ця найбільш сучасна і дорога серія, таким чином, не замінює вантажівки XF, які будуть випускатися для країн, де продовжують діяти норми Євро-3 [33].

Зовні автомобіль XF відрізняють новий дизайн сталевого бампера з чотирма круглими протитуманними фарами, решітка радіатора великого розміру, інкрустована алюмінієвої декоративної смужкою, нові бічні і задні дзеркала заднього виду, виконані в колір кабінки, ксенонові блок-фари, а також додаткові прожекторні фари, інтегровані в дах кабінки Super Space Cab [33].

Принциповою відмінністю інтер'єру кабінки XF, в порівнянні з XF, є сильно зменшений горбок тунелю підлоги, що пов'язано із застосуванням нових двигунів PACCAR MX, мають меншу висоту, ніж у двигунів DAF. Панель приладів оформлена багатше — під алюміній або дерево. Крім того, на щитку приладів розташувався додатковий стрілочний показчик рівня добавки AdBlue у «сечовинному» баку [33].

Мотори PACCAR MX, що встановлюються на машини XF, мають потужність 410, 460 і 510 к.с. Ємність баку з добавкою AdBlue становить 50 або 75 л (бака з таким обсягом може вистачити на 4,5 тис. км пробігу) [33].

У 2006 році відбулася світова прем'єра системи телематики DAF, призначеної для обміну даними і управління парком рухомого складу [33].

Система складається з вдало вбудованого в один з трьох слотів стандарту DIN на приладовій панелі автомобілів XF (а також CF), бортового комп'ютера і Інтернет порталу. З'єднання вантажівки і бази здійснюється за допомогою

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

системи GPRS, за допомогою якої передається інформація про можливість зміни маршруту і про поїздку в цілому [33].

Унікальність системи телематики полягає в можливості з'єднання навігації з обміном повідомленнями. Ця функція дозволяє відправляти з транспортної компанії в систему, встановлену на борту вантажного автомобіля, що перебуває у рейсі, найкращий маршрут руху, який може автоматично відображатися на екрані перед водієм. Окрім обміну повідомленнями та навігації, можливий пошук вкраденого автомобіля, контроль температури вантажу і т. ін [33].

У 2012 році DAF показав нове покоління флагманського DAF XF Euro 6 в Ганновері. Виробництво нових вантажівок розпочалося навесні 2013 року. Оновлений тягач отримав змінене оформлення передньої частини, що зробило його більш аеродинамічним. Нова решітка радіатора крім сучасного дизайну забезпечує найкраще охолодження двигуна і оптимізує повітряні потоки [33].

Як і в попередньої моделі в дах кабіни XF Super Space Cab вмонтовані додаткові прожекторні фари. Вантажівка отримала модернізовані 6-циліндрові дизельні двигуни PACCAR MX-13 об'ємом 12,9 літра, що відповідають стандарту Євро-6, в наступних варіантах потужності: 410 к.с., 460 к.с. і 510 к.с. Двигуни призначені для 1 600 000 кілометрів пробігу [33].

Потужність двигуна передається на задні колеса через 12 або 16-ступінчасту механічну коробку передач, чи 12, або 16-ступінчасту автоматичну коробку передач виробництва ZF Friedrichshafen. Ємність паливного бака має максимум 1500 літрів [33].

DAF представив нове покоління топової моделі XF навесні 2017 року. Вантажівка отримала оновлені двигуни, елементи трансмісії і нові аеродинамічні елементи. Все це дозволило скоротити витрату палива на 7 %. Сідлові тягачі та шасі нового покоління легші за попередні і отримали оновлений дизайн інтер'єру та екстер'єру [33].

Застосування нового більш ефективного турбокомпресора для двигуна PACCAR MX, нового покоління системи EGR і інноваційної конструкції клапанів дозволило зробити роботу двигуна більш оптимальною. Термальна

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

ефективність була вдосконалена за допомогою застосування оновлених елементів, таких як поршні і інжектори. Підвищили ступінь стиснення [33].

Основним завданням при доопрацюванні двигунів було домогтися зниження робочого діапазону оборотів, щоб отримати кращу в класі ефективність. Максимальний крутний момент для RACCAR MX-11 і MX-13 був підвищений і досягається вже з 900 об/хв. Найпотужніший дизель RACCAR MX-13 розвиває потужність 530 к.с. і 2600 Нм при 1000—1460 об/хв [33].

Задня вісь також зазнала деяких доопрацювань: передавальне число головної передачі знизили до 2.05: 1, що дозволяє їхати на крейсерській швидкості 85 км/год при 1000—1040 об/хв. Двигуни поєднуються з новітньою 12-ступінчастою автоматизованою коробкою передач TraXon, або з 16-ступінчастою в якості опції. Електронні системи EcoRoll і Dynamic Cruise оновили до останніх версій [33].

DAF XF 480 FT 4X2 — це втілення надійності, комфорту та інноваційних технологій, які створюють ідеальний баланс між продуктивністю та економічністю. Ця вантажівка є одним із найкращих варіантів для далеких перевезень, адже вона поєднує в собі продуману аеродинаміку, потужний двигун і зручний салон для водія [34].

Кабіна Space Cab виконана з високоякісних матеріалів, її ширина становить 2490 мм, що забезпечує просторий інтер'єр і комфортне розташування всередині. Зовнішній вигляд автомобіля доповнюється оцинкованим сталевим бампером, тонованим склом та електросклопідйомниками. Завдяки 4-точковій механічній підвісці кабіна має вбудовані амортизатори, що не потребують обслуговування, а прозорий сонцезахисний козирок зеленого кольору покращує захист від сонячного світла. Галогенні фари з двома відбивачами та ударостійкими лінзами Lexan забезпечують відмінне освітлення дороги в темний час доби, а денні ходові вогні з чотирма світлодіодами з обох боків надають сучасного вигляду. Додатково встановлені блок-фари на бампері з протитуманними ліхтарями та освітленням поворотів, що значно покращує безпеку руху [34].

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Аеродинаміка моделі вдосконалена завдяки регульованому спойлеру даху та бічним обтічникам. Це зменшує опір повітря та сприяє паливній економічності. Колір кабіни Brilliant White гармонійно поєднується із сірим шасі та чорними елементами, такими як повітрязабірник, дверні ручки та кожухи дзеркал. Салон кабіни оформлений у темних відтінках, що створює затишну атмосферу. Чорне кермо з м'якою обробкою приємне на дотик, а внутрішнє оздоблення Delta Black додає елегантності. Водійське сидіння Luxury Air з пневматичною підвіскою має високу спинку та регулювання плечової опори, а також оснащено двоступінчастим підігрівом для максимального комфорту в холодну пору року. Матеріал оббивки Marilyn та текстильні вставки забезпечують довговічність і зносостійкість. Для другого водія передбачено сидіння з високою фіксованою спинкою, регульованим підлокітником та якісною оббивкою, що відповідає стандартам ергономіки [34].

У кабіні передбачено місткі відсіки для зберігання, зокрема під спальним місцем знаходяться закриті та відкриті відсіки різної місткості, що дозволяють зручно розмістити всі необхідні речі. Також є холодильна скринька об'ємом 42 літри, що ідеально підходить для зберігання їжі та напоїв під час тривалих поїздок. Нижнє спальне місце оснащено стандартним поролоновим матрацом, а верхній спальний відсік має додатковий захист у вигляді сітки. Для більшого комфорту встановлено шторки на вітровому та бокових вікнах, а також перегородку між робочою зоною та зоною відпочинку [34].

Система клімат-контролю АТС автоматично підтримує обрану температуру в кабіні, а водоповітряний додатковий обігрівач потужністю 3,8 кВт із насосом залишкового тепла гарантує оптимальні умови навіть у найсуворіші зимові місяці. Фільтрпилку з активованим вугіллям ефективно видаляє відпрацьовані гази та неприємні запахи, покращуючи якість повітря всередині кабіни. Додатково встановлений електроприводний скляний люк на даху. DAF XF 480 FT 4X2 оснащений сучасною інформаційно-комунікаційною системою, включаючи цифровий тахограф, універсальний роз'єм FMS і підготовку для супутникового зв'язку. Радіоприймач із USB-програвачем, акустична система з

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

двома динаміками та стандартні антени забезпечують якісний звук і стабільний зв'язок. Інтерактивна система Driver Performance Assistant (DPA) допомагає водію оптимізувати стиль керування для економії пального та підвищення ефективності [34].

Безпека вантажівки знаходиться на найвищому рівні завдяки нічному замиканню DAF, аварійному молотку та системі попередження про залишення смуги руху. Система курсової стійкості (VSC) підвищує безпеку руху, зменшуючи ризик заносу та перекидання. Додатковий звуковий сигнал попереджає про рух заднім ходом, а система ACC із функцією прогнозування круїз-контролю дозволяє ефективно керувати швидкістю з урахуванням рельєфу дороги. Ходова частина включає передню вісь 163N з параболічною підвіскою, що витримує навантаження до 8 тонн. Провідна задня вісь SR1344 оснащена регульованою пневматичною підвіскою, що забезпечує максимальне навантаження до 13 тонн та механічне блокування диференціала. Моніторинг навантаження на вісь дозволяє контролювати розподіл ваги між вантажівкою та напівпричепом. Колеса з шинами Goodyear розміром 385/65R22.5 на передній осі та 315/70R22.5 на задній гарантують високу зносостійкість і чудове зчеплення з дорогою [34].

DAF XF 480 FT 4X2 — це ідеальний вибір для тих, хто шукає потужну, економічну та безпечну вантажівку для далеких перевезень. Завдяки сучасним технологіям, продуманому дизайну та комфорту вона забезпечує відмінні умови для роботи водія та максимальну продуктивність у щоденних перевезеннях [34].

1.3 Особливості сідлового тягача DAF XF 480 FT та основні технічні характеристики

Двигун та продуктивність. Оснащений 6-циліндровим двигуном PACCAR MX-13 об'ємом 12,9 л, що розвиває 480 к.с. (353 кВт) і максимальний крутний момент 2500 Н·м при низьких обертах. Відповідає екологічному стандарту Euro 6, що забезпечує низькі викиди. Система Common Rail забезпечує ефективне

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

впорскування пального, знижуючи витрати дизеля. Інтелектуальна система керування двигуном DAF оптимізує потужність та ефективність споживання пального [34].

Трансмісія та ходова частина: Автоматизована коробка передач ZF TraXon (12 або 16-ступенева), що забезпечує плавне перемикання. Конфігурація 4x2 – оптимальна для перевезення вантажів на великі відстані. Передня підвіска пневматична або ресорна, задня – пневматична, що підвищує комфорт і стабільність. Високоєфективна система гальм PACCAR з дисковими гальмами [34].

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики сідлового тягача DAF XF 480 FT [34]

Параметр	Показник
Двигун	PACCAR MX-13, 6-циліндровий, 12,9 л
Потужність	480 к.с. (353 кВт)
Крутний момент	2500 Н·м
Екологічний стандарт	Euro 6
Система впорскування	Common Rail
Трансмісія	Автоматизована ZF TraXon, 12 або 16 передач
Повна маса	19 500 кг
Конфігурація ходової частини	4x2
Передня підвіска	Пневматична або ресорна
Задня підвіска	Пневматична
Гальмівна система	Дискові гальма PACCAR
Кабіна	Super Space Cab або Space Cab
Система круїз-контролю	Predictive Cruise Control (PCC)
Економічні режими	DAF Eco Mode
Система моніторингу	DAF Connect
Системи безпеки	ACC, LDWS, TPMS, City Turn Assist

Кабіна та комфорт водія: Простора кабіна Super Space Cab або Space Cab із великою висотою стелі для максимального комфорту. Покращена шумоізоляція, що забезпечує тиху та спокійну їзду. Система DAF Night Lock для безпеки під час зупинок. Ергономічне робоче місце з цифровою панеллю приладів, адаптивним круїз-контролем і сучасною мультимедійною системою. Ліжко преміум-класу з ортопедичним матрацом для комфортного відпочинку [34].

Ефективність та інновації: Система Predictive Cruise Control (PCC) – аналізує рельєф дороги і підлаштовує швидкість для економії пального. DAF Eco Mode – знижує витрати пального та мінімізує знос компонентів двигуна. Intelligent Driveline System (IDS) – оптимізує роботу трансмісії. Система DAF Connect – дозволяє віддалено моніторити стан автомобіля та аналізувати ефективність роботи [34].

Безпека: Адаптивний круїз-контроль (ACC) з функцією екстреного гальмування. Lane Departure Warning System (LDWS) – попереджає про схід зі смуги. Система моніторингу тиску в шинах (TPMS). DAF City Turn Assist – допомагає контролювати мертві зони в міському трафіку [34].

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Конструкційні особливості системи електропостачання та її складових

Система електропостачання автомобіля працює за доволі зрозумілим, але важливим принципом. Вона має два основні джерела електроенергії — це акумуляторна батарея та генератор. Їхня взаємодія побудована таким чином, щоб забезпечити безперебійну подачу струму до всіх електричних споживачів, незалежно від того, чи працює двигун, чи ні. [7]

Коли автомобіль стоїть із вимкненим двигуном, усі електричні системи, яким потрібне живлення (наприклад, сигналізація, освітлення салону, аудіосистема або центральний замок), отримують струм виключно від акумулятора. У цьому режимі акумулятор поступово розряджається, тому тривале використання електроприладів у нерухомому автомобілі може призвести до того, що двигун потім не вдасться запустити. [7]

При повороті ключа в замку запалювання в положення старт, акумулятор подає значну порцію струму на стартер. Стартер — це електродвигун, який обертає колінчастий вал двигуна, щоб запустити процес згорання паливоповітряної суміші. У цей же момент вмикаються інші системи, зокрема електронний блок керування двигуном, система запалювання (в бензинових авто) або свічки розжарювання (в дизельних). [7]

Як тільки двигун запускається і починає працювати самостійно, в роботу вступає генератор. Він з'єднаний з колінчастим валом через ремінний привід і починає обертатися разом з ним. Завдяки обертанню всередині генератора виникає змінний електричний струм, який потім перетворюється на постійний за допомогою спеціального випрямляча — діодного моста. Регулятор напруги, який теж входить до складу системи, стабілізує струм на рівні близько 14 вольт, щоб не пошкодити чутливу електроніку й не допустити перезаряду акумулятора. [8]

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Після цього всі основні споживачі автомобіля — освітлення, електронні блоки, вентилятори, магнітола, електропідйомники тощо — починають живитися від генератора. Одночасно надлишок енергії спрямовується на підзарядку акумуляторної батареї. Якщо навантаження в системі раптово зростає (наприклад, увімкнено обігрів скла, фари, кондиціонер), і генератор не встигає виробити достатню кількість струму, частину електроенергії тимчасово бере на себе акумулятор. [7]

У випадку, якщо генератор або регулятор напруги виходить із ладу, живлення знову повністю переходить на акумулятор. Але в такому режимі автомобіль зможе працювати лише обмежений час, поки батарея не розрядиться. Саме тому на панелі приладів передбачений індикатор у вигляді значка акумулятора — якщо він світиться при працюючому двигуні, це сигнал про проблему в системі електропостачання. [7]

Таким чином, система електропостачання автомобіля працює автоматично, забезпечуючи живлення всіх вузлів у різних режимах. Вона гнучко перемикається між джерелами енергії залежно від умов, і при справній роботі водій навіть не помічає, як складно і точно вона керує електроенергією в усьому транспортному засобі. [8]

2.2 Характеристики акумуляторних батарей

Полярність вказує на розташування негативного і позитивного виводів батареї. Вона буває прямою і зворотною. [43]

Щоб дізнатися полярність вашої АКБ, встановіть її до себе тим боком, ближче до якого зміщені виводи. Подивіться, котрий із виводів позначений знаком «+», а котрий — знаком «-». Якщо «+» знаходиться ліворуч, значить полярність пряма, якщо праворуч — зворотна. [43]

Номінальна ємність (позначається C20) — кількість електрики (в ампер-годинах), яку здатна віддати АКБ при 20-годинному режимі розряду струмом,

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

що чисельно дорівнює 0,05 номінальної ємності до напруги на виводах 10,5 В при температурі електроліту 25 °С. [43]

Потрібно завжди пам'ятати, що на автомобіль треба встановлювати АКБ тієї ємності, яка вказана заводом-виробником транспортного засобу. Загалом нічого страшного не станеться, і перший час буде радувати жвавий пуск двигуна, але не варто забувати про те, що можливості генератора не безмежні, а умови експлуатації автомобіля можуть бути у край суворі. Як наслідок, батарея більшої ємності буде постійно недоотримувати енергію для відновлення — не заряджатиметься на 100%, що незабаром призведе до виходу її з ладу. [43]

Резервна ємність (позначається C_p) — час розряду в хвилинах повністю зарядженої батареї струмом 25 А до напруги 10,5 В при температурі електроліту 25 °С. [43]

Резервна ємність в 1,63 разу більша за номінальну в числовому вираженні (так, для АКБ ємністю 55 ампер-годин вона становить приблизно 90 хвилин). Це час, протягом якого повністю заряджена батарея може забезпечувати електроенергією мінімальну кількість споживачів, необхідних для безпечного руху автомобіля в разі відмови генератора. [43]

Струм холодної прокрутки (Іх.п.) — за ДСТУ 959-2002 це струм розряду, який здатна віддати батарея при температурі електроліту -18 °С протягом 10 секунд при нарузі не менше 7,5 В. Що вищий цей параметр, то краще двигун буде пускатися взимку, однак через збільшення навантаження на стартер може знизитися його ресурс (таблиця 2.1). [43]

Таблиця 2.1 – Відповідність значень струму холодної прокрутки, визначеного за різними стандартами

DIN 43559	170	200	225	255	280	310	335	365	395	420
EN 60095-1,	280	330	360	420	480	520	540	600	640	680
SAE J537	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750

Величина струму холодної прокрутки залежить від методики її вимірювання. Приблизну відповідність значень струму холодної прокрутки, визначеного за різними стандартами, наведено в таблиці. [43]

Одним із основних показників, що характеризують робочий стан АКБ, є щільність електроліту. Вона має бути завжди в певному діапазоні. Якщо АКБ малообслуговувані, то влітку щільність трохи знижують, а ось узимку, щоб запобігти ймовірності замерзання електроліту, підвищують. [43]

Щільність електроліту вимірюється спеціальним приладом — ареометром. Припустімо, ви вирішили замінити джерело живлення. Прийшовши, наприклад, до магазину автозапчастин, визначилися з моделлю. Тепер уважніше. Запитайте спочатку: АКБ сухозаряджений (без електроліту) чи залитий електролітом і заряджений? У першому випадку термін зберігання на складі не має перевищувати 3 роки, у другому — півроку. [43]

Подивіться на дату виготовлення АКБ і, якщо з дати виробництва минуло вже більше року, виконайте, по можливості, такі перевірки: огляньте корпус на наявність пошкоджень; [43]

Для залитих і заряджених: рівень електроліту має бути між помітками «Min» та «Max» (корпус із напівпрозорого пластика) або бути вищим приблизно на 15—20 мм від верхнього торця пластин; щільність електроліту має становити 1,25—1,26 г/см³ при 25 ± 5 °С. [43]

2.3 Автомобільний генератор, його переваги та недоліки

Автомобільний генератор - це електричний пристрій, що забезпечує перетворення механічної енергії обертання колінчастого вала двигуна автомобіля в електричну енергію [8].

Генератор - один з ключових елементів технічної начинки сучасного автомобіля, від справності і чіткості роботи якого безпосередньо залежить сама можливість руху машини. Власнику авто для кращого розуміння багатьох аспектів експлуатації транспортного засобу важливо розуміти особливості

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

конструкції і принцип роботи автогенератора, його можливі несправності. Це все для того, щоб не залишитися без машини в самий невідповідний момент [8].

Автомобільний генератор використовується для живлення практично всіх електроспоживачів, таких як система запалювання, автомобільна світлотехніка, бортовий комп'ютер, система діагностики і інші, а також для заряду автомобільного акумулятора [8].

Таким чином, основними функціями автомобільного генератора є [8]:

- підзарядка акумулятора;
- живлення електрообладнання, встановленого в автомобілі.

До автомобільних генераторів автовиробники пред'являють високі вимоги по надійності, так як генератор забезпечує безперебійну роботу більшості компонентів сучасного автомобіля [8].

Конструктивно генератор розташовується, як правило, в передній частині двигуна і приводиться в дію від колінчастого вала. На сучасних гібридних автомобілях генератор виконує також функції стартера (стартер-генератор). Аналогічна схема використовується в деяких конструкціях системи стоп-старт [8].

Всі несправності генератора умовно можна розділити на дві групи — механічні і електричні. До перших відносяться порушення корпусу приладу, поломка кріплень, підшипників, прижимних пружинок щіток, обгонної муфти або шківів і других деталей, а до других — обриви і замикання обмотки, поломка діодного моста і реле-регулятора, знос вугільних щіток [10].

Несправності генератора можуть проявлятися по-різному, проте в більшості випадків вони не приходять раптово. При належній спостережливості у водія транспортного засобу є час, щоб помітити, що насувається поломка і мінімізувати неприємності. Отже, основні ознаки проблем з генератором [10]:

Одна з основних ознак поломки генератора - невпевнений пуск двигуна автомобіля. Коли генератор перестає працювати правильно, акумулятор недоотримує заряд і втрачає можливість нормально прокручувати стартер.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Розряджений акумулятор - це в більшості випадків прямий наслідок поломки генератора [10].

Наступний симптом можна спостерігати в темний час доби. Фари автомобіля починають світитися тьмяно, або змінюють ступінь яскравості в залежності від оборотів двигуна і навантаження на електричну систему. Також неполадки можна помітити по підсвічуванню приладової панелі і приладів освітлення салону - всі вони точно так само змінюють яскравість [10].

Піктограма у вигляді акумулятора, що горить або мерехтить, на панелі приладів говорить про те, що у вашої машини серйозні проблеми - акумулятор більше не заряджається належним чином. Як правило, з піктограмою, що світиться, авто зможе їхати рівно до тих пір, поки батарея не розрядиться повністю і не перестане давати іскру на свічки запалювання [10].

Нерідко з-під капота непрогрітого автомобіля чується неприємний свист. Він виникає в тому випадку, якщо привідний ремінь, що приводить в рух ротор генератора, натягнутий слабо. На багатьох сучасних автомобілів цей же ремінь пускає в хід і інші пристрої (насос гідропідсилювача керма і компресор кондиціонера), і натягується автоматично. На більш простих моделях автонатягувач не передбачений конструкцією - з часом ремінь розтягується і вимагає ручного регулювання натягу [10].

Характерний димок і неприємний запах від приводного ремня, або відшарування від нього доріжок і шматків гуми - ознака підклинювання якогось навісного агрегату (в тому числі генератора), або обвідних роликів. На деяких моделях обрив привідного ремня не просто призводить до відключення генератора, але також може бути причиною набагато більш серйозних бід. Якщо ремінь перегрівається або мимовільно руйнується, обов'язково перевірте шків генератора – він повинен обертатися легко і не перекошуватися під навантаженням [10].

Всередині генератора встановлені підшипники кочення. Ці деталі отримують дуже високі навантаження і працюють в умовах підвищених температур. Після деякого часу вони сильно зношуються і втрачають мастило,

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

що призводить до появи шуму, перекоосу і підclinювання ротора, або до повного руйнування підшипників. Ще однією причиною шуму може бути зношена обгонна або демпферна муфта. Вона може деформуватися і перестати виконувати свою функцію [10].

Дещо іншим стає характер сторонніх звуків в разі замикання обмотки статора. Виявляється він характерним електричним виттям, подібним до того, який виходить від електродвигунів громадського транспорту - тролейбусів, трамваїв або електричок [10].

Генератор автомобіля, як і будь-який інший механічний і/або електричний вузол автомобіля, потребує систематичного обслуговування, діагностики і ремонту. Тому дуже бажано хоча б раз в 100 тисяч кілометрів пробігу проводити дефектовку і ремонт генератора зі зняттям його з автомобіля [10].

2.4 Компоненти системи електропостачання

Система електропостачання сучасного автомобіля складається з такого обладнання: монолітної кислотної акумуляторної батареї АКБ, генератора змінного струму Г з потужним випростувачем В та електронним регулятором напруги РН (рис. 2.1), електричних та електронних пристроїв, які забезпечують нормальне функціонування всієї системи в цілому. Джерела живлення бортової електромережі автомобіля: акумуляторна батарея АКБ і генератор Г - з'єднані зустрічно-паралельно [11].

Система електропостачання працює так. Якщо ротор генератора не крутиться (двигун ДВЗ не запущено), то споживачі електроенергії живляться від АКБ ($U_H = U_B$; $I_H = I_B$). Якщо після пуску двигуна ДВЗ напруга генератора U_g є менша від напруги U_E АКБ, то бортові споживачі живитимуться далі від АКБ ($U_H = U_E$; $I_H = I_B$). Коли напруга генератора зростає і досягне значення напруги АКБ, тоді $U_H = U_E = U_r$ [11].

Для зустрічно паралельного з'єднання АКБ і генератора та з умови рівності їх напруг струму зарядження акумуляторної батареї не буде ($I_3 = 0$). Бортові

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

споживачі живляться від обох джерел: АКБ і генератора ($I_n = I_B + I_G$)- Частота обертання ротора генератора підбирається дещо нижчою від граничних обертів неробочого ходу прогрітого ДВЗ. З моменту досягнення колінчастим валом обертів, вищих від граничних обертів неробочого ходу, напруга генератора стане більшою від напруги АКБ ($U_G > U_E$). Регулятор РН, споживаючи струм I_p від генератора, стабілізуватиме його напругу зі збільшенням обертів ДВЗ. Тепер генератор живить усі кола споживачів електро енергії і починає заряджати АКБ ($I_G = I_n + I_p + I_z$) [11].

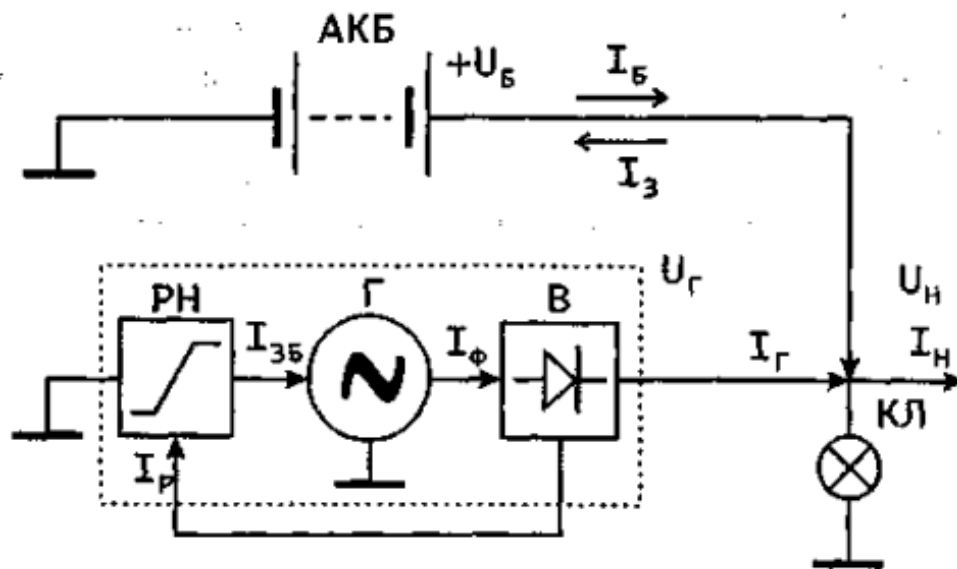


Рис. 2.1 – Система електропостачання з генератором змінного струму

На рисунку позначено: АКБ - акумуляторна батарея з напругою U_B ; РН - регулятор напруги генератора; I_p - струм вмикання регулятора РН; Г - генератор змінного струму; В - випростувач; U_G та I_G - відповідно постійна напруга та постійний струм генератора; КЛ - контрольна лампа генератора; I_B - струм від АКБ; $I_{зБ}$ - струм обмотки збудження генератора; $I_φ$ - змінний струм генератора; I_n та U_n - відповідно струм навантаження та напруга в бортмережі автомобіля[11].

Напруга на навантаженні дорівнює напрузі генератора ($U_n = U_G$), а її значення визначається та підтримується регулятором напруги РН. Струм

генератора I_g на високих обертах ДВЗ залишається незмінним. В сучасних потужних генераторах змінного струму максимальне значення струму I_g може досягати 100 А. Зазначимо, що заряджання АКБ на автомобілі проводиться з постійною напругою. АКБ сильно розряджена, струм заряду I_z може стати великим. Якщо номінальна ємність АКБ не узгоджена з максимальним струмом генератора, може бути перегрівання сильно розрядженої батареї на початку її заряджання, або постійне недозарядження АКБ, що знижує термін її служби. Автомобільний генератор і АКБ потрібно підбирати за струмовим параметром генератора та номінальною ємністю батареї (підконтрольна лампа КЛ роботи генератора (заряджання) працює за принципом "так" - "ні", і сигналізує, що в системі електропостачання існують неполадки, але без визначення причини і місця їх знаходження. Тому більш досконалим способом контролю є включення в систему електропостачання двох приладів: вольтметра і амперметра [11].

Така система дає змогу, по перше, контролювати зарядний струм і підтримувану напругу на генераторі. По-друге, можна визначити, де і що саме вийшло з ладу. Наприклад, вольтметр характеризує режим заряджання акумуляторної батареї і нормальну роботу генератора і регулятора напруги [11].

Якщо покази вольтметра малі, то несправний регулятор напруги або сам генератор. Велика напруга на вольтметрі означає неправильне налагодження регулятора напруги або неполадки в колі генератор-регулятор [11].

2.5 Типові несправності системи електропостачання

Як і будь-яка інша автомобільна система, система електропостачання має свої слабкі місця. З плином часу або внаслідок зовнішніх факторів у ній можуть виникати характерні несправності, які впливають як на запуск двигуна, так і на стабільну роботу електрообладнання під час руху. [10]

Однією з найпоширеніших проблем є знос або сульфатація акумуляторної батареї. Через старіння чи неправильну експлуатацію АКБ втрачає здатність накопичувати заряд. Це проявляється в тому, що автомобіль важко заводиться,

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

особливо в холодну пору року. Часто водії скаржаться на ситуації, коли після кількох хвилин роботи магнітоли або габаритних вогнів із вимкненим двигуном автомобіль вже не вдається запустити — це прямий наслідок ослабленої батареї. [10]

Ще одна часта причина несправностей — вихід з ладу генератора або регулятора напруги. З часом щітки генератора зношуються, підшипники можуть почати шуміти, а сам пристрій перестає стабільно подавати струм. В результаті на панелі приладів загоряється лампочка акумулятора, або ж починаються стрибки напруги — блимають фари, «глючить» панель приладів. Іноді генератор продовжує працювати, але не дає достатньої напруги для зарядки АКБ. Це досить підступна несправність, оскільки акумулятор поступово розряджається, а водій може цього не помітити, поки авто повністю не зупиниться. [10]

Також трапляються пошкодження або корозія контактів і масових з'єднань. Часто спостерігається окислення клем акумулятора, що спричиняє поганий контакт, особливо у вологих умовах. Через це можуть періодично зникати окремі електричні функції, або двигун узагалі не запускається. Аналогічна ситуація може виникати і з масовими проводами кузова та двигуна — іржа, слабкий контакт або злам проводу викликає перебої в роботі всієї системи. [5]

Ще однією типовою несправністю є вихід з ладу реле або запобіжників, особливо якщо електромережа була перевантажена (наприклад, через підключення потужної акустичної системи або додаткових світлових приладів без належного захисту). Реле можуть розташовуватись у відносно вразливих місцях, де на них потрапляє волога або бруд, що призводить до їх окислення чи залипання. [6]

У деяких випадках несправності виникають через замикання в проводці, особливо якщо авто має вже значний вік або піддавалось неякісному ремонту. Пошкоджена ізоляція, некоректно встановлені додаткові пристрої (сигналізація, сабвуфер, зарядні порти) — усе це може спричинити коротке замикання, вибивання запобіжників і навіть загоряння. [10]

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Таким чином, система електропостачання хоча й є досить надійною за конструкцією, однак вимагає регулярного обслуговування — перевірки стану акумулятора, щіток генератора, контактів, цілісності проводки та правильності роботи реле. Вчасна діагностика й профілактика здатні запобігти більшості цих проблем і забезпечити надійну роботу електрообладнання автомобіля навіть за складних умов експлуатації. Її правильна експлуатація та своєчасне обслуговування мають ключове значення для стабільної роботи всіх електросистем автомобіля. [12]

2.6 Технологічний процес ремонту компонентів системи електропостачання автомобіля DAF XF480 та її діагностика

2.6.1 Методи та засоби діагностування

Діагностика системи електропостачання автомобіля DAF XF480 є важливим етапом технічного обслуговування, оскільки дозволяє своєчасно виявити несправності та запобігти відмовам електрообладнання під час експлуатації. Система електропостачання вантажного автомобіля працює в умовах значних навантажень, вібрацій та перепадів температур, що підвищує вимоги до її надійності [4].

Основними методами діагностики є:

- візуальний контроль;
- інструментальний контроль;
- комп'ютерна діагностика;
- функціональні перевірки під навантаженням.

До основних засобів діагностування належать:

- мультиметри;
- навантажувальні вилки для АКБ;
- діагностичні сканери;
- тестери генераторів;

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- вимірювачі струму витоку.

Застосування сучасних діагностичних приладів дозволяє підвищити точність оцінки технічного стану елементів системи електропостачання та скоротити час ремонту [3].

2.6.2 Діагностика акумуляторної батареї

Акумуляторна батарея є основним джерелом електроенергії під час запуску двигуна та при непрацюючому генераторі. На автомобілі DAF XF480, як правило, використовується батарея напругою 24 В, що складається з двох 12-вольтових АКБ, з'єднаних послідовно [13].

Діагностика АКБ включає такі етапи:

1. Огляд зовнішнього стану — перевірка корпусу, клем, наявності окислення.
2. Перевірка рівня та густини електроліту (для обслуговуваних батарей).
3. Вимірювання напруги холостого ходу.
4. Перевірка під навантаженням.
5. Оцінка струму витоку.

Нормальна напруга справної батареї без навантаження повинна становити не менше 12,6 В (для однієї АКБ). Падіння напруги нижче нормативних значень свідчить про знос або несправність батареї [14].

2.6.3 Діагностика генератора та регулятора напруги

Генератор автомобіля DAF XF480 забезпечує живлення електроспоживачів та заряд акумуляторної батареї під час роботи двигуна. Його справність є критично важливою для стабільної роботи всієї електросистеми [15].

Діагностика генератора включає:

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- перевірку натягу приводного ременя;
- вимірювання напруги зарядки;
- перевірку струму навантаження;
- аналіз роботи регулятора напруги.

Нормальне значення напруги зарядки має бути в межах 27,0–28,5 В при працюючому двигуні. Відхилення від цього діапазону свідчить про несправність регулятора напруги або генератора [4].

2.6.4 Діагностика електропроводки та з'єднань

Електропроводка вантажного автомобіля працює в складних умовах експлуатації, що може призводити до порушення ізоляції, окислення контактів та обривів ланцюгів [16].

Основні операції діагностики:

- візуальний огляд проводів;
- перевірка цілісності ланцюгів;
- вимірювання опору;
- перевірка якості заземлення («маси»).

Виявлені дефекти електропроводки можуть бути причиною нестабільної роботи електросистем та потребують негайного усунення.

2.6.5 Технологія ремонту акумуляторної батареї

Ремонт АКБ передбачає комплекс робіт, спрямованих на відновлення її працездатності або підготовку до заміни. Основними видами робіт є:

- очищення корпусу та клем;
- відновлення контактних з'єднань;
- заряджання батареї;
- заміна несправних елементів (у межах допустимого) [13].

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

У разі значного зносу або механічних пошкоджень АКБ підлягає заміні, оскільки подальша експлуатація є економічно недоцільною [7].

2.6.6 Технологія ремонту генератора

Ремонт генератора включає:

- демонтаж з автомобіля;
- розбирання;
- дефектацію деталей;
- заміну зношених підшипників, щіток, діодного моста;
- складання та випробування [15].

Після ремонту генератор перевіряється на стенді для контролю напруги та струму, що забезпечує його відповідність технічним вимогам.

2.6.7 Ремонт електропроводки та контактних з'єднань

Ремонт електропроводки полягає у:

- заміні пошкоджених проводів;
- відновленні ізоляції;
- очищенні та обтисканні контактів;
- перевірці надійності кріплення [16].

Використання якісних матеріалів та дотримання технології ремонту гарантує надійну роботу електросистеми автомобіля.

2.6.8 Випробування після ремонту

Після завершення ремонтних робіт проводяться контрольні випробування:

- перевірка роботи системи під навантаженням;
- вимірювання напруги та струму;
- тестування запуску двигуна.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Позитивні результати випробувань підтверджують ефективність виконаного ремонту та готовність автомобіля до подальшої експлуатації [4].

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз пристроїв для діагностики компонентів системи електропостачання

Генератор автомобіля є ключовим елементом системи електропостачання, який забезпечує заряд акумулятора та живлення бортової електромережі. Його технічний стан безпосередньо впливає на стабільну роботу електросистеми, стартера та електронних вузлів [9].

Мультиметри та амперметри. Призначення. Вимірювання напруги на клеммах генератора при різних режимах роботи. Контроль струму зарядки батареї. Перевірка електричних ланцюгів на цілісність та відсутність обривів [9].

Принцип роботи. Мультиметр підключається до виходу генератора або акумулятора і дозволяє оцінити: номінальну напругу на холостому ході (для 12 В генератора — 13,8–14,5 В), стабільність напруги при зміні навантаження, наявність стрибків чи пульсацій напруги, що свідчить про проблеми з щітками або діодним мостом [9].

Стенди для діагностики генераторів. Призначення: комплексна перевірка генераторів поза автомобілем, аналіз роботи регулятора напруги, виявлення дефектів щіток, обмоток, діодного моста [9].

MS002A — стенд для 12 В та 24 В генераторів і стартерів. Перевірка вихідної напруги, струму та навантажувальних характеристик. Виявлення несправностей щіток, діодів та регулятора [16].

MS005A — сучасний стенд з графічним виводом параметрів та підтримкою автоматичного тестування. Аналіз кривих напруги та струму під навантаженням. Підтримка діагностики генераторів Stop-Start та 48 В систем [16].

Принцип роботи. Генератор підключається до стенду, який створює контрольоване навантаження і реєструє: вихідну напругу та струм, реакцію генератора на зміну обертів, поведінку регулятора напруги під навантаженням [16].

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Навантажувальні пристрої. Призначення: імітують роботу споживачів електроенергії для перевірки стабільності генератора під навантаженням [15].

Принцип роботи. Підключають генератор до резистивного навантаження. Вимірюють падіння напруги та зміну струму. Дозволяють виявити перегрів обмоток або нестабільну роботу регулятора [13].

Осцилографи та програмні діагностичні комплекси. Призначення: діагностика генератора в динаміці, аналіз пульсацій напруги та струму, виявлення несправностей діодного моста або обмоток [13].

Принцип роботи. Підключення до виходу генератора. Реєстрація сигналів у реальному часі. Побудова графіків залежності напруги та струму від обертів [9].

3.2 Прилади та стенди для діагностики компонентів системи електропостачання

Система електропостачання автомобіля включає ключові компоненти — акумуляторну батарею, генератор, регулятор напруги, стартер та електропроводку. Для своєчасного виявлення дефектів, оцінки технічного стану та контролю параметрів цих вузлів використовуються спеціальні прилади та діагностичні стенди, що забезпечують точні вимірювання й аналіз технічного стану системи [15].

Мультиметри — це базові електровимірювальні прилади для визначення напруги, струму, опору та перевірки цілісності ланцюгів у бортовій мережі. Наприклад, для оцінки стану акумулятора вимірюється напруга на його клеммах у спокої та під навантаженням; знижена напруга може свідчити про деградацію АКБ [15].

Сучасні цифрові мультиметри оснащені додатковими функціями — тестуванням діодів, вимірюванням температури, перевіркою безперервності ланцюгів, що значно розширює діагностичні можливості при перевірці систем електропостачання [9].

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Тестери АКБ призначені для оцінки стану заряду, внутрішнього опору та працездатності батареї під навантаженням. Такі прилади проводять випробування під контрольованим навантаженням і визначають здатність батареї підтримувати номінальну напругу при високому струмі, що є ключовим показником при діагностиці акумулятора [9].

Приклад: професійні тестери, що автоматично проводять серію вимірювань і видають оцінку технічного стану АКБ у відсотках залишкового ресурсу [9].

OBD-сканери — це прилади (апаратні й програмні), які підключаються до універсального діагностичного роз'єму автомобіля та зчитують коди помилок з електронних блоків управління (ECU). Через стандартні протоколи OBD вони можуть моніторити параметри роботи бортової електричної системи, у тому числі генератора та системи зарядки. Поєднання апаратної частини зі спеціальним ПЗ дозволяє аналізувати дані в реальному часі та визначати відхилення від номінальних параметрів [13].

Цей тип діагностики особливо ефективний для сучасних автомобілів з електронними системами керування, де традиційні прилади дають обмежену інформацію [13].

Стенди діагностики генераторів та стартерів застосовуються для комплексної перевірки вузлів поза автомобілем. Вони дозволяють [13]:

- імітувати роботу під реальним навантаженням;
- вимірювати вихідну напругу, струм, частоту обертання;
- аналізувати роботу регулятора напруги та стан електричних елементів.

Такі стенди широко використовуються на СТО для перевірки технічного стану знятих агрегатів перед ремонтом або після нього. Прилади можуть мати автоматичні режими тестування та графічний вивід результатів [16].

Для оцінки стану електропроводки, контактних з'єднань та ізоляції використовують прилади, що вимірюють опір ізоляції проводів та з'єднань. Підвищений опір може бути ознакою пошкодження ізоляції, корозії контактів

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

або мікрокоротких замикань, що призводить до падіння напруги та нестабільної роботи електричної системи [15].

Ці прилади є обов'язковими для детальної перевірки електричних ланцюгів у складі системи електропостачання.

Навчальні стенди містять імітовану схему системи електропостачання з генератором, АКБ, навантаженням та вимірювальними приладами. Вони використовуються у навчальних лабораторіях технікумів і університетів для відпрацювання практичних навичок діагностики електричних систем без ризику пошкодження реального автомобіля [17].

Студенти можуть виконувати комплексні вимірювання, вивчати вплив навантаження, визначати дефекти та оцінювати результати відповідно до нормативних вимог [17].

Сучасні виробники авто та незалежні розробники діагностичних програм пропонують програми для глибокої перевірки електричної системи через канал даних автомобіля. Такі системи дозволяють [13]:

- відображати графіки параметрів напруги та струму;
- аналізувати тенденції змін;
- виконувати адаптацію регуляторів.

Це забезпечує розширений аналіз роботи електричної системи, що значно перевищує можливості класичних приладів [13].

Об'єктивно оцінити технічний стан генератора автомобіля можна тільки на спеціальному діагностичному стенді. Стенд дозволяє задати навантаження на генератор та подивитися, як він підтримує вихідну напругу та яка величина змінної складової вихідного струму [40].

Робота генератора має певні особливості: зміна частоти обертання валу призводить до постійної зміни частоти обертання ротора. Таким чином, сила струму, яку генератор може віддати споживачам, безпосередньо залежить від частоти обертання ротора. Це називається струмошвидкісна характеристика генератора [40].

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

При виборі струму навантаження під час діагностики слід враховувати струмошвидкісну характеристику агрегату що діагностується. Інакше можна створити навантаження, яке генератор забезпечити не зможе. У характеристиках генератора вказується максимальний струм віддачі, який генератор здатний видати при частоті обертання ротора 6000 об/хв [40].

Багаторічний досвід в діагностиці генераторів показує, що навантаження в 50-70 А досить для визначення технічного стану генератора. Індикатором можливих несправностей служить величина змінної складової струму. Якщо вона не перевищує 10% від заданого навантаження, то проблем з обмоткою та діодним мостом немає. Подальше збільшення навантаження призводить лише до нагрівання генератора та не сприяє виявленню несправностей [40].

Лінійка обладнання MSG Equipment для перевірки стартерів та генераторів дозволяє оцінити стан генераторів легкових й вантажних автомобілів, з будь-якими термінами підключення. Всі стенди мають можливість плавно регулювати обороти приводу генератора та струм навантаження [40]:

- багатофункціональний стенд MS002 COM діагностує генератори 12 В та 24 В з навантаженням до 200 А та 100 А відповідно;
- компактний настільний стенд MS004 COM діагностує генератори 12 В з навантаженням до 100 А та 24 В – 50 А;
- стенд MS006 діагностує генератори з номінальною напругою 12/24 В під навантаженням до 50 А;
- стенд MS005 призначений для комплексної оцінки працездатності генераторів 12, 24 В та (48 В), в тому числі генераторів з вакуумним насосом з навантаженням до 300 А (режим 12 В) та кислотно-свинцевих автомобільних акумуляторів;

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3.3 Розрахунок параметрів стенда для збирання і розбирання генератора

Для забезпечення якісного виконання робіт із технічного обслуговування та ремонту генератора автомобіля DAF XF480 необхідно використовувати спеціалізований стенд для збирання і розбирання генератора. Основним призначенням стенду є надійне закріплення генератора, створення безпечних умов праці, зменшення фізичного навантаження на працівника та підвищення продуктивності ремонтних робіт.

Під час проектування стенду необхідно визначити основні параметри конструкції: навантаження на платформу, міцність опорних елементів, потужність приводу, стійкість конструкції та інші характеристики.

$$P = m \cdot g \quad (3.1)$$

де:

P — сила ваги генератора, Н;

m — маса генератора, кг;

g — прискорення вільного падіння, $9,81 \text{ м/с}^2$.

$$P = 18 \cdot 9,81 = 176,58 \text{ Н}$$

Для забезпечення міцності конструкції вводиться коефіцієнт запасу:

$$P_p = P \cdot k \quad (3.2)$$

де:

P_p — розрахункове навантаження, Н;

k — коефіцієнт запасу міцності.

Приймаємо $k = 2$.

$$P_p = 176,58 \cdot 2 = 253,16 \text{ Н}$$

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Площа платформи визначається:

$$S = a \cdot b \quad (3.3)$$

де:

S — площа платформи, м^2 ;

a — довжина платформи, м ;

b — ширина платформи, м .

Приймаємо:

$$a = 0,7 \text{ м}$$

$$b = 0,5 \text{ м}$$

$$S = 0,7 \cdot 0,5 = 0,35 \text{ м}^2$$

Визначення питомого навантаження на платформу

$$q = \frac{P_p}{S} \quad (3.4)$$

$$q = \frac{353,16}{0,35} = 1009 \text{ Па}$$

Визначення моменту сили при фіксації генератора

$$M = P \cdot l \quad (3.5)$$

де:

M — момент сили, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

l — відстань від центра ваги, м .

$$M = 176,58 \cdot 0,25 = 44,15 \text{ Н}$$

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Визначення діаметра гвинта затискача

$$d = \sqrt{\frac{4P_p}{\pi\sigma}} \quad (3.6)$$

d — діаметр гвинта, м;

P_p — сила затискання, Н;

σ — допустиме напруження матеріалу, Па.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 353,16}{3,14 \cdot 160 \cdot 10^6}} \approx 1,67 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний діаметр 8 мм.

Визначення напруження у стійці стенду

$$\sigma = \frac{P_p}{A} \quad (3.7)$$

A — площа поперечного перерізу стійки, м².

$$\sigma = \frac{353,16}{0,0004} = 882900 \text{ Па}$$

Визначення прогину балки стенду

$$f = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad (3.8)$$

де:

f — прогин балки, м;

l — довжина балки, м;

E — модуль пружності сталі;

I — момент інерції перерізу.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$f = \frac{176,58 \cdot 0,7^3}{48 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1,8 \cdot 10^{-6}} = 0,0000035 \text{ м}$$

Визначення коефіцієнта стійкості конструкції

$$k_c = \frac{M_{\text{утр}}}{M_{\text{пер}}} \quad (3.9)$$

де:

k_c — коефіцієнт стійкості;

$M_{\text{утр}}$ — утримуючий момент;

$M_{\text{пер}}$ — момент перекидання.

$$k_c = \frac{180}{44,15} = 4,08$$

Оскільки $k_c > 1,5$ конструкція є стійкою.

Визначення потужності електроприводу стану

$$N = \frac{M \cdot \omega}{1000} \quad (3.10)$$

де:

N — потужність приводу, кВт;

M — крутний момент, Н·м;

ω — кутова швидкість, рад/с.

$$N = \frac{44,15 \cdot 12}{1000} = 0,53 \text{ кВт}$$

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Визначення частоти обертання приводу

$$n = \frac{30w}{\pi} \quad (3.11)$$

де:

n — частота обертання, об/хв.

$$n = \frac{30 \cdot 12}{3,14} = 114,6 \text{ об/хв}$$

Визначення ККД стенду

$$\eta = \frac{N_{\text{к}}}{N_{\text{сп}}} \quad (3.12)$$

де:

η — коефіцієнт корисної дії;

$N_{\text{к}}$ — корисна потужність, кВт;

$N_{\text{сп}}$ — споживана потужність, кВт.

$$\eta = \frac{0,53}{0,62} = 85,5\%$$

Проведений розрахунок параметрів стенду для збирання і розбирання генератора показав, що конструкція має достатній запас міцності, забезпечує необхідну стійкість та відповідає вимогам безпечної експлуатації. Отримані результати дозволяють рекомендувати використання даного стенду для виконання ремонтних робіт генераторів автомобілів DAF XF480 в умовах ФОП Заболотний Андрій Миколайович.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Економічна ефективність удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи електропостачання автомобіля DAF XF480

У сучасних умовах розвитку автомобільного транспорту важливе значення має підвищення економічної ефективності роботи автотранспортних підприємств та ремонтних дільниць. Значна кількість витрат підприємства пов'язана із технічним обслуговуванням та ремонтом рухомого складу, тому впровадження сучасних технологій ремонту й діагностування є одним із головних шляхів зниження собівартості транспортних послуг та підвищення прибутковості підприємства [18].

Система електропостачання вантажного автомобіля DAF XF480 є однією з найважливіших систем, від якої залежить стабільна робота всіх електронних та електричних пристроїв автомобіля. Несвоєчасне технічне обслуговування генератора, акумуляторної батареї або електропроводки може призвести до значних простоїв транспортного засобу та збільшення витрат на ремонт. Саме тому вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту електрообладнання дозволяє підвищити технічну готовність автомобіля та скоротити експлуатаційні витрати [2].

В умовах ФОП Заболотний Андрій Миколайович важливим напрямом удосконалення ремонтного процесу є використання спеціалізованого стенду для збирання і розбирання генератора. Використання такого обладнання дозволяє скоротити тривалість ремонтних робіт, підвищити якість виконання операцій та зменшити трудомісткість ремонту. Крім того, підвищується безпека праці та знижується ймовірність пошкодження деталей генератора під час виконання ремонтних операцій [19].

Економічна ефективність удосконалення технологічного процесу проявляється у скороченні витрат робочого часу, зменшенні витрат на запасні

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

частини та матеріали, а також у підвищенні продуктивності праці працівників. Завдяки використанню сучасного обладнання підвищується точність діагностики несправностей та скорочується час простою автомобіля в ремонті, що позитивно впливає на загальні економічні показники підприємства [20].

Таким чином, удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту системи електропостачання автомобіля є економічно доцільним заходом, який дозволяє підвищити ефективність роботи ремонтної дільниці та забезпечити стабільну експлуатацію рухомого складу.

4.2 Розрахунок економічної ефективності використання стенду для ремонту генератора

Для оцінювання економічної доцільності використання стенду необхідно визначити економію часу та коштів під час виконання ремонтних робіт.

Річна економія часу визначається за формулою:

$$T_e = (t_1 - t_2) \cdot N \quad (4.1)$$

де:

T_e — річна економія часу, год;

t_1 — тривалість ремонту без використання стенду, год;

t_2 — тривалість ремонту зі стендом, год;

N — кількість ремонтів за рік.

$$T_e = (4,2 - 2,8) \cdot 120 = 168 \text{ год}$$

Отже, за рік економія робочого часу становить 168 годин.

Економія заробітної плати визначається:

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$Z_e = T_e \cdot C_r \quad (4.2)$$

де:

Z_e — економія заробітної плати, грн;

T_e — економія часу, год;

C_r — погодинна тарифна ставка працівника, грн/год.

$$Z_e = 168 \cdot 180 = 30240 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект визначається:

$$E = Z_e - B \quad (4.3)$$

де:

E — річний економічний ефект, грн;

Z_e — економія заробітної плати, грн;

B — витрати на обслуговування стенду, грн.

$$E = 30240 - 8500 = 21740 \text{ грн}$$

Термін окупності стенду визначається:

$$T = \frac{K}{E} \quad (4.4)$$

де:

T — термін окупності, років;

K — вартість стенду, грн;

E — річний економічний ефект, грн.

$$T = \frac{48000}{21740} = 2,2 \text{ роки}$$

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Отже, використання стенду є економічно доцільним, оскільки термін його окупності становить близько двох років [21].

4.4 Шляхи підвищення економічної ефективності ремонтної ділянки

Підвищення економічної ефективності ремонтної ділянки є важливим завданням для будь-якого автотранспортного підприємства. Основними напрямками вдосконалення є механізація ремонтних робіт, використання сучасного діагностичного обладнання, удосконалення організації праці та зменшення непродуктивних витрат часу [22].

Одним із головних факторів підвищення ефективності є впровадження сучасних методів діагностики електрообладнання автомобіля. Використання електронних тестерів, мультиметрів та комп'ютерних діагностичних систем дозволяє швидко виявляти несправності та зменшувати витрати часу на пошук дефектів. Це сприяє скороченню тривалості ремонту та зменшенню простоїв автомобілів [37].

Важливу роль також відіграє правильна організація робочого місця. Рациональне розміщення обладнання, інструментів та запасних частин дозволяє підвищити продуктивність праці працівників і знизити фізичне навантаження. Крім того, покращуються умови праці та підвищується рівень безпеки під час виконання ремонтних робіт [38].

Значний вплив на економічні показники підприємства має кваліфікація працівників. Проведення навчання та підвищення професійного рівня персоналу дозволяє зменшити кількість помилок під час ремонту, покращити якість технічного обслуговування та знизити витрати на повторний ремонт. У сучасних умовах розвитку автомобільної техніки працівники повинні володіти навичками роботи з електронними системами та сучасним діагностичним обладнанням [39].

Таким чином, комплексне вдосконалення організації ремонтної ділянки, використання сучасного обладнання та впровадження нових технологій

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

дозволяють підвищити економічну ефективність підприємства, скоротити витрати на ремонт та забезпечити стабільну роботу автомобілів.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Організація охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту системи електропостачання автомобіля DAF XF480

Охорона праці на підприємствах автомобільного транспорту є важливою складовою організації виробничого процесу. Від правильного дотримання вимог безпеки залежить життя та здоров'я працівників, ефективність виконання ремонтних робіт і зниження рівня виробничого травматизму. Під час технічного обслуговування і ремонту системи електропостачання автомобіля DAF XF480 працівники стикаються з небезпечними та шкідливими виробничими факторами, серед яких електричний струм, рухомі механізми, підвищений рівень шуму, недостатнє освітлення та можливість виникнення пожежі [25].

Організація охорони праці в умовах ФОП Заболотний Андрій Миколайович повинна відповідати вимогам чинного законодавства України та нормативних документів. До виконання ремонтних робіт допускаються лише працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці, медичний огляд та навчання безпечним методам роботи. Особливу увагу необхідно приділяти дотриманню правил електробезпеки, оскільки ремонт генератора, акумуляторної батареї та електропроводки пов'язаний із ризиком ураження електричним струмом [26].

Робоче місце працівника повинно бути обладнане справним інструментом, захисними пристроями та засобами індивідуального захисту. Під час виконання робіт необхідно використовувати діелектричні рукавиці, захисні окуляри, спецодяг та взуття. Забороняється виконувати ремонт електрообладнання при увімкненому живленні або використовувати несправний інструмент [23].

Важливим елементом охорони праці є правильна організація робочого місця. Інструменти та обладнання повинні бути розміщені таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до робочої зони та мінімізувати ризик травмування працівника. Підлога ремонтної дільниці повинна бути рівною, неслизькою та

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

чистою. У виробничому приміщенні необхідно забезпечити достатній рівень вентиляції та освітлення [24].

Для попередження нещасних випадків велике значення має проведення інструктажів з охорони праці та контроль за дотриманням вимог безпеки. Працівники повинні знати порядок дій у разі виникнення аварійної ситуації, правила користування вогнегасниками та способи надання першої медичної допомоги потерпілим від ураження електричним струмом [35].

Таким чином, правильна організація охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту системи електропостачання автомобіля дозволяє забезпечити безпечні умови праці, знизити рівень виробничого травматизму та підвищити ефективність ремонтних робіт.

5.2 Розрахунок освітлення ремонтної дільниці

Раціональне освітлення ремонтної дільниці є важливим фактором безпечної праці. Недостатній рівень освітлення призводить до швидкої втоми працівників, погіршення якості ремонтних робіт та підвищення ризику травматизму.

Необхідна кількість світлового потоку визначається за формулою:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{n \cdot \eta} \quad (5.1)$$

F — світловий потік однієї лампи, лм;

E — нормативна освітленість, лк;

S — площа приміщення, м²;

k — коефіцієнт запасу;

z — коефіцієнт нерівномірності освітлення;

n — кількість ламп;

η — коефіцієнт використання світлового потоку.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$F = \frac{300 \cdot 48 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,55} = 5400 \text{ лм}$$

Отже, для забезпечення нормативного освітлення необхідно використовувати лампи світловим потоком приблизно 5400 лм.

Потужність освітлювальної установки визначається:

$$P = n \cdot P_1 \quad (5.2)$$

P — загальна потужність освітлення, Вт;

P_1 — потужність однієї лампи.

$$P = 8 \cdot 60 = 480 \text{ Вт}$$

Питома потужність освітлення:

$$p = \frac{P}{S} \quad (5.3)$$

p — питома потужність, Вт/м²;

P — загальна потужність освітлення, Вт;

S — площа приміщення, м².

$$p = \frac{480}{48} = 10 \text{ Вт/м}^2$$

Отримане значення відповідає нормам освітлення ремонтних діляниць [36].

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

5.3 Пожежна безпека на ділянці ремонту електрообладнання

Пожежна безпека є важливою складовою охорони праці на підприємствах автомобільного транспорту. Під час ремонту електрообладнання автомобілів існує небезпека виникнення пожежі через коротке замикання, перевантаження електромережі, несправність електроінструменту або порушення правил експлуатації електрообладнання [27].

На ремонтній ділянці повинні бути передбачені первинні засоби пожежогашіння: порошкові та вуглекислотні вогнегасники, пожежні щити, ящики з піском та інші засоби. Вогнегасники повинні розміщуватися у доступних місцях та проходити регулярну перевірку технічного стану [28].

Особливу увагу необхідно приділяти справності електропроводки та електрообладнання. Забороняється використання пошкоджених кабелів, перевантаження електричних мереж та саморобних нагрівальних приладів. Після завершення робіт необхідно вимикати електрообладнання від мережі та перевіряти відсутність джерел займання [29].

Виробничі приміщення повинні бути обладнані системою вентиляції та евакуаційними виходами. Шляхи евакуації повинні бути вільними та позначеними відповідними знаками безпеки. Працівники повинні проходити інструктаж з пожежної безпеки та знати порядок дій у разі виникнення пожежі [30].

Важливим напрямом профілактики пожеж є дотримання правил зберігання легкозаймистих речовин та матеріалів. Паливно-мастильні матеріали, розчинники та інші небезпечні речовини повинні зберігатися у спеціально відведених місцях відповідно до вимог нормативних документів [31].

Отже, дотримання вимог пожежної безпеки на ремонтній ділянці дозволяє знизити ризик виникнення пожеж, забезпечити безпечні умови праці та зберегти матеріальні цінності підприємства.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ВИСНОВКИ

У процесі виконання роботи було досліджено особливості технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання автомобіля DAF XF480 в умовах ФОП Заболотний Андрій Миколайович, а також розглянуто шляхи вдосконалення технологічного процесу виконання ремонтних робіт. Проведене дослідження показало, що система електропостачання сучасного вантажного автомобіля є однією з найважливіших систем транспортного засобу, оскільки забезпечує стабільну роботу всіх електричних та електронних пристроїв, запуск двигуна, функціонування систем освітлення, керування та безпеки.

У ході роботи було встановлено, що сучасні вантажні автомобілі мають складну структуру електронного обладнання, яка потребує використання сучасних методів діагностування, спеціального інструменту та високого рівня підготовки персоналу. Особливу увагу було приділено конструкції та принципу роботи системи електропостачання автомобіля DAF XF480, а також основним несправностям генератора, акумуляторної батареї та елементів електропроводки. Було визначено, що найбільш поширеними причинами виходу з ладу компонентів системи електропостачання є зношення контактів, порушення ізоляції проводів, несправності регулятора напруги, перевантаження генератора та недотримання правил технічної експлуатації.

У роботі детально розглянуто організацію технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту електрообладнання в умовах ремонтної дільниці. Встановлено, що якість виконання ремонтних робіт значною мірою залежить від правильності організації робочого місця, використання сучасного обладнання та дотримання технологічної послідовності виконання операцій. Важливим напрямом удосконалення технологічного процесу є впровадження спеціалізованого стенду для збирання і розбирання генератора, який дозволяє підвищити точність виконання робіт, знизити трудомісткість ремонту та покращити умови праці працівників.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

У процесі виконання розрахункової частини були визначені основні параметри стенду для збирання і розбирання генератора. Проведені розрахунки показали, що конструкція стенду має достатній запас міцності та стійкості, а її використання забезпечує безпечне виконання ремонтних операцій. Було визначено навантаження на конструкцію, параметри затискного механізму, прогин балки, потужність приводу та коефіцієнт корисної дії обладнання. Отримані результати підтвердили можливість ефективного використання даного стенду під час ремонту генераторів вантажних автомобілів.

Окрема увага у роботі була приділена економічному обґрунтуванню запропонованих заходів. Проведений розрахунок економічної ефективності показав, що використання спеціалізованого стенду дозволяє скоротити тривалість ремонтних робіт, зменшити витрати робочого часу та підвищити продуктивність праці працівників ремонтної дільниці. Було встановлено, що впровадження вдосконаленого технологічного процесу є економічно доцільним, оскільки забезпечує отримання річного економічного ефекту та має відносно короткий термін окупності. Це свідчить про ефективність застосування сучасного обладнання в умовах автотранспортного підприємства.

У роботі також було розглянуто питання охорони праці та пожежної безпеки під час виконання технічного обслуговування і ремонту системи електропостачання автомобіля. Визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть впливати на працівників ремонтної дільниці, а також розроблено заходи щодо їх усунення або зниження. Особливу увагу приділено дотриманню вимог електробезпеки, використанню засобів індивідуального захисту, організації безпечного робочого місця та забезпеченню належного рівня освітлення виробничого приміщення.

Під час виконання розрахунку освітлення ремонтної дільниці було визначено необхідний світловий потік та потужність освітлювальної установки для забезпечення нормативних умов праці. Отримані результати показали, що правильна організація освітлення позитивно впливає на безпеку праці, знижує втому працівників та підвищує якість виконання ремонтних робіт. Крім того, у

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

роботі були розглянуті основні вимоги пожежної безпеки та заходи щодо попередження виникнення пожеж на ремонтній дільниці.

Проведене дослідження дозволило зробити висновок, що вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання автомобіля DAF XF480 є важливим напрямом підвищення ефективності роботи автотранспортного підприємства. Використання сучасного діагностичного обладнання, спеціалізованих стендів, удосконалення організації праці та підвищення кваліфікації персоналу дозволяють забезпечити високу якість ремонтних робіт, знизити експлуатаційні витрати та підвищити надійність роботи автомобілів.

Таким чином, поставлена мета роботи була досягнута, а всі поставлені завдання виконані. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення організації технічного обслуговування і ремонту систем електропостачення вантажних автомобілів в умовах ремонтних підприємств та станцій технічного обслуговування. Запропоновані заходи сприятимуть підвищенню технічної готовності рухомого складу, покращенню умов праці працівників та забезпеченню ефективної і безпечної експлуатації автомобільного транспорту.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Заверуха Р.Р., Котик М.І., Хіта Ю.І. Методичні рекомендації до підготовки і оформлення кваліфікаційної роботи фахового молодшого бакалавра для здобувачів фахової передвищої освіти за освітньо-професійною програмою «Обслуговування і ремонт електричних та електронних систем автомобілів» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», галузі знань 14 «Електрична інженерія». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025. 48с.
2. Біліченко В. В. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2020. 340 с.
3. Шегда А. В. Економіка підприємства: підручник. Київ: Знання, 2018. 349 с.
4. Бойко В. В. Економіка підприємства: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2019. 528 с.
5. Гаврилюк В. С. Основи технічної експлуатації автомобілів: навч. посіб. Харків: ХНАДУ, 2017. 256 с.
6. Карпенко С. О. Технічна експлуатація автомобілів. Київ: Ліра-К, 2019. 348 с.
7. Панченко Ю. В. Електрообладнання сучасних легкових автомобілів. Київ: Основа, 2020. 224 с.
8. Тарасов С. М. Основи діагностики та ремонту електрообладнання автомобілів. Харків: НТУ «ХП», 2017. 280 с.
9. Ковальчук С. В. Організація та планування діяльності підприємства: навч. посіб. Львів: Магнолія 2006, 2020. 312 с.
10. Барабанов О. М. Діагностика та ремонт систем електропостачання автомобілів. Київ: НАУ, 2018. 199 с.
11. Електричне та електронне обладнання автомобілів: навчальний посібник (частина I) / Ю.І. Пиндус, Р.Р. Заверуха Тернопіль: ТНТУ, 2016. 145 с.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

12. Нікітін В. І. Конструкція та експлуатація електрообладнання автомобілів. Дніпро: НМетАУ, 2019. 276 с.
13. Bosch. Automotive Handbook. 10th ed. Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2018. 1476 p.
14. ДСТУ EN 50342-1:2016. Акумуляторні батареї свинцево-кислотні стартерні. Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 58 с.
15. Вахламов В. К. Електрообладнання автомобілів: підручник. Київ: Вища школа, 2017. 384 с.
16. Говоруценко М. Я. Технічна експлуатація автомобілів: навч. посіб. Харків: ХНАДУ, 2020. 412 с.
17. Навчальні лабораторні стенди з електротехніки для автомобільних спеціальностей: навч. посіб. Київ: Логос, 2021. 192 с.
18. Волков В. П. Технічна експлуатація автомобілів: підручник. Київ: Каравела, 2019. 536 с.
19. Кузнєцов Є. С. Технічна експлуатація автомобілів. Київ: Вища школа, 2018. 495 с.
20. Лудченко О. А. Організація технічного обслуговування автомобілів. Київ: Знання, 2021. 478 с.
21. Економіка підприємства: підручник / за ред. С. Ф. Покропивного. Київ: КНЕУ, 2020. 528 с.
22. Бондаренко А. І. Організація автосервісу та ремонтних робіт: навчальний посібник. Харків: Фоліо, 2019. 312 с.
23. Гандзюк М. П. Основи охорони праці: навчальний посібник. Київ: Каравела, 2020. 408 с.
24. Березуцький В. В. Охорона праці в галузі: навчальний посібник. Харків: Факт, 2019. 480 с.
25. Закон України «Про охорону праці». Київ: Верховна Рада України, 2022. 36 с.

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

26. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: підручник. Львів: Афіша, 2021. 320 с.
27. Кодекс цивільного захисту України. Київ: Верховна Рада України, 2021. 120 с.
28. Правила пожежної безпеки в Україні. Київ: МВС України, 2020. 75 с.
29. Державна служба України з питань праці. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://dsp.gov.ua> (дата звернення: 20.04.2026).
30. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://dsns.gov.ua> (дата звернення: 21.04.2026).
31. Міністерство охорони здоров'я України. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://moz.gov.ua> (дата звернення: 23.04.2026).
32. DAF XF 480 FT Режим доступу: https://daf.ua/trucks/trucks-in-stock/new-trucks/?ELEMENT_ID=824 (дата звернення: 24.04.2026).
33. DAF XF Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/DAF_XF (дата звернення: 25.04.2026).
34. Сідловий тягач DAF XF 480 FT Режим доступу: <https://kievspecteh.com/sites/default/files/technic-files/sidlovi-tahash-daf-fx-480-ft.pdf?srsltid=AfmBOopA8Gkdot4wvzcdtMZoeI3lua3ttspD0dtYboeivaKWgKebUmsP> (дата звернення: 26.04.2026).
35. КНУБА. Правила безпеки під час технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Режим доступу: <https://www.knuba.edu.ua> (дата звернення: 27.04.2026).
36. Освітлення виробничих приміщень. ДБН В.2.5-28:2018. Режим доступу: <https://online.budstandart.com> (дата звернення: 28.04.2026).
37. DAF Trucks Україна. Офіційний сайт компанії DAF Trucks. Режим доступу: <https://www.daf.ua> (дата звернення: 29.04.2026).
38. AutoExpert. Технічне обслуговування вантажних автомобілів. Режим доступу: <https://autoexpert-consulting.com> (дата звернення: 30.04.2026).

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

39. Bosch Automotive Aftermarket. Офіційний сайт автомобільних технологій Bosch. Режим доступу: <https://www.boschaftermarket.com> (дата звернення: 06.05.2026).

40. Діагностичні прилади для автомобільного генератора. Режим доступу: <https://msg.equipment/uk/blog/articles/diagnostic-equipment-for-automotive-alternato> (дата звернення 01.05.2026).

41. Організаційні форми підприємництва в Україні Режим доступу: <https://pidru4niki.com> (дата звернення 11.05.2026).

42. Організаційна структура підприємства Режим доступу: <https://knowledge.allbest> (дата звернення 21.05.2026).

43. Акумуляторна батарея. Призначення, будова і види Режим доступу: <https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja/rozdil43-akumuljatorna-batareja-pryznachennja-budova-i-vydy> (дата звернення 23.05.2026).

					<i>КРФМБ.425.09.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60