

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 Volvo FH5 в умовах ТОВ «Терко Авто»

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)

Клюк 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 № 02

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

_____ Клюка Віталія Володимировича _____

1. Тема кваліфікаційної роботи: Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання автомобіля Volvo FH5 в умовах ТОВ «Терко Авто»

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 Volvo FH5. 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. Карта поетапного доступу автомобільного генератора (ф.-А1).
 2. Технологічна карта перевірки системи електропостачання автомобіля (ф.-А1).
 3. Пристрій для перевірки акумуляторних батарей (ВЗ)(ф.-А1).
 4. Характеристики акумуляторних батарей (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

_____ (підпис)

Віталій КЛЮК

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Марія КОТИК

Анотація

Клюк В.В. Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання автомобіля Volvo FH5 в умовах ТОВ «Терко Авто»: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. 58с.

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

У кваліфікаційній роботі, присвяченій удосконаленню технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання вантажного автомобіля Volvo FH5 в умовах ТОВ «Терко Авто», було розглянуто комплекс питань, що охоплюють конструктивні особливості системи електропостачання, сучасні методи її діагностики, технологію технічного обслуговування та ремонту, а також економічне обґрунтування доцільності впровадження запропонованих заходів. Отримані результати дозволяють зробити узагальнені висновки щодо ефективності запропонованих рішень та їх практичної значущості для автотранспортного підприємства.

У роботі було проаналізовано сучасні методи технічної діагностики електрообладнання, включаючи використання мультиметрів, навантажувальних вилок, електронних тестерів акумуляторів, стендів для перевірки генераторів, осцилографів та діагностичних сканерів. Встановлено, що застосування сучасного діагностичного обладнання дозволяє значно підвищити точність виявлення несправностей, скоротити час їх локалізації та зменшити ймовірність помилкових замін справних елементів. Це, у свою чергу, позитивно впливає на загальну ефективність роботи сервісного підприємства та знижує витрати на ремонт.

Особливу увагу приділено удосконаленню технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту електропроводки та контактних

з'єднань. Було розглянуто сучасні методи відновлення проводів, включаючи обтискання, використання термоусадкових матеріалів та спеціальних герметизуючих засобів. Показано, що саме механічно надійні та вібростійкі з'єднання є найбільш ефективними в умовах експлуатації вантажного транспорту, оскільки вони забезпечують стабільність електричних параметрів у широкому діапазоні температур і навантажень.

Annotation

Kliuk 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 of the Volvo FH5 automobile under the conditions of LLC "Terko Auto": 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. 58 p.

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

In the qualification work devoted to improving the technological process of maintenance and repair of components of the power supply system of the Volvo FH5 truck in the conditions of LLC "Terko Avto", a set of issues was considered, covering the design features of the power supply system, modern methods of its diagnostics, maintenance and repair technology, as well as the economic justification of the feasibility of implementing the proposed measures. The results obtained allow us to draw generalized conclusions regarding the effectiveness of the proposed solutions and their practical significance for the motor transport enterprise.

The work analyzed modern methods of technical diagnostics of electrical equipment, including the use of multimeters, load forks, electronic battery testers, stands for testing generators, oscilloscopes and diagnostic scanners. It was established that the use of modern diagnostic equipment allows us to significantly increase the accuracy of fault detection, reduce the time for their localization and

reduce the likelihood of erroneous replacement of serviceable elements. This, in turn, has a positive effect on the overall efficiency of the service enterprise and reduces repair costs.

Particular attention was paid to improving the technological process of maintenance and repair of electrical wiring and contact connections. Modern methods of wire restoration were considered, including crimping, the use of heat-shrink materials and special sealing agents. It was shown that mechanically reliable and vibration-resistant connections are the most effective in the operating conditions of freight transport, since they ensure the stability of electrical parameters in a wide range of temperatures and loads.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Структура та характеристика підприємства ТОВ «Терко Авто».....	8
1.2 Характеристика автомобіля Volvo FH.....	9
1.3 Технічні характеристики автомобіля Volvo FH5	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Конструкційні особливості системи електропостачання автомобіля.....	15
2.2 Принцип дії та будова акумуляторної батареї.....	16
2.3 Несправності акумуляторних батарей.....	20
2.4 Технічне обслуговування акумуляторних батарей.....	22
2.5 Генераторні установки автомобілів.....	23
2.5.1 Генератор.....	23
2.5.2 Регулятор напруги.....	25
2.6 Послідовність ремонту електропроводки авто.....	26
2.7 Технологія ремонту і діагностика системи електропостачання.....	30
2.7.1 Діагностика несправностей системи електропостачання Volvo FH5...	30
2.7.2 Технологія ремонту акумуляторної батареї Volvo FH5.....	31
2.7.3 Технологія ремонту генератора змінного струму Volvo FH5.....	32
2.7.4 Ремонт регулятора напруги Volvo FH5.....	33
2.8 Відновлення електропроводки та контактних з'єднань Volvo FH5.....	33
2.9 Послідовність виконання заміни автомобільного акумулятора.....	34
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	35

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Клюк В.В.				Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання Volvo FH5в умовах ТОВ «Терко Авто»	Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.	Котик М.І.						4	58		
Реценз.						<i>ВСП «ТФК ТНТУ»ЕА-425ск</i>				
Н. Контр.										
Затверд.										

3.1 Характеристика обладнання для технологічного процесу.....	35
3.2 Технологічний процес роботи з автомобільною електропроводкою з урахуванням сучасних стандартів обслуговування.....	38
3.3 Розрахунок параметрів пристрою для системи електропостачання	41
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	46
4.1 Економічне обґрунтування удосконалення технологічного процесу ТО і ремонту системи електропостачання.....	46
4.2 Розрахунок економічної ефективності впровадження діагностичного стенда.....	46
4.3 Шляхи підвищення економічної ефективності технічного обслуговування.....	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	50
5.1 Основні вимоги охорони праці під час технічного обслуговування і ремонті системи електропостачання Volvo FH5.....	50
5.2 Розрахунок захисного заземлення діагностичного стенда.....	51
5.3 Пожежна безпека та виробнича санітарія при обслуговуванні електрообладнання.....	52
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	56
ДОДАТКИ.....	59

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

У сфері міжнародних та внутрішніх вантажних перевезень автомобілі марки Volvo Trucks користуються значною популярністю завдяки високій надійності, економічності та сучасним технічним рішенням. Автомобілі серії Volvo FH5 широко застосовуються у транспортних компаніях для виконання перевезень на великі відстані, адже вони характеризуються комфортом, безпекою та високою продуктивністю. Проте інтенсивна експлуатація транспортних засобів у складних дорожніх та кліматичних умовах призводить до поступового зношування компонентів системи електропостачання, виникнення несправностей та потреби у своєчасному проведенні технічного обслуговування і ремонту. Будь-які порушення у роботі генератора, акумуляторних батарей, електропроводки чи електронних модулів можуть спричинити зниження ефективності роботи автомобіля, збільшення витрат пального та навіть простої транспортних засобів.

На сучасному етапі розвитку автомобільного транспорту технічне обслуговування вже не обмежується лише періодичною перевіркою стану агрегатів. Воно перетворюється на комплексний технологічний процес, що включає діагностування, прогнозування технічного стану, використання спеціалізованого обладнання та сучасного програмного забезпечення. Для підприємств автомобільного сервісу особливо важливим стає удосконалення організації виконання робіт, впровадження нових методів діагностики та підвищення ефективності ремонтних процесів. Саме тому питання вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання є актуальним і потребує детального дослідження.

В умовах діяльності ТОВ «Терко Авто» особливого значення набуває забезпечення безперебійної роботи вантажного автопарку, оскільки від технічного стану транспортних засобів залежить ефективність виконання перевезень, економічні показники підприємства та безпека дорожнього руху.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Підприємство здійснює обслуговування сучасних вантажних автомобілів, обладнаних складними електронними системами, що потребують кваліфікованого підходу до діагностики та ремонту. Зростання кількості електронних компонентів у конструкції автомобілів призводить до необхідності постійного вдосконалення технологічних процесів, застосування нових методів контролю технічного стану та модернізації ремонтного обладнання.

Особливістю системи електропостачання вантажного автомобіля Volvo FH5 є наявність інтегрованих електронних систем, які працюють у тісному взаємозв'язку між собою. Генератор забезпечує живлення електричних споживачів та заряджання акумуляторних батарей, а електронні блоки управління здійснюють контроль параметрів роботи всієї системи. Несправність хоча б одного елемента може негативно вплинути на функціонування інших вузлів автомобіля. Саме тому своєчасне виявлення дефектів, правильна організація діагностичних робіт та ефективний ремонт мають важливе значення для підтримання працездатності транспортного засобу.

Слід зазначити, що традиційні методи технічного обслуговування вже не повністю відповідають сучасним вимогам експлуатації автомобілів нового покоління. Значна кількість електронних компонентів потребує використання комп'ютерної діагностики, спеціальних тестерів, вимірювального обладнання та програмних комплексів. Крім того, велике значення має рівень кваліфікації персоналу, адже виконання ремонтних робіт на сучасних вантажних автомобілях вимагає глибоких знань у галузі електротехніки, електроніки та комп'ютерних систем управління. Удосконалення технологічного процесу обслуговування дозволяє не лише підвищити якість виконання робіт, а й скоротити тривалість простоїв автомобілів, зменшити витрати на ремонт та підвищити загальну ефективність діяльності підприємства.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Структура та характеристика підприємства ТОВ «Терко Авто»

ТОВ «Терко Авто» — це сучасне автосервісне підприємство, яке вже кілька років успішно працює на ринку технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Розташоване у зручному для клієнтів місці, підприємство зарекомендувало себе як надійний партнер, що забезпечує якісний сервіс і високий рівень обслуговування. [13]

Основним напрямом діяльності ТОВ «Терко Авто» є комплексне обслуговування автомобілів, зокрема виконання планового технічного обслуговування, діагностики, поточного та капітального ремонту окремих систем і агрегатів. Особливу увагу підприємство приділяє роботі з автомобілями німецького виробництва, що зумовлено попитом на ці автомобілі серед клієнтів та високими вимогами до якості їх обслуговування. [14]

ТОВ «Терко Авто» має сучасну матеріально-технічну базу. Майстерня обладнана підйомниками, діагностичними сканерами, стендами для перевірки світлотехніки, а також спеціалізованим інструментом, який дозволяє виконувати точні й складні ремонтні операції відповідно до вимог виробника. Крім того, підприємство постійно оновлює своє обладнання, впроваджує новітні технології та слідує за тенденціями в автомобільному сервісі. [15]

Персонал «Терко Авто» складається з кваліфікованих фахівців, які мають практичний досвід роботи з автомобілями Volkswagen Golf, регулярно проходять підвищення кваліфікації, беруть участь у спеціалізованих тренінгах та сертифікаційних програмах. Завдяки цьому, клієнти можуть бути впевнені у професійному підході до вирішення технічних питань будь-якої складності. [13]

Важливою складовою роботи підприємства є орієнтація на клієнта. Тут цінують час і довіру кожного замовника, тому всі роботи виконуються в чітко визначені терміни з дотриманням високих стандартів якості. Завдяки цьому ТОВ

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

«Терко Авто» має стабільну клієнтську базу та позитивну репутацію серед автовласників. [15]

ТОВ «Терко Авто» також активно працює над удосконаленням внутрішніх процесів. На підприємстві впроваджуються елементи автоматизації документообігу, ведеться електронна база обліку клієнтів і проведених робіт, що дозволяє оптимізувати робочі процеси та підвищувати ефективність. [14]

1.2 Характеристика автомобіля Volvo FH



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд автомобіля Volvo FH5 [16]

Volvo FH (укр. Вольво ЕфАш) — серія вантажних автомобілів, що виробляються компанією Volvo Trucks з 1993 року і прийшла на зміну моделей Volvo F10, Volvo F12 і Volvo F16 [17].

У 1998 році Volvo FH першого покоління оновили, змінивши зовнішній вигляд. На автомобіль почали встановлювати модернізований 12,1-літровий 24-клапанний двигун D12C потужністю 340—460 к. с. з електронним управлінням,

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

нову 14-ступеневу коробку передач, бортовий комп'ютер і дискові гальма на всіх колесах [17].

Автомобілі Volvo FH у різний час комплектувалися наступними рядними 6-циліндровими дизельними двигунами з турбонаддувом і проміжним охолодженням повітря [17]:

Автомобілі Volvo FH в різний час комплектувалися і комплектуються наступними коробками перемикачів передач [17]:

У 2002 році представлено друге покоління Volvo FH, яке отримало оновлену кабіну з вертикальними передніми фарами. Усі кабіни пропонують у 3 варіантах комплектації і рівня оснащеності з функціональною панеллю приладів, анатомічними регульованими сидіннями, автоматичною системою клімат-контролю, речовими ящиками над лобовим склом і радіоприймачем з дистанційним управлінням. Додатково можна встановити 2-місцеве пасажирське сидіння з триточковими ременями безпеки і регульований повітряний обтічник на даху, а внизу кабіни змонтувати протипідкатну систему FUPS [17].

У сімейство FH входять тягачі з колісними формулами 4×2 і 6×2 з заднім або середнім підкатним мостом, а також шасі з колісними формулами до 8×4 для монтажу кузовів і обладнання. Залежно від виду модульної лонжеронної рами, підвіски і розміру шин висота розташування сидельного зчіпного пристрою знаходиться в межах 810—1000 мм, а вантажна висота шасі — 850—1000 міліметрів [17].

У 2005 році компанія Volvo провела чергову модернізацію кабін і суттєве підвищення їх комфортності. У них використовуються нове сидіння водія і панель приладів з додатковими функціями. Тоді ж році представлена модель Volvo FH13 з двигунами об'ємом 12,8 л D13A потужністю 400—520 к. с., яка замінила Volvo FH12. З весни 2006 року цей мотор оснащується системою каталітичного очищення SCR, що дало змогу довести рівень його відпрацьованих газів до вимог Євро-4 і Євро-5 [17].

У 2008 році Volvo FH другого покоління оновили, змінивши зовнішній вигляд, двигуни та оснащення. Volvo Trucks випускає на ринок найпотужнішу

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

серійну вантажівку у світі. Volvo FH16 — потужність 700 к. с., крутний момент 3150 Н·м. Компанія Volvo Trucks стала першим виробником, що поставив у серійне виробництво тягач із двигуном потужністю в 700 к. с. Вантажівка Volvo FH16 700 по праву зайняв місце флагмана компанії, перевершивши свого попередника потужністю 660 к. с. Volvo FH16 призначений для найскладніших транспортних операцій із перевезення надважких вантажів. Двигун вантажівки — Volvo D16G — у стандартній комплектації обладнаний гірським гальмом з електронним управлінням (EPG) гальмівною потужністю 230 кВт. Електронне керування дало змогу зменшити кількість рухомих частин, що забезпечує простоту експлуатації, надійність і невелику вагу. На замовлення також встановлюється моторне гальмо Volvo VEB +, що має гальмівну потужність 425 кВт [17].

У вересні 2012 року на виставці в Ганновері представлено повністю нове покоління моделі Volvo FH, яке вперше у світі серед серійних важких вантажівок оснащено незалежною передньою підвіскою (IFS), що поєднується з рейковим рульовим управлінням. Шасі й кабіна повністю нові, а двигуни були взяті від попередньої моделі і модернізовані. Вантажівка отримала різні нові системи допомоги водієві, спрямовані на поліпшення безпеки та економії палива [17].

Вантажівка FH вже оснащена дорожньою міжміською кабіною, яка забезпечує нічліг до двох осіб і має внутрішню висоту 171 см (вище двигуна тунель 162 см). Як альтернатива є варіанти Globetrotter (203/196 см) і Globetrotter XL (222/211 см). Ці три варіанти кабіни відрізняються тільки висотою даху; довжина і ширина, а також висота установки на шасі є однаковими для всіх [17].

Передача потужності до коліс здійснюється через автоматизовану 12-ступеневу КПП (I-Shift) або за допомогою 14-ступеневої механічної коробки передач. Volvo FH третього покоління отримав престижну премію Truck of the Year 2014 року [17]. У 2016 році, після 23 років компанія Volvo нарешті позбулася форсунок на двигунах D13. Поряд із впровадженням нових аеродинамічних елементів, поліпшеною трансмісією і новою коробкою передач i-Shift Crawler, Volvo представила нове покоління двигунів D13. Раніше двигуни

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

D11 і D16 вже перейшли на Common Rail, а тепер і найпопулярніший двигун компанії отримав цю технологію. Новий двигун не тільки відповідає екологічним нормам Euro-6 С, але і на 5 % економніший. Що стосується нових аеродинамічних елементів, то всі вантажівки Volvo FH тепер будуть оснащуватися удосконаленими колісними арками (вони стали більш закритими), новим переднім спойлером і дефлекторами за кабіною [17].

Восени 2012 року з конвеєрів шведського автогіганта почали сходити вантажівки FH нового, третього покоління. Це були перші важкі вантажівки з незалежною передньою підвіскою зчленованою з рейковою системою кермового керування [18].

Виробництво вантажівки, начиненої високотехнологічними системами та вузлами, вимагало впровадження надсучасного високопродуктивного обладнання. Прикладом подібних рішень на виробництві є лінія штампувальних пресів для всіх елементів кабіни. Елементи кабіни пресуються за унікальною технологією у п'ять етапів. Особлива увага приділяється пресуванню елементів зі складною геометрією. Їхнє пресування в кілька етапів дозволяє досягати нововведенням технологічного ланцюжка виробництва нового покоління Volvo FH стало впровадження роботизованої лінії, що складається з 56-ти роботів-автоматів, що дозволяють значно підвищити якість та ефективність виробництва. Нові технології виробництва, крім забезпечення високої якості, дозволяють і підвищити безпеку автотехніки, що випускається [18].

За бажанням замовника, кожна з численних модифікацій вантажівок може укомплектовуватися як напівавтоматичною коробкою передач системи I-Shift, так і АКПП Powertronic. Також на вибір замовника автомобіль може поставлятися як з одноступінчастим редуктором, так і колісним [18].

Кабіна, побудована на єдиному каркасі, оснащена новою решіткою радіатора, оптикою з денним ходовим світлом та аварійним люком пропонується у трьох модифікаціях [18]:

- кабіна зі спальним місцем, розрахованим на одну людину;

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- кабіна моделі Globetrotter, що відрізняється великою висотою та спальними місцями призначеними для відпочинку двох людей;
- кабіна моделі Globetrotter XL – найкомфортніша версія великої висоти зі спальними місцями, призначеними для відпочинку двох людей.

Модифікації Volvo FH третього покоління відрізняються і за висотою шасі, що випускаються у чотирьох типорозмірах [18]:

- сідельний тягач із наднизьким шасі -810мм;
- низьке шасі – 850 мм;
- середнє шасі – 900 мм;
- високе шасі – 1000 мм.

Лінійка силових агрегатів, що встановлюються на вантажівку, представлена дев'ятьма модифікаціями потужністю від 420 до 750 к.с. Включаючи новий двигун D13K460, який відповідає вимогам стандарту Euro-6 [18].

Порівняно з попередніми моделями внутрішній об'єм кабіни збільшився одразу на тисячу літрів. Третина збільшеного простору пішла на розширення багажного відсіку. У кабіні встановлюється нова ергономічна панель приладів вигнутої форми, що забезпечує зручний доступ до відображуваної інформації та елементів управління.

Секрет I-Shift закладено в електродистанційному блоці управління, що регулює роботу пневмосистеми, керуючої системою зчеплень та передач. На блок управління у безперервному режимі надходить інформація про всі параметри руху автомобіля, аналізуючи яку, електронний блок здійснює перемикання передач. Блок працює у зв'язці з двигуном, який отримуючи відповідну інформацію, регулює частоту обертів і активує ефект моторного гальма для досягнення оптимального режиму перемикання передач [18].

Інтелектуальне програмне забезпечення системи I-Shift забезпечує автоматичний вибір передач. При необхідності водій може втрутитися в процес вибору передач за допомогою кнопки перемикання, розміщеної на селекторі [18].

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.3 Технічні характеристики автомобіля Volvo FH5

В таблиці 1.1 представлені основні характеристики автомобіля Volvo FH5

Таблиця 1.1 – Характеристики автомобіля Volvo FH5 [19]

Властивості	Volvo FH Electric
Конфігурація мостів	Тягач: 4×2, 6×2, 6х4 Вантажівка-фургон: 4×2, 6×2, 6×4, 8×2, 8×4 Усі мости оснащено пневмопідвіскою
Кабіна	Низька денна кабіна, Денна кабіна, Низька спальна кабіна, Спальна кабіна, Кабіна Globetrotter, Кабіна Globetrotter XL
Повна маса спорядженого ТЗ	До 65 тонн
Ємність акумулятора	360–540 кВт·год, від 4 до 6 акумуляторів
Радіус	До 470 км
Час заряджання	CCS: 350 кВт 20%-80% 65 хв
Силова лінія	2 EM, 5 різних рівнів
Застосування	Придатна для кузовних робіт. 2 відбори потужності (електрична (3 рівні 30/60/90 кВт), трансмісія + незалежна від зчеплення)
Корисна енергія акумулятора	460 кВт·год

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Конструкційні особливості системи електропостачання автомобіля

Система електропостачання виконує ключову функцію в забезпеченні працездатності автомобіля Volvo FH5. Вона призначена для живлення електроспоживачів під час роботи двигуна, а також для забезпечення пуску двигуна за рахунок енергії, накопиченої в акумуляторних батареях [5].

Основними завданнями системи електропостачання є [5]:

- забезпечення стабільної напруги в бортовій мережі;
- заряджання акумуляторних батарей;
- компенсація електричних навантажень при зміні режимів роботи двигуна;
- захист електрообладнання від перенапруг та коротких замикань [2].

З огляду на складність і високу вартість електронних компонентів автомобіля Volvo FH5, система електропостачання повинна мати високий рівень надійності та відповідати вимогам виробника. Це досягається шляхом застосування сучасних генераторів, регуляторів напруги та якісних елементів електропроводки [4].

Система електропостачання призначена для живлення електричною енергією постійного струму напругою 12 або 24В всіх споживачів на всіх режимах роботи автомобіля. В вантажній автомобільній техніці використовуються системи електропостачання, які забезпечують живлення більшості споживачів напругою 24В. Джерелами електричної енергії на автомобілі є генераторна установка (ГУ) й акумуляторна батарея (АКБ), включені паралельно [15].

Структурна схема системи електропостачання автомобіля приведена на рис. 2.1.

В генераторній установці джерелом струму є генератор (Г), який приводиться в дію ДВЗ. Автомобільні генератори працюють у режимах змінних

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

частот обертання й навантажень, що змінюються в широких межах. Для автоматичної підтримки напруги генератора на заданому рівні при зміні частоти обертання й навантаження призначений регулятор напруги (РН) [3].

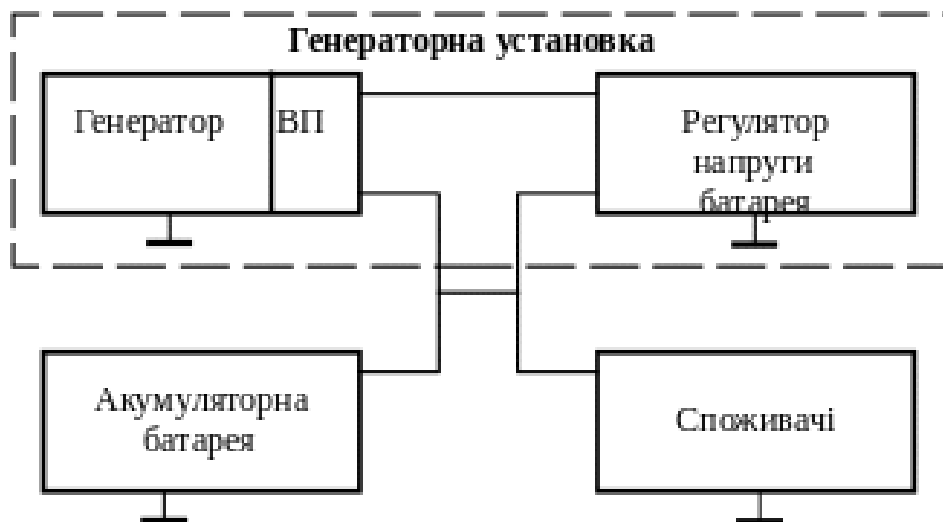


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи електропостачання

При використанні генератора змінного струму до складу ГУ входить випрямляч (ВП). При непрацюючому двигуні єдиним джерелом електроенергії є акумуляторна батарея, що повинна забезпечити надійний пуск двигуна. При працюючому двигуні ГУ є основним джерелом електроенергії і забезпечує електропостачання споживачів і підзаряд акумуляторної батареї. В разі великого споживання струму АКБ допомагає генераторній установці забезпечити всіх споживачів електричною енергією [15].

Система електропостачання, як правило, є однопровідною. Всі споживачі підключаються до позитивної клеми. В якості другого проводу використовується корпус автомобіля (маса) [15].

2.2 Принцип дії та будова акумуляторної батареї

Акумуляторна батарея призначена для живлення електричною енергією всіх споживачів при непрацюючому двигуні й при роботі його з малою частотою обертання колінчатого вала, а також для пуску двигуна стартером [15].

На автомобілях використовують стартерні свинцево-кислотні акумуляторні батареї. Такі батареї здатні короткочасно віддавати струм великої величини, що необхідно при пуску двигуна стартером [15].

Надійність вантажного транспорту – це не просто комфорт, це безперервність бізнесу та своєчасність доставки. Серцем будь-якої вантажівки є її акумуляторна батарея. Правильно підібрані вантажні акумулятори є гарантією впевненого запуску двигуна в будь-яких умовах, а також безперебійного живлення бортової електроніки. З огляду на інтенсивність експлуатації та значні енергетичні потреби сучасних вантажівок, вибір АКБ вимагає глибокого розуміння технічних характеристик. У цьому детальному посібнику ми розглянемо ключові параметри, типи та правила експлуатації, щоб ви могли вибрати ідеальні АКБ для вантажівки [20].

Вибір вантажних акумуляторів починається з розуміння трьох основних параметрів, які часто вказуються на корпусі: напруга, ємність та пусковий струм. Більшість легкових автомобілів використовують систему 12В. Проте, важкі вантажівки, тягачі та спецтехніка часто використовують систему 24В, яка формується послідовним підключенням двох 12-вольтових батарей [20].

Важливо: Завжди звіряйте потрібну напругу з вимогами виробника вашої вантажівки. Неправильна напруга може пошкодити електричну систему [20].

Ємність, що вимірюється в Ампер-годинах (Агод), показує, скільки часу акумулятор здатний видавати певний струм до повного розряду. Для вантажівок найбільш поширені показники 190 Агод та 225 Агод [20].

- Автомобілі малої та середньої вантажопідйомності: 100 - 150 Агод.
- Важкі вантажівки та TIR: 180 - 240 Агод.

Пусковий струм (або струм холодного прокручування, ССА) – це максимальний струм, який акумулятор може видати при низькій температурі (зазвичай -18°C) протягом 30 секунд. Чим більший дизельний двигун та чим нижча температура експлуатації, тим вищим має бути цей показник [20].

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Полярність (пряма або зворотна) та габаритні розміри (довжина, ширина, висота) повинні строго відповідати вимогам виробника та розміру акумуляторного відсіку вантажівки [20].

2. Типи вантажних акумуляторів: Переваги та недоліки

Традиційні свинцево-кислотні (WET). Це найпоширеніший і найдоступніший тип, що використовує рідкий електроліт. Вони надійні, але вимагають періодичного обслуговування (доливання дистильованої води). Вони чутливі до глибоких розрядів [20].

Обслуговувані: Мають кришки для доступу до банок, що дозволяє контролювати та коригувати рівень електроліту. Довговічні при правильному догляді [20].

Необслуговувані: Герметичні, не потребують доливання води. Зручні в експлуатації, але чутливіші до перезарядки та перегріву. Сучасні вантажні акумулятори частіше належать до цього типу [20].

Вантажні АКБ, виготовлені за технологіями AGM (Absorbed Glass Mat) або GEL (Гелеві), є преміальним сегментом [20].

Переваги: Висока стійкість до вібрацій, краща здатність витримувати глибокі цикли розряду/заряду, герметичність (безпека), довший термін служби [20].

Застосування: Ідеально підходять для вантажівок, оснащених великою кількістю додаткової електроніки (автономні опалювачі, холодильники, потужні інвертори) або для транспортних засобів, які працюють у важких умовах [20].

3. Алгоритм вибору вантажного акумулятора: 5 кроків до ідеальної покупки [20]:

Крок 1. Визначення потрібної ємності та пускового струму. Орієнтуйтеся на рекомендації виробника вантажівки. Якщо ви часто експлуатуєте авто в умовах крайнього холоду, вибирайте модель з пусковим струмом на 10-15% вищим від мінімально необхідного [20].

Крок 2. Узгодження габаритів та типу клем. Переконайтеся, що новий акумулятор ідеально підходить до посадкового місця, а клеми (стандартні або

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

під болт) відповідають проводці [20].

Крок 3. Вибір бренду та гарантії. Вибирайте перевірені бренди, які спеціалізуються на виробництві потужних вантажних акумуляторів. Зверніть увагу на гарантійний термін – якісні моделі зазвичай мають гарантію 24 місяці та більше [20].

Крок 4. Особливості експлуатації та обслуговування вантажних АКБ. Правила зарядки: Напруга, струм та час. Щоб максимально продовжити термін служби вантажного акумулятора, дотримуйтесь правил зарядки [20]:

1. Струм: Струм зарядки не повинен перевищувати 10% від номінальної ємності. Наприклад, для акумулятора 190 Аг струм має бути не більше 19А.

2. Час: Повна зарядка може займати 10-20 годин.

Зимова експлуатація: Як уникнути розрядки на морозі. Низькі температури знижують ефективність АКБ. Намагайтеся не залишати вантажівку на довгий час із увімкненою бортовою електронікою. Перед запуском двигуна після простою на морозі, зробіть кілька спроб короткочасного увімкнення фар – це допоможе "розігріти" електроліт [20].

Регулярний догляд: Перевірка рівня електроліту та клем. Для обслуговуваних моделей важливо раз на 3-4 місяці перевіряти рівень електроліту і при необхідності доливати дистильовану воду. Завжди тримайте клеми чистими та змащеними, щоб забезпечити надійний електричний контакт [20].

Крок 5. Рейтинг та термін служби. Середній термін служби якісних вантажних акумуляторів становить від 3 до 5 років. Фактори, що впливають на довговічність [20]:

- Глибина розряду: Часті глибокі розряди критично скорочують термін служби.
- Температурний режим: Перегрів або сильний мороз.
- Справність генератора: Несправний генератор може викликати недозаряд або перезаряд, що є згубним для батареї.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Правильно обрані та доглянуті вантажні акумулятори – це запорука безперебійної роботи вашої техніки. Розуміння ключових параметрів, таких як ємність (Агод) та пусковий струм (А), а також дотримання простих правил зарядки та обслуговування, допоможе вам не тільки уникнути неприємних ситуацій на дорозі, але й значно продовжити термін служби АКБ [20].

Кількість електрики в ампер-годинах (А·год), отримана від акумулятора при його розряді до допустимої напруги, називається ємністю, що визначають як добуток сили розрядного струму в амперах на час розряду в годинах. Ємність залежить від кількості й розмірів пластин акумуляторів, сили розрядного струму, густини й температури електроліту, а також ступеня зарядженості, технічного стану й терміну служби акумулятора (батареї) [15].

Кожен тип стартерної акумуляторної батареї має свою умовну позначку, що наноситься на міжелементному з'єднанні (перемичці) або на баці й означає таке [9]:

перше число (3, 6 або 12) - кількість послідовно з'єднаних акумуляторів у батареї;

СТ або ТСТ - призначення батареї: стартерна або стартерна для тяжких умов експлуатації, відповідно;

число після букв - номінальну ємність батареї, виражену в ампер-годинах.

Інші букви означають [15]:

Е, П, Т - матеріал бака, відповідно: ебоніт, пластмаса асфальтопекова, термопластмаса;

М, МС, Р, РС - матеріал сепаратора, відповідно: міпласт, міпласт зі скловолокном, міпор, міпор зі скловолокном.

2.3 Несправності акумуляторних батарей

Характерними несправностями акумуляторних батарей є: тріщини в мастиці, кришках і баці; підвищений саморозряд; сульфатація пластин; коротке

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

замикання різнойменних пластин; руйнування пластин. Несправності часто виникають через порушення правил експлуатації батарей [15].

Тріщини в мастиці усувають електропаяльником зі спеціальною насадкою шляхом оплавлення мастики, що заливає тріщини, або заміною старої мастики на нову [15].

Саморозряд акумуляторної батареї – явище неминуче, але забруднення активної маси й електроліту домішками, а також брудна поверхня батареї приводять до підвищеного саморозряду. Тому необхідно завжди батарею тримати в чистоті, наготовлювати електроліт тільки з акумуляторної сірчаної кислоти й дистильованої води [15].

Сульфатація пластин – це утворення на пластинах великих важко розчинних при заряді кристалів сульфату свинцю. Ознакою сульфатації є значне зниження ємності акумуляторної батареї, а при заряді така батарея швидко "закипає" і нагрівається [15].

Причини сульфатації пластин: глибокі розряди батареї, тривале знаходження батареї у вирядженому стані, систематичний її недозаряд, експлуатація батареї зі зниженим рівнем електроліту, велика густина електроліту, порушення правил готування електроліту [15].

Неглибоку сульфатацію можна усунути спеціальними режимами заряду й розряду батареї на зарядній станції. Глибока сульфатація не усувається. Тому необхідно прагнути до виключення причин, що викликають сульфатацію пластин [15].

Коротке замикання в акумуляторі приводить до припинення його роботи (ЕРС такого акумулятора менш 2 В або дорівнює нулю). Причиною короткого замикання може бути руйнування сепараторів, скупчення на дні бака великої кількості шламу [15].

Руйнування пластин акумуляторів теж неминуче, але воно може й прискорюватися: тривалими перезарядками батареї; збільшенням вібрації при слабкому кріпленні батареї на автомобілі; підвищеною густиною електроліту або температурою його понад 45° С [15].

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Ознаками руйнування пластин є: мутний електроліт з коричневим фарбуванням, кришка з боку позитивного штиря може бути піднята. Такий акумулятор швидко розряджається [15].

Батареї із сильною сульфатацією, коротким замиканням в акумуляторах і зруйнованими пластинами для подальшої експлуатації непридатні. Вони відправляються в майстерню для ремонту або підлягають списанню [15].

2.4 Технічне обслуговування акумуляторних батарей

Для технічного обслуговування акумуляторних батарей застосовується комплект приладів, пристосувань й інструмента моделі Е-401, у який входять денсиметр, навантажувальна вилка ЛЕ-2, мірна трубка, термометр й ін. (усього 15 предметів). Комплект укладається в металевий ящик [15].

Денсиметр (кислотомір) служить для виміру густини електроліту (рис. 2.2, а), що відбиває ступінь розрядженості батареї. Зниження густини електроліту на $0,01 \text{ г/см}^3$ відповідає розряду акумулятора на 6%. Розряд акумуляторної батареї допускається влітку до 50%, узимку тільки до 25% [15].

Навантажувальна вилка призначена для виміру ЕРС і напруги акумулятора (див. рис. 2.2, б) під навантаженням, приблизно рівним стартерному. Напруга справного й зарядженого акумулятора, навантаженого резистором вилки ЛЕ-2, залишається протягом 5 секунд незмінною [15].

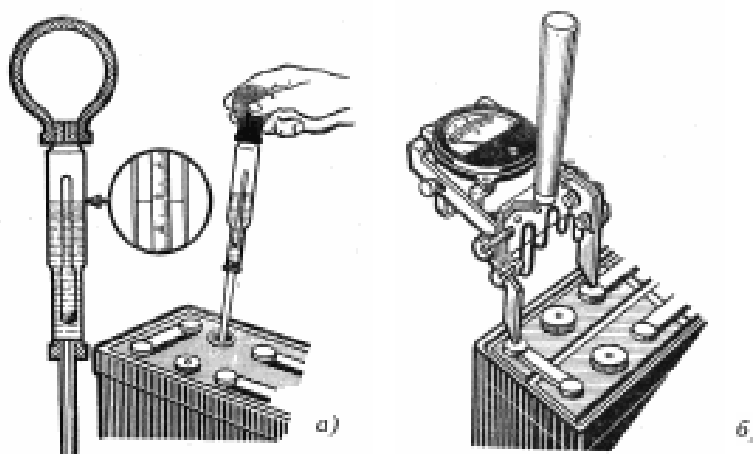


Рис. 2.2 – Перевірка стану акумуляторної батареї: а – визначення густини електроліту; б – вимір напруги акумулятора.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Мірною трубкою визначають рівень електроліту в акумуляторах, що повинен бути на 10...15 мм вище запобіжного щитка. Доливати в акумулятори необхідно тільки дистильовану воду [15].

Основні операції й строки технічного обслуговування акумуляторних батарей наступні [9]. При ТО-1, але не рідше одного разу в 15 днів, необхідно: очистити батарею від бруду, а полюсні штирі від окислів; перевірити відсутність тріщин на баці, кришках і мастиці, а також підтікання електроліту; перевірити кріплення батареї в гнізді; прочистити вентиляційні штуцери або отвори в пробках акумуляторів; перевірити рівень електроліту в кожному акумуляторі й при необхідності долити дистильовану воду [15].

При ТО-2, але не рідше одного разу на місяць, необхідно визначити ступінь розрядженості батареї по густині електроліту й при необхідності відправити на зарядну станцію. Кінець заряду батареї визначається сталістю напруги акумуляторів і густини електроліту, рясним газовиділенням у всіх акумуляторах протягом 2...3 год. Акуратна робота з акумуляторними батареями повинна виключити розбризування й влучення електроліту на одяг й особливо на шкіру. При влученні електроліту на одяг або шкіру його нейтралізують 10%-вим розчином нашатирного спирту й рясним змиванням водою [15].

Вимір ЕРС і напруги робити при загорнутих пробках, інакше від іскри може відбутися вибух газів в акумуляторі. Наготовлюють електроліт повільним уливанням кислоти у воду. Більш щільна кислота, надходячи у воду невеликими порціями, швидко поринає, і реакція протікає спокійно й без розбризування. Необхідно пам'ятати, що кислота, потрапляючи на шкіру, викликає хімічні опіки [15].

2.5 Генераторні установки автомобілів

2.5.1 Генератор

До автомобільних генераторів пред'являються наступні вимоги [15]:

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- простота конструкції; довговічність і надійність;
- малі габарити, маса і вартість;
- велика питома потужність (потужність на 1 кг маси);
- можливість забезпечення заряду акумуляторні батареї при малій частоті обертання колінчатого вала двигуна в режимі холостого ходу.

Переліченим вимогам у більшому ступені задовольняють тільки генератори змінного струму з випрямлячами, тому вони знайшли переважне застосування на сучасних автомобілях [15].

Автомобільний генератор змінного струму – трифазний, синхронний, з електромагнітним збудженням, у якого частота ЕРС, що наводиться, пропорційна частоті обертання ротора генератора (ця властивість використовується в електронних тахометрах для вимірювання обертів двигуна) [15].

Такі генератори в порівнянні з генераторами постійного струму простіше по конструкції, мають менші габаритні розміри і масу при тій же потужності, більш надійні в експлуатації, а витрата міді на обмотки приблизно в 2,5 рази менше. Питома потужність генераторів постійного струму не перевищує 45 Вт/кг, а генераторів змінного струму досягає до 143Вт/кг [15].

Максимальна частота обертання ротора досягає 12000 об/хв. Це дозволяє підвищити частоту обертання ротора генератора і при роботі двигуна в режимі холостого ходу. Тому генератори в цьому режимі роботи двигуна розвивають до 40÷60% номінальної потужності, що поліпшує заряд АКБ [15].

В синхронному генераторі змінного струму ротор являє собою постійний електромагніт, який створює обмотка збудження. Струм збудження подається на обмотку через щітки та контактні кільця. В якості джерела струму збудження може використатися АКБ, або сама генераторна установка (так зване самозбудження) [15].

Ротор приводиться в обертання ДВЗ через шків. В результаті обертання постійного магніту створюється обертове магнітне поле, яке пересікає

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

багатофазну обмотку статора, де наводиться багатофазна ЕРС. Зазвичай, використовуються трифазні генераторні установки [15].

Генератор працює навіть при зупинці автомобіля. Тому йому необхідна примусова вентиляція за допомогою крильчатки [15].

В генераторних установках з самозбудженням для живлення обмотки збудження використовується додатковий випрямляч, зібраний по спрощеній схемі, яка налічує три випрямних діоди [15].

2.5.2 Регулятор напруги

Оберти двигуна в процесі експлуатації автомобіля змінюються в широких межах. Тому для підтримки напруги на виході генераторної установки постійною є єдина можливість – регулювання магнітного потоку обмотки збудження Φ . Зі збільшенням частоти обертання ротора зростає ЕРС і напруга генератора перевищує регульоване значення. При цьому регулятор напруги зменшує струм збудження, що приводить до зменшення магнітного потоку, ЕРС і напруги генератора. Зниження напруги приводить до необхідності збільшення струму збудження. Цей процес повторюється періодично, завдяки чому напруга генератора коливається біля регульованого значення [15].

Змінення струму збудження, а отже, і магнітного, потоку можна домогтися трьома способами [15]:

- закорочуванням обмотки збудження;
- перериванням кола збудження;
- включенням послідовно з обмоткою збудження додаткового резистора.

Останній спосіб має два різновиди [15]:

- традиційне регулювання з частотою переключення, яка змінюється зі зміною режиму роботи генератора;
- регулювання зі стабілізованою частотою переключення, за принципом широтно - імпульсної модуляції (ШІМ).

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

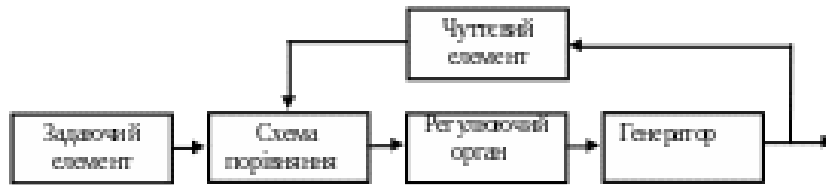


Рисунок 2.2 – Загальна схема регулятора напруги

Загальна схема регулятора напруги приведена на рис.2.2.

Регулюючий орган по команді схеми порівняння виконує відповідні комутації в колі обмотки збудження. Команда виробляється на підставі порівняння інформації про рівень напруги на виході генераторної установки, яка поступає з чуттєвого елемента, та про рівень стабілізованої напруги, яка поступає з задаючого елемента [15].

Описаний вище принцип регулювання може бути реалізований пристроями різного типу. На автомобілях знайшли широке застосування контактні (вібраційні), контактно-транзисторні і безконтактні регулятори напруги [15].

2.6 Послідовність ремонту електропроводки авто

Електропроводка автомобіля — це «нервова система» машини, яка з'єднує всі електронні компоненти: від фар до системи запалювання. Будь-який збій у проводці може призвести до проблем із запуском, відмови освітлення або навіть короткого замикання [14].

Розглянемо основні причини несправностей електропроводки автомобіля.

Однією з найпоширеніших причин пошкодження електропроводки є механічний знос або зовнішній вплив. Проводи можуть перетиратися об металеві елементи кузова, пошкоджуватись гризунами або перегріватися через неправильне підключення [14].

Ще один поширений чинник — неякісні доопрацювання або втручання у штатну електричну систему. Наприклад, неправильне встановлення сигналізації чи

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

мультимедійної системи може спричинити перевантаження або замикання. Порушення ізоляції або окислення контактів через вологу також негативно впливають на стабільність електропередачі [14].

Коротке замикання, плаваюча напруга, повна або часткова відмова електропристроїв — усе це симптоми, які вимагають негайної перевірки і, за потреби, ремонту електропроводки авто [14].

Перше, що має насторожити водія — нестабільна робота електроніки. Якщо періодично не працюють фари, склопідйомники або панель приладів, це може свідчити про поганий контакт, обрив або корозію в проводці [14].

Діагностика електрики авто зазвичай починається з візуального огляду: перевіряють ізоляцію, місця згинів, з'єднання та клеми. Потім підключають мультиметр або сканер для перевірки напруги та опору на підозрілих ділянках. У складних випадках використовують трасошукач або тепловізор для виявлення перегріву проводів [14].

Несправність не завжди знаходиться в очевидному місці — іноді вона «захована» в жгуті під обшивкою або торпедою. Тому для точного ремонту часто потрібен досвідчений автоелектрик і спеціальне обладнання [14].

Ремонт електропроводки авто може бути локальним або комплексним — усе залежить від обсягу пошкодження. У разі локальної проблеми достатньо замінити або перепаяти окремий провід, відновити контакт чи змінити роз'єм. При серйозних пошкодженнях — перетинають і замінюють цілий сегмент або навіть частину джгута [14].

Найчастіше для ремонту використовують якісні термозбіжні трубки, нові контакти, ізоляційну стрічку, гільзи та пайку. Важливо не лише відновити провід, а й забезпечити надійний захист від вологи та механічних пошкоджень у майбутньому [14].

Після ремонту проводять обов'язкову перевірку: чи зникли помилки, чи всі системи працюють коректно, чи стабільна напруга. У деяких випадках потрібне скидання помилок у блоках управління або оновлення програмного забезпечення [14].

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Не всі проблеми можна відкласти — іноді ремонт електропроводки авто потрібно робити негайно. Якщо відчувається запах паленої ізоляції, з'являється дим з-під панелі, або авто глухне на ходу — це ознаки серйозного електричного збою, який може спричинити загоряння [14].

Також термінове втручання потрібне при повній відмові старту двигуна, зникненні живлення на блоках управління або несправності систем безпеки (ABS, подушки безпеки, електропідсилювач керма). У таких випадках не варто експериментувати — краще відразу звернутись до спеціаліста [14].

Іноді проблема виникає раптово після дощу, мийки авто або потрапляння вологи в моторний відсік. Волога викликає коротке замикання або пробій ізоляції, тому будь-які збої після контакту з водою — це сигнал до перевірки проводки [14].

Ціна ремонту електропроводки авто залежить від характеру проблеми, доступу до пошкодженого місця, марки автомобіля та обсягу робіт. Локальний ремонт обійдеться дешевше — наприклад, заміна або перепайка одного дроту коштує недорого. Але при ремонті проводки в моторному або салонному жгуті вартість зростає через складність доступу [14].

Комплексна заміна або відновлення електрожгута, перепошивка блоків управління, тестування систем — усе це впливає на підсумкову вартість. Тому в кожному випадку оцінка проводиться індивідуально після діагностики [14].

Незалежно від ціни, важливо обирати фахівців, які не лише виконують роботу, а й гарантують результат. Професійний ремонт — це надійність, безпека і спокій на дорозі [14].

Ціна на ремонт проводки авто залежить насамперед від характеру несправності. найдешевшими є локальні роботи — наприклад, заміна одного дроту або зачистка окисленого контакту. Вартість таких послуг починається з мінімальних сум. Проте якщо проблема ховається в глибоких ділянках електрожгута або зачіпає кілька вузлів, ремонт може бути складнішим і відповідно дорожчим [14].

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Фінальна ціна залежить також від доступу до пошкодженого місця: у сучасних авто проводка може бути прокладена під торпедою, в порогах або моторному відсіку. Чим більше розборок і часу потрібно — тим вища вартість. Ускладнюють роботу також наявність нештатних пристроїв (сигналізацій, імобілайзерів, мультимедіа), які потребують індивідуального підходу [14].

Щоб отримати точну оцінку, варто пройти попередню діагностику. Вона допоможе зрозуміти обсяг робіт і запобігти зайвим витратам. Якісний ремонт електропроводки авто за адекватною ціною можливий лише за умови професійного підходу, коли проблема усувається з гарантією, а не маскується тимчасовим рішенням [14].

Заміна проводки в авто — це складний і трудомісткий процес, який виконується у виняткових випадках. До повної заміни вдаються, коли проводка вигоріла після короткого замикання, пошкоджена гризунами, має численні обриви або сліди кустарного втручання, що не підлягає відновленню. Також її рекомендують при повному переробленні електричної системи або тюнінгу [14].

Процес заміни передбачає демонтаж старих джгутів, встановлення нових проводів або готової коси, підключення до блоків керування, роз'ємів, датчиків і перевірку всіх ланцюгів. Часто така робота потребує часткового розбирання салону, зняття торпеди або внутрішньої обшивки. Саме тому така заміна виконується лише кваліфікованими автоелектриками [14].

Ціна заміни проводки в автомобілі залежить від типу авто, обсягу робіт, складності доступу та якості нових комплектуючих. Важливо використовувати лише сертифіковані проводи з правильною товщиною і термостійким захистом. Після завершення обов'язково проводиться тестування всіх електричних функцій — від запуску двигуна до роботи фар і систем безпеки [14].

Ціни на послуги автоелектрика можуть значно відрізнятись залежно від складності робіт, моделі авто та обсягу проблем. Найпростіші роботи, як-от діагностика, перевірка запобіжників чи заміна реле, мають невисоку вартість. Але складніші завдання — виявлення прихованого замикання, відновлення джгута проводки або перепайка роз'ємів — оцінюються індивідуально [14].

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

На формування ціни впливають також конструктивні особливості автомобіля. У сучасних авто з великою кількістю електроніки й CAN-шиною роботи займають більше часу, вимагають спеціального обладнання та програмного забезпечення. У таких випадках автоелектрик виконує не тільки ремонт, а й адаптацію блоків, скидання помилок та тестування систем [14].

Вартість може включати: діагностику, витратні матеріали (ізоляцію, гільзи, дроти), демонтаж елементів салону або панелі, пайку, герметизацію та перевірку результату. Щоб уникнути непередбачуваних витрат, варто замовити попередню консультацію з кошторисом. Якісні послуги автоелектрика за розумну ціну — це інвестиція в безпеку та надійність вашого авто [14].

Справна електропроводка — основа стабільної роботи автомобіля. Вона забезпечує безперебійну роботу освітлення, систем запалювання, електроніки та безпеки. Якщо ви помітили нестабільність у роботі електросистеми, не відкладайте діагностику та ремонт [14].

Зношені або пошкоджені дроти можуть призвести до короткого замикання, виходу з ладу важливих вузлів або навіть пожежі. Тому своєчасний ремонт електропроводки авто — це не тільки про комфорт, а насамперед про безпеку [14].

2.7 Технологія ремонту і діагностика системи електропостачання

2.7.1 Діагностика несправностей системи електропостачання Volvo FH5

Діагностика є початковим і одним з найважливіших етапів технологічного процесу ремонту системи електропостачання автомобіля Volvo FH5. Метою діагностики є своєчасне виявлення несправностей, визначення їх причин та прийняття рішення щодо доцільності ремонту або заміни окремих компонентів системи [2].

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Система електропостачання сучасного автомобіля Volvo FH5 включає значну кількість електронних компонентів, тому діагностика здійснюється з використанням як традиційних вимірювальних приладів, так і спеціалізованих діагностичних комплексів. Основними ознаками несправностей системи електропостачання є:

- зниження напруги бортової мережі;
- нестабільна робота електронних систем;
- розряд акумуляторної батареї;
- поява повідомлень про помилки на панелі приладів;
- відмова запуску двигуна [3].

Для первинної діагностики використовуються мультиметри, навантажувальні вилки, амперметри та осцилографи. Крім того, застосовуються фірмові діагностичні сканери Volvo, які дозволяють зчитувати коди несправностей та аналізувати параметри роботи системи електропостачання в реальному часі [4].

2.7.2 Технологія ремонту акумуляторної батареї Volvo FH5

Акумуляторна батарея є основним джерелом електричної енергії під час запуску двигуна та при непрацюючому генераторі. У автомобілях Volvo FH5 зазвичай використовуються свинцево-кислотні або AGM акумуляторні батареї з напругою 24 В, утвореною послідовним з'єднанням двох 12-вольтових батарей [5].

Основними несправностями акумуляторних батарей є:

- зниження ємності;
- сульфатація пластин;
- порушення герметичності корпусу;
- окислення та ослаблення клемних з'єднань [8].

Технологічний процес ремонту акумуляторної батареї включає такі етапи:

1. Зовнішній огляд та очищення батареї від забруднень.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2. Перевірка напруги холостого ходу та під навантаженням.
3. Вимірювання густини електроліту.
4. Заряджання батареї із застосуванням спеціалізованих зарядних пристроїв.

У разі значної втрати ємності або механічних пошкоджень акумуляторна батарея підлягає заміні, оскільки ремонт таких дефектів є економічно недоцільним [5].

2.7.3 Технологія ремонту генератора змінного струму Volvo FH5

Генератор є основним джерелом електричної енергії під час роботи двигуна автомобіля Volvo FH5. Він забезпечує живлення всіх електроспоживачів та заряджання акумуляторної батареї. Генератори сучасних автомобілів Volvo мають високу потужність і оснащені вбудованими регуляторами напруги [6].

Типові несправності генератора включають:

- знос підшипників;
- пошкодження обмоток статора або ротора;
- несправність випрямного блока;
- відмову регулятора напруги [8].

Ремонт генератора виконується у такій послідовності:

- демонтаж генератора з автомобіля;
- розбирання корпусу;
- перевірка електричних параметрів обмоток;
- заміна зношених підшипників;
- перевірка та заміна регулятора напруги;
- складання та контрольна перевірка генератора на стенді [15].

Після ремонту генератор встановлюється на автомобіль і проводиться перевірка напруги заряджання при різних режимах роботи двигуна.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2.7.4 Ремонт регулятора напруги Volvo FH5

Регулятор напруги забезпечує підтримання стабільної напруги в бортовій мережі незалежно від частоти обертання двигуна та навантаження. У автомобілях Volvo FH5 регулятор напруги зазвичай інтегрований у конструкцію генератора [4].

Основними ознаками несправності регулятора напруги є:

- підвищена або знижена напруга заряджання;
- перегрів акумуляторної батареї;
- вихід з ладу електронних компонентів [4].

У більшості випадків ремонт регулятора напруги зводиться до його заміни, оскільки він є нерозбірним електронним пристроєм. Після заміни проводиться обов'язкова перевірка напруги в бортовій мережі.

2.8 Відновлення електропроводки та контактних з'єднань Volvo FH5

Електропроводка автомобіля Volvo FH5 є складною системою, що включає численні джгути проводів, роз'єми та захисні елементи. У процесі експлуатації можливі пошкодження ізоляції, обриви проводів та окислення контактів [4].

Технологічний процес відновлення електропроводки передбачає:

- виявлення пошкодженої ділянки;
- очищення або заміну контактів;
- відновлення ізоляції;
- перевірку електричного опору та цілісності кола [4].

Особливу увагу приділяють якості з'єднань, оскільки навіть незначний перехідний опір може призвести до збоїв у роботі електронних систем.

Після завершення ремонту компонентів системи електропостачання проводиться контроль якості виконаних робіт. Контроль включає перевірку електричних параметрів, візуальний огляд та функціональне тестування системи в умовах реальної експлуатації [2].

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Основними контрольними параметрами є:

- напруга заряджання;
- струм генератора;
- стабільність роботи електронних систем;
- відсутність помилок у блоці керування [2].

2.9 Послідовність виконання заміни автомобільного акумулятора

Демонтаж повинен проходити в наступні етапи [21]:

1. заглушіть двигун,
2. спочатку від'єднайте мінусову, а потім плюсову клеми акумулятора,
3. вийміть акумулятор, не нахиляючи його.

Після від'єднання акумулятора дані, що містяться в електронних пристроях, видаляються. Тоді може знадобитися повторно ввести необхідні дані (код автомагнітоли, налаштування годинника тощо). Цьому можна запобігти, підключивши під час заміни додаткове джерело живлення з відповідною номінальною напругою. Установку нової батареї слід проводити при вимкненому двигуні та споживачах. Тут також слід бути обережним, щоб не нахилити акумулятор при встановленні в автомобіль, через можливість витоку електроліту. Перед підключенням до електромережі перевірте кріплення та правильне розташування акумулятора, змастіть клеми технічним вазеліном. Спочатку підключається плюс батареї, потім маса, після чого клеми затягуються [21]:

На практиці не ремонтують такі деталі, як роз'єми, патрони запобіжників, патрони лампочок, переривачі покажчиків повороту.

Деякі звукові сигнали можна відремонтувати за допомогою розбирання та повторного складання. Перемотувати пошкоджені електромагнітні котушки звукового сигналу економічно не вигідно. Ремонт обмежується чищенням внутрішньої частини сигналу та перевіркою з'єднань і налаштуванням тембру звуку відповідним гвинтом [21].

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Характеристика обладнання для технологічного процесу

Контроль цілісності кола або пошук розриву кола є однією з основних операцій, які виконуються особами, що займаються діагностикою та ремонтом електрообладнання автотранспорту. Для роботи з пошуку обривів в електропроводці ми можемо використовувати будь-який пристрій або прилад, який сигналізує про наявність електричної напруги: вольтметр, контрольну лампу або різні види індикаторів напруги. Зазвичай використовується так звана контрольна лампа (рисунок 3.1) [21].



Рисунок 3.1 – Контрольна лампа

При відсутності відповідного значення напруги між обраними точками кола, лампочка не горітиме. Слід підкреслити, що відсутність горіння лампочки не означає, що між досліджуваними точками електричного кола немає напруги. Іноді наявна напруга занадто низька, щоб засвітити лампочку індикатора. У цьому випадку тільки використання вольтметра дозволить визначити точне значення напруги. На рисунку 3.2 показано приклад перевірки напруги в точках простого електричного кола [21].

Один кінець світлового індикатора (LK) був підключений до обраної точки маси (M2), а інший кінець контрольної лампи підключався до точок,

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

позначених на схемі номерами 1, 2, 3 і 4. При справному технічному стані, навіть при вимкненому вимикачі (W), слід спостерігати за горінням лампочок в точках (1), (2) і (3) - лампочки на схемі жовті. Тобто в точках (1), (2) і (3) є напруга 12 В [7].

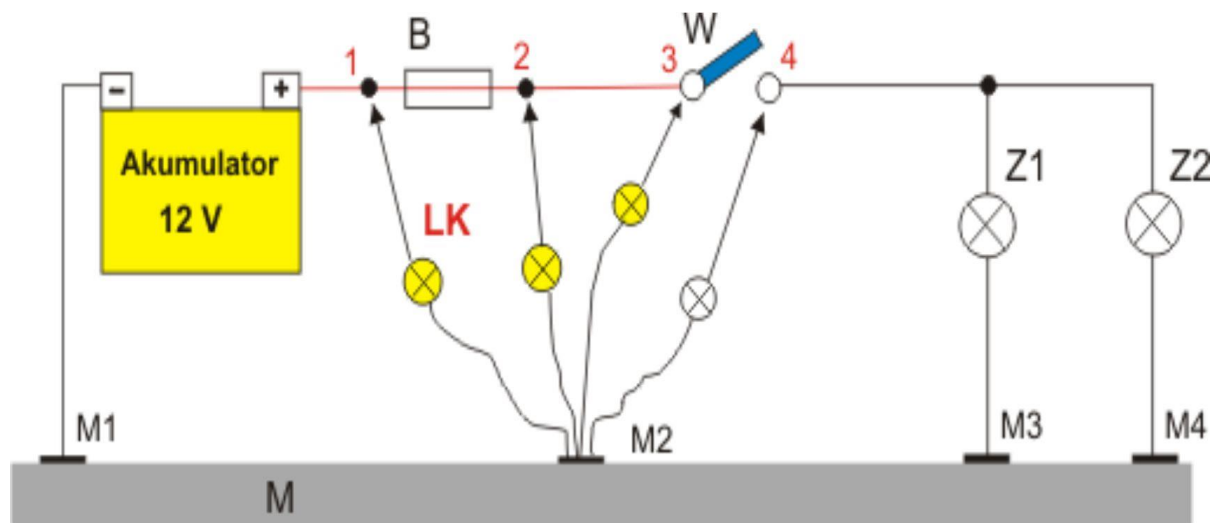


Рисунок 3.2 – Перевірка напруги в обраних точках електричного кола за допомогою контрольної лампи [21]: W - перемикач Z1, Z2 - лампи M1, M2, M3, M4 - точки маси кола. M - металевий кузов автомобіля, B - запобіжник.

Мультиметр є універсальним контрольно-вимірювальним приладом, який застосовується для вимірювання напруги, сили струму та електричного опору в бортовій мережі автомобіля. За його допомогою перевіряють напругу акумуляторної батареї, вихідну напругу генератора, цілісність електричних ланцюгів і стан контактних з'єднань [7].

Сучасні цифрові мультиметри характеризуються високою точністю вимірювань, компактністю та простотою використання. Вони є базовим інструментом під час перевірки системи електропостачання як у сервісних умовах, так і під час виїзної діагностики [12].

Сучасні цифрові мультиметри характеризуються високою точністю вимірювань, компактністю та простотою використання. Вони є базовим інструментом під час перевірки системи електропостачання як у сервісних умовах, так і під час виїзної діагностики [12].

Навантажувальна вилка призначена для перевірки технічного стану акумуляторної батареї під навантаженням. Вона дозволяє оцінити здатність акумулятора віддавати пусковий струм і визначити рівень його зношення [7].

Навантажувальна вилка (рисунок 3.3) призначена для перевірки технічного стану акумуляторної батареї під навантаженням. Вона дозволяє оцінити здатність акумулятора віддавати пусковий струм і визначити рівень його зношення [7].



Рисунок 3.3 – Автомобільна навантажувальна вилка [22]

Під час перевірки до клем акумулятора підключається навантажувальний елемент, який імітує роботу стартера. За зміною напруги роблять висновок про справність батареї. Використання навантажувальної вилки є простим і наочним способом експрес-діагностики акумулятора [7].

Електронний тестер акумуляторних батарей є сучасним приладом для комплексної оцінки стану АКБ. Він дозволяє визначати ємність, пусковий струм,

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

внутрішній опір та ступінь зарядженості батареї без її демонтажу з автомобіля [12].

Тестери цього типу забезпечують високу точність результатів і часто використовуються на станціях технічного обслуговування. Їх застосування значно підвищує ефективність перевірки системи електропостачання [9].

Стенд для перевірки генераторів і стартерів є спеціалізованим обладнанням, яке дозволяє перевіряти роботу генератора поза автомобілем. На стенді імітуються реальні умови експлуатації, зокрема різні частоти обертання та електричні навантаження [7].

За допомогою стенда оцінюють вихідну напругу та струм генератора, справність регулятора напруги та випрямного блоку. Це обладнання забезпечує точну діагностику та дозволяє виявляти приховані дефекти [9].

Осцилограф використовується для аналізу форми сигналів і пульсацій напруги в системі електропостачання. Він дозволяє виявляти несправності діодного моста, регулятора напруги та порушення в роботі генератора [12].

Застосування осцилографа особливо актуальне для сучасних автомобілів з великою кількістю електронних систем, де важливо контролювати якість електроживлення [9].

Діагностичний сканер підключається до електронних блоків керування автомобіля та дозволяє зчитувати параметри роботи системи електропостачання в реальному часі. За його допомогою можна виявити помилки, пов'язані з напругою живлення, роботою генератора та станом акумулятора [7].

Сканери значно спрощують процес діагностики та забезпечують комплексний підхід до перевірки електросистеми [12].

3.2 Технологічний процес роботи з автомобільною електропроводкою з урахуванням сучасних стандартів обслуговування

1. Підготовчий етап та глибока діагностика. Знеструмлення: Першочергово від'єднується негативна клема АКБ. У сучасних авто з системами

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Start-Stop або гібридах важливо зачекати 5–10 хвилин після вимкнення запалювання для «засинання» електронних блоків керування (ECU) [7].

Методи пошуку несправностей:

- Перевірка падіння напруги: Замість простої перевірки наявності потрібної напруги, вимірюється різниця напруги на початку та в кінці лінії. під навантаженням. Падіння понад 0.5V свідчить про поганий контакт [12].
- Осцилограф: Для діагностики цифрових шин даних (CAN, LIN) використовується осцилограф, щоб побачити форму сигналу та виявити «шуми» або замикання [9].

Локалізація: Використання схем з сервісних посібників для визначення точного шляху прокладання дроту [11].

2. Технологія ремонту дротів. Вибір проводу: Заміна проводиться лише проводом аналогічного або більшого перерізу (маркування ПВА, ПВАМ) з мідною багатожильною структурою [10].

Підготовка кінців: Ізоляція знімається спеціальним стрипером, який не пошкоджує тонкі мідні жили [12].

З'єднання методом обтискання – це «золотий стандарт». Використовуються мідні луджені гільзи. Провід вставляється в гільзу та стискається кримпером, що створює газощільне з'єднання, стійке до вібрації та перепадів температур від -40°C до +120°C [10].

Пайка (обмежено): Використовується рідко, переважно для ремонту плат. В автопроводці пайка робить дріт крихким у місці переходу («ефект важеля»), що призводить до перелому від вібрації [10].

3. Обслуговування контактних з'єднань та роз'ємів. Відновлення пінів: Якщо «мама»-контакт розтиснувся, його акуратно підгинають тонким шилом. При сильному окисненні пін замінюється повністю (випресовується з колодки екстрактором) [7].

Хімічна обробка. Використовуються спеціальні очисники контактів (Contact Cleaner), які розчиняють оксиди та випаровуються без залишку.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Консервація. Нанесення силіконової або вазелінової діелектричної змазки на гумові ущільнювачі роз'єму для захисту від вологи (гідрофобізація) [11].

4. Ізоляція, герметизація та джгутування. Термоусадка: Використовуються трубки з внутрішнім клейовим шаром. При нагріванні клей плавиться і повністю герметизує місце з'єднання, запобігаючи потраплянню солі та реагентів [10].

Бандажування (обмотка). В салоні використовується тканинна (ворсиста) стрічка для запобігання «цвіркунам» (шумам), під капотом термостійка ПВХ-стрічка або спеціальна текстильна стрічка, стійка до агресивних рідин [11].

Захисні оболонки: Провіди вкладаються в пластикову гофру. Важливо, щоб гофра була закріплена так, щоб джгут не терся об гострі краї кузова [7].

5. Контроль якості та запуск. Механічна міцність: Перевірка з'єднання «на розрив» рукою [10].

Електричний тест: Вимірювання опору ізоляції та перевірка відсутності сторонніх споживачів у режимі спокою [12].

Скидання помилок: Після завершення робіт необхідно підключити діагностичний сканер (наприклад, Launch або Autel) для видалення помилок (DTC), які виникли під час розмикання ланцюгів [11].

На рисунку 3.4 представлений пристрій для перевірки акумуляторних батарей.

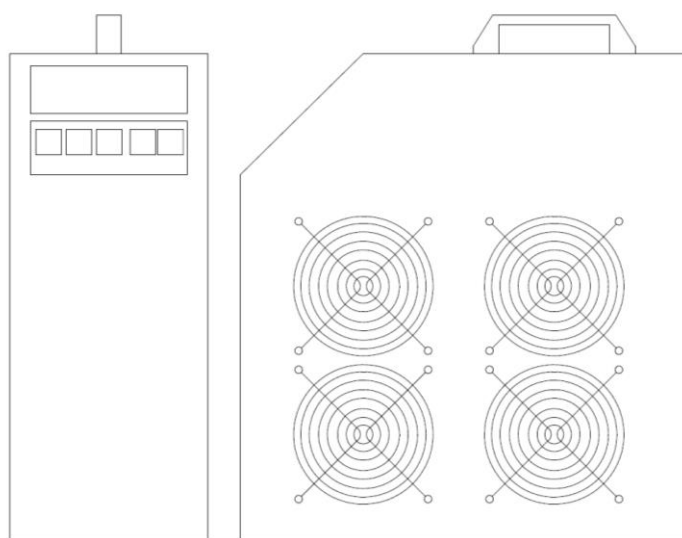


Рисунок 3.4 – Пристрій для перевірки АКБ

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3.3 Розрахунок параметрів пристрою для системи електропостачання

Для проведення якісного технічного обслуговування системи електропостачання автомобіля Volvo FH5 необхідно використовувати спеціалізований стенд для перевірки генераторів та акумуляторних батарей. Стенд забезпечує можливість перевірки параметрів генератора під навантаженням, визначення ефективності заряджання АКБ та контролю технічного стану електрообладнання.

У розрахунках приймаємо:

номінальна напруга системи — 24 В;

максимальний струм генератора — 180 А;

потужність стартера — 5.5 кВт;

ємність АКБ — 225 А·год.

Розрахунок потужності генератора

$$P_g = U \cdot I_g \quad (3.1)$$

P_g — потужність генератора, Вт;

U — напруга системи, В;

I_g — струм генератора, А.

$$P_g = 24 \cdot 180 = 5040 \text{ Вт}$$

Розрахунок максимального навантаження стенда

$$P_{max} = k \cdot P_g \quad (3.2)$$

P_{max} — максимальна потужність стенда, Вт;

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

k — коефіцієнт запасу потужності (1.2).

$$P_{max} = 1,2 \cdot 5040 = 6048 \text{ Вт}$$

Визначення навантажувального струму

$$I_n = \frac{P_{max}}{U} \quad (3.3)$$

I_n — навантажувальний струм, А.

$$I_n = \frac{6048}{28} = 216 \text{ А}$$

Розрахунок опору навантажувального реостата

$$R = \frac{U}{I} \quad (3.4)$$

R — опір навантаження, Ом.

$$R = \frac{28}{216} = 0,13 \text{ Ом}$$

Розрахунок теплової потужності реостата

$$P = I^2 \cdot R \quad (3.5)$$

P — теплова потужність, Вт.

$$P = 216^2 \cdot 0,13 = 6065 \text{ Вт}$$

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Визначення перерізу силового проводу

$$S = \frac{I}{j} \quad (3.6)$$

S — площа перерізу проводу, мм²;

j — допустима густина струму (6 А/мм²).

$$S = \frac{216}{6} = 36 \text{ мм}^2$$

Приймаємо стандартний провід 40 мм².

Розрахунок втрат напруги в проводах

$$\Delta U = I \cdot R \quad (3.7)$$

ΔU — падіння напруги, В.

При опорі провідника 0.01 Ом:

$$\Delta U = 216 \cdot 0,01 = 2,16 \text{ В}$$

Розрахунок ККД стенда

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% \quad (3.8)$$

η — коефіцієнт корисної дії;

P_1 — споживана потужність;

P_2 — корисна потужність.

$$\eta = \frac{5040}{6048} \cdot 100\% = 83,3\%$$

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Розрахунок ємності АКБ стенда

$$C = I \cdot t \quad (3.9)$$

C — ємність батареї, А·год;

t — час роботи, год.

Для роботи 0.5 год:

$$C = 216 \cdot 0,5 = 108 \text{ А}$$

Розрахунок енергії акумулятора

$$W = U \cdot C \quad (3.10)$$

W — запас енергії, Вт·год.

$$W = 24 \cdot 108 = 2592 \text{ Вт} \cdot \text{год}$$

Розрахунок пускового струму АКБ

$$I_{\text{п}} = \frac{P_{\text{п}}}{U} \quad (3.11)$$

$I_{\text{п}}$ — пусковий струм, А;

$P_{\text{п}}$ — потужність стартера, Вт.

$$I_{\text{п}} = \frac{5500}{24} = 229 \text{ А}$$

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Розрахунок часу зарядження АКБ

$$t = \frac{C}{I} \quad (3.12)$$

t — час заряджання, год.

При струмі зарядження 22 А:

$$t = \frac{225}{22} = 10,2 \text{ год}$$

Розрахунок струму зарядного пристрою

$$I_3 = 0,1 \cdot C \quad (3.13)$$

I_3 — струм зарядження, А.

$$I_3 = 0,1 \cdot 225 = 22,5 \text{ А}$$

У результаті проведених розрахунків визначено основні параметри стенда для діагностики генератора та акумуляторної батареї автомобіля Volvo FH5. Встановлено, що стенд повинен забезпечувати навантаження до 6 кВт при струмі понад 200 А. Для підключення необхідно використовувати силові проводи перерізом не менше 40 мм² та навантажувальний реостат опором близько 0.13 Ом. Розраховані параметри дозволяють забезпечити ефективну перевірку генератора та АКБ в умовах станції технічного обслуговування.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Економічне обґрунтування удосконалення технологічного процесу ТО і ремонту системи електропостачання

Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту системи електропостачання вантажних автомобілів Volvo FH5 є важливим напрямом підвищення ефективності роботи автотранспортного підприємства. Основною метою є зменшення витрат часу на діагностику несправностей, скорочення простоїв техніки та підвищення продуктивності праці персоналу [7].

Сучасні системи електропостачання включають генератор, акумуляторні батареї, електронні блоки керування та велику кількість споживачів електроенергії. При виході з ладу будь-якого елемента виникають значні економічні втрати через простої автомобіля та необхідність дорогого ремонту [10].

На підприємстві ТОВ «Терко Авто» впровадження сучасних методів діагностики дозволяє зменшити витрати на ремонт до 20–30%, а також підвищити коефіцієнт технічної готовності автопарку. Використання стендів, сканерів та осцилографів забезпечує точну діагностику і зменшує кількість повторних ремонтів [11].

Таким чином, удосконалення технологічного процесу має прямий економічний ефект, що виражається у скороченні витрат на ремонт і збільшенні доходу підприємства.

4.2 Розрахунок економічної ефективності впровадження діагностичного стенда

Для підвищення ефективності технічного обслуговування пропонується впровадження стенда для діагностики генераторів та акумуляторних батарей.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Вихідні дані:

$C_{об}=200000$ грн — вартість обладнання

$N=50$ од. — кількість діагностичних операцій за місяць

$C_d=1300$ грн — вартість однієї діагностики

$V=15000$ грн/міс — витрати на експлуатацію та обслуговування

Місячний дохід підприємства

$$D = N \cdot C_d \quad (4.1)$$

D — місячний дохід від виконання діагностичних робіт, грн

N — кількість виконаних діагностичних операцій за місяць, од.

C_d — вартість однієї діагностики, грн

$$D = 50 \cdot 1300 = 65000 \text{ грн}$$

Чистий прибуток підприємства

$$P = D - V \quad (4.2)$$

P — чистий прибуток, грн

V — місячні витрати на обслуговування обладнання, грн

$$P = 65000 - 15000 = 50000 \text{ грн}$$

Термін окупності обладнання

$$T = \frac{C_{п}}{P} \quad (4.3)$$

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

T — термін окупності обладнання, міс

C_п — вартість придбання діагностичного стенда, грн

P — чистий щомісячний прибуток, грн

$$T = \frac{200000}{50000} = 4 \text{ місяці}$$

Отриманий термін окупності становить 4 місяці, що свідчить про високу економічну ефективність впровадження діагностичного обладнання. Після цього періоду підприємство отримує стабільний чистий прибуток.

4.3 Шляхи підвищення економічної ефективності технічного обслуговування

Підвищення економічної ефективності технічного обслуговування системи електропостачання автомобілів Volvo FH5 можливе за рахунок комплексного впровадження організаційних і технічних заходів.

Одним із ключових напрямів є впровадження сучасних методів комп'ютерної діагностики, що дозволяє швидко визначати несправності без розбирання вузлів. Це значно скорочує трудомісткість робіт та зменшує витрати на ремонт [10].

Важливим фактором є також оптимізація використання робочого часу персоналу. Раціональна організація робочих місць, використання спеціалізованого інструменту та стендів дозволяє підвищити продуктивність праці до 25% [12].

Значний економічний ефект дає впровадження профілактичного обслуговування. Регулярна перевірка генераторів, акумуляторів та електропроводки дозволяє запобігати дорогим аварійним ремонтам і зменшувати витрати підприємства [11].

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Також важливим напрямом є навчання персоналу сучасним методам діагностики електронних систем. Кваліфіковані працівники виконують роботи швидше та якісніше, що зменшує витрати підприємства на повторні ремонти.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Основні вимоги охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту системи електропостачання Volvo FH5

Під час виконання технічного обслуговування та ремонту електрообладнання вантажних автомобілів Volvo FH5 необхідно дотримуватися встановлених правил охорони праці, оскільки сучасні транспортні засоби оснащені складними електронними системами керування, які є чутливими до перепадів напруги та неправильного підключення [7].

Система електропостачання вантажного автомобіля включає генератор, акумуляторні батареї, стартер, електронні блоки керування, джгути проводки та численні датчики. Неправильне втручання в роботу цих елементів може призвести до виходу з ладу дороговартісних компонентів або створення аварійних ситуацій [10].

Перед початком виконання робіт обов'язково необхідно знеструмити автомобіль шляхом від'єднання негативної клеми акумуляторної батареї. У сучасних автомобілях із системами Start-Stop або складною електронікою рекомендується витримати 5–10 хвилин після вимкнення запалювання, щоб електронні блоки керування перейшли у сплячий режим і не зазнали пошкодження [11].

Робоче місце слюсаря-автоелектрика повинно бути організоване відповідно до вимог безпеки: достатнє освітлення, наявність вентиляції, справний інструмент з ізольованими ручками та комплект засобів індивідуального захисту. До засобів індивідуального захисту належать діелектричні рукавички, захисні окуляри та спеціальний робочий одяг [12].

Особливу увагу необхідно приділяти роботі з акумуляторними батареями, оскільки під час заряджання відбувається виділення водню, який є вибухонебезпечним газом. Тому заряджання АКБ повинно здійснюватися лише

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

у добре вентильованих приміщеннях із дотриманням правил пожежної безпеки [9].

Також забороняється використовувати відкритий вогонь або іскроутворюючі інструменти поблизу акумуляторних батарей. Усі роботи повинні виконуватися відповідно до інструкцій підприємства та чинних нормативних документів з охорони праці.

5.2 Розрахунок захисного заземлення діагностичного стенда

Для забезпечення електробезпеки під час роботи діагностичного обладнання необхідно виконати розрахунок захисного заземлення. Захисне заземлення призначене для відведення струму в землю у разі пробоя ізоляції на корпус обладнання, що запобігає ураженню електричним струмом персоналу [7].

Приймаємо вихідні дані:

питомий опір ґрунту: $\rho=100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$

довжина вертикального електрода: $l=3 \text{ м}$

діаметр електрода: $d=0,05 \text{ м}$

допустимий опір заземлення: $R_{\text{доп}}=4 \text{ Ом}$

Розрахунок опору одного вертикального заземлювача

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{2 \cdot l}{d} \quad (5.1)$$

R — опір одного заземлювача, Ом;

ρ — питомий опір ґрунту, Ом·м;

l — довжина електрода, м;

d — діаметр електрода, м.

$$R = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} = 25,4 \text{ Ом}$$

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Визначення кількості заземлювачів

$$n = \frac{R}{R_{\text{дод}}} \quad (5.2)$$

$$n = \frac{25,4}{4} = 6,35 \approx 7$$

Отже, необхідно встановити 7 вертикальних електродів.

Загальний опір заземлення

$$R_{\Sigma} = \frac{R}{n} \quad (5.3)$$

$$R_{\Sigma} = \frac{25,4}{7} = 3,63 \text{ Ом}$$

Отримане значення відповідає вимогам безпеки, оскільки є меншим за допустиме значення 4 Ом [12].

Таким чином, система захисного заземлення забезпечує безпечну експлуатацію діагностичного стенда та виключає ризик ураження електричним струмом персоналу.

5.3 Пожежна безпека та виробнича санітарія при обслуговуванні електрообладнання

Пожежна безпека під час виконання робіт з технічного обслуговування електрообладнання є одним із найважливіших елементів охорони праці. Основними джерелами небезпеки є короткі замикання, перевантаження

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

електричних кіл, несправність зарядних пристроїв та неправильне поводження з акумуляторними [10].

Для запобігання виникненню пожежі виробничі приміщення повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння: порошковими та вуглекислотними вогнегасниками, пожежними щитами, сигналізацією та системою оповіщення. Важливо також забезпечити вільний доступ до аварійних виходів [11].

Окрему увагу необхідно приділяти заряджанню акумуляторних батарей. Під час цього процесу виділяється водень, який у суміші з повітрям утворює вибухонебезпечну суміш. Тому заряджання АКБ дозволяється виконувати лише у спеціально обладнаних приміщеннях із примусовою вентиляцією [11].

Виробнича санітарія передбачає забезпечення нормальних умов праці: оптимальної температури, вологості, освітлення та чистоти повітря. Недостатня вентиляція або погане освітлення можуть призвести до помилок під час діагностики та ремонту електрообладнання [11].

Працівники зобов'язані проходити регулярні інструктажі з охорони праці, пожежної безпеки та електробезпеки. Також необхідно контролювати стан інструменту, справність ізоляції та обладнання робочих місць [9].

Дотримання вимог охорони праці дозволяє значно знизити ризик виробничого травматизму, забезпечити стабільну роботу підприємства та підвищити безпеку працівників.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі, присвяченій удосконаленню технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту компонентів системи електропостачання вантажного автомобіля Volvo FH5 в умовах ТОВ «Терко Авто», було розглянуто комплекс питань, що охоплюють конструктивні особливості системи електропостачання, сучасні методи її діагностики, технологію технічного обслуговування та ремонту, а також економічне обґрунтування доцільності впровадження запропонованих заходів. Отримані результати дозволяють зробити узагальнені висновки щодо ефективності запропонованих рішень та їх практичної значущості для автотранспортного підприємства.

У роботі було проаналізовано сучасні методи технічної діагностики електрообладнання, включаючи використання мультиметрів, навантажувальних вилок, електронних тестерів акумуляторів, стендів для перевірки генераторів, осцилографів та діагностичних сканерів. Встановлено, що застосування сучасного діагностичного обладнання дозволяє значно підвищити точність виявлення несправностей, скоротити час їх локалізації та зменшити ймовірність помилкових замін справних елементів. Це, у свою чергу, позитивно впливає на загальну ефективність роботи сервісного підприємства та знижує витрати на ремонт.

Особливу увагу приділено удосконаленню технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту електропроводки та контактних з'єднань. Було розглянуто сучасні методи відновлення проводів, включаючи обтискання, використання термоусадкових матеріалів та спеціальних герметизуючих засобів. Показано, що саме механічно надійні та вібростійкі з'єднання є найбільш ефективними в умовах експлуатації вантажного транспорту, оскільки вони забезпечують стабільність електричних параметрів у широкому діапазоні температур і навантажень.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

У межах роботи також розглянуто питання організації технічного обслуговування, зокрема підготовчі етапи діагностики, порядок пошуку несправностей, методи перевірки падіння напруги в електричних колах, а також особливості роботи з електронними системами керування. Підкреслено важливість дотримання технологічної дисципліни, використання сервісної документації та схем електрообладнання, що дозволяє значно знизити ризик помилок під час ремонту.

Окремим напрямом дослідження стало питання охорони праці та техніки безпеки. Встановлено, що робота з електрообладнанням автомобіля потребує суворого дотримання правил електробезпеки, зокрема обов'язкового знеструмлення системи перед початком робіт, використання засобів індивідуального захисту та дотримання вимог пожежної безпеки. Важливим є також правильна організація робочого місця, наявність вентиляції та справного інструменту. Окремо підкреслено небезпеку, пов'язану з акумуляторними батареями, оскільки під час їх заряджання можливе виділення вибухонебезпечних газів.

У економічній частині роботи було виконано розрахунок ефективності впровадження діагностичного стенда для перевірки генераторів та акумуляторних батарей. Отримані результати показали, що впровадження сучасного обладнання є економічно доцільним, оскільки термін його окупності становить лише декілька місяців. Це свідчить про високу рентабельність запропонованих заходів та їх практичну вигоду для підприємства ТОВ «Терко Авто».

Реалізація запропонованих заходів у виробничих умовах дозволить підвищити конкурентоспроможність підприємства, забезпечити більш стабільну роботу автопарку та створити передумови для подальшої модернізації технологічних процесів технічного обслуговування і ремонту сучасних вантажних автомобілів.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

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. Волков В. П. Автомобілі. Будова і експлуатація: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2018. 336 с.
3. Bosch. Automotive Handbook. Wiley, 2019. 1056 р.
4. Service Manual Volvo FH / Volvo Trucks. [Б. м.] : Volvo Trucks
5. Ханін М. В. Електрообладнання автомобілів: навч. посіб. Київ: Либідь, 2019. 320 с.
6. Говорущенко М. Я. Технічна експлуатація автомобілів : підручник. Харків: ХНАДУ, 2017. 412 с.
7. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: підручник. Київ: Вища школа, 2007. 527 с.
8. Чумаченко А. О. Автомобільна електроніка. Харків, 2020. 288 с.
9. Електротехніка : підручник. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с.
10. Савич В. Л. Електрообладнання автомобілів: навчальний посібник. Київ: Каравела, 2014. 312 с.
11. Robert Bosch GmbH. Bosch Automotive Handbook. 10th ed. Wiley, 2018. 1232 р.
12. Поліщук Є. С. Метрологія та вимірювальна техніка: підручник. Київ: Львівська політехніка, 2003. 544 с.
13. Новікова О. Ф. та ін. Формування стійкого соціально-трудового розвитку в умовах воєнного стану та цифрових трансформацій: монографія. Київ: НАН України, 2024. 382 с.

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

14. Ремонт електропроводки авто: як виявити проблему та що потрібно знати. Режим доступу: <https://autobrothers.com.ua/news/remont-elektroprovodki-avto-yak-viyaviti-problemu-ta-sho-potribno-znati> (дата звернення 20.04.2026).

15. Електрообладнання автомобілів. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/10028105/> (дата звернення 21.04.2026).

16. Модель тягача масштабна 1:50 VOLVO FH5 GLOBETROTTER XL 6x2 TAG AXLE (03-2043) Wsi Models Режим доступу: <https://ren-daf.com/model-of-the-tractor-scale-150-volvo-fh5-globetrotter-xl-6x2-tag-axle-03-2043-wsi-models/p1762> (дата звернення 22.04.2026).

17. Volvo FH Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Volvo_FH (дата звернення 25.04.2026).

18. Volvo FH Режим доступу: <https://www.transservice.com.ua/index.php/ua/tekhnika/vantazhni-avtomobili-volvo/volvo-fh-detail> (дата звернення 27.04.2026).

19. Технічні характеристики Volvo FH Режим доступу: <https://www.volvotrucks.com.ua/uk-ua/trucks/models/volvo-fh/specifications.html#accordion-7a658f3ec5-item-962390d8c7> (дата звернення 29.04.2026).

20. Вантажні акумулятори: детальний посібник з вибору та особливості експлуатації Режим доступу: <https://akumulyator.center/blog/post-test-2/vantazhni-akumulyatori-detalniy-posibnik-z-viboru-ta-osoblivosti-ekspluatacii/?srsId=AfmBOoqLxeCQanH9a-Yw-SeV1iewQ-zqr8yC2J6UEnCJx5OoscAJ4TwZ> (дата звернення 28.04.2026).

21. Заміна автомобільного акумулятора. Режим доступу: https://profosvita.online/courses/course-v1:Profosvita+CS-K007SFPL+24/courseware/eb4b5f1ed3904917b030a329f897d10f/fb01639012c645ca88ef6b6b600cbf1a/?activate_block_id=block-v1%3AProfosvita%2BCS-K007SFPL%2B24%2Btype%40sequential%2Bblock%40fb01639012c645ca88ef6b6b600cbf1a (дата звернення 22.05.2026).

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

22. Автомобільна навантажувальна вилка для перевірки акумулятора: вибір, особливості та популярні виробники Режим доступу: <https://vce.com.ua/article/testbattery?srsId=AfmBOoofZAIwnUY0hqxiSyMBr5ZRxyJyMXLrtWASSfeOAFDvxP4qnTiZ> (дата звернення 11.05.2026).

23. Опендабот. Режим доступу: https://opendatabot.ua/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=google-search-brand&utm_term=%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82&gad_source=1&gad_campaignid=1943675167&gbraid=0AAAAADHR5B2v7DxV6jHNuXr901g1nBXJ6&gclid=CjwKCAiAmKnKBhBrEiwAaqAnZ2tW8ZK5zHseTprucNIXL8O8q3jt-1k342Ep1IPrDhU4E1_mgHGwhoCa-gQAvD_BwE (дата звернення 16.05.2026).

24. ТОВ «Терко авто». Режим доступу: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/33589425/ (дата звернення 17.05.2026).

25. «Терко авто Центр». Режим доступу: <https://renault-terko.com.ua/> (дата звернення 19.04.2026).

					<i>КРФМБ.425.02.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58