

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автотранспорту та логістики

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу діагностики,
технічного обслуговування та ремонту систем забезпечення комфорту
та безпеки автомобілів Dacia Sandero Comfort

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАС-42
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Владислав БЕРТМАН
(підпис)

Керівник Тетяна НАВРОЦЬКА
(підпис)

Нормоконтроль Роман ХОРОШУН
(підпис)

Завідувач кафедри Олег ЦЬОНЬ
(підпис)

Рецензент Дмитро РАДИК
(підпис)

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

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

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

«21» січня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Бертман Владиславу Мироновичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту систем забезпечення комфорту та безпеки автомобілів Dacia Sandero Comfort

Керівник роботи Навроцька Тетяна Де м'янівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9-42

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автомобіля Dacia Sandero Comfort, базовий ТП технічного обслуговування та ремонту систем забезпечення комфорту та безпеки

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

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

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Конструктивні схеми систем забезпечення комфорту та безпеки – 2 аркуші

формату А1. Несправності елементів кузовного електропакета та методи їх

діагностування – 1 аркуш формату А1. Несправності системи кондиціонування – 1

аркуш формату А1. Карти ТО систем забезпечення комфорту та безпеки – 2 аркуші

формату А1. Електрична схема механізму включення системи автоматичної

– 1 аркуш формату А1.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 21.01.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	1.02.2026	
2	Технологічний розділ	15.05.2026	
3	Конструкторський розділ	5.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	14.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи		

Студент

_____ (підпис)

Владислав БЕРТМАН

Керівник роботи

_____ (підпис)

Тетяна НАВРОЦЬКА

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

«Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту систем забезпечення комфорту та безпеки автомобілів Dacia Sandero Comfort»

студента групи МАс-42 ТНТУ імені Івана Пулюя

Владислава БЕРТМАНА.

Керівник роботи – канд. техн. наук, доцент кафедри АМ

Тетяна НАВРОЦЬКА.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки: 69 арк. формату А4, графічної частини: 7 аркушів формату А1 та додатків 1 арк. формату А4.

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

В першому розділі наведено загальну характеристику та аналіз будови електронних засобів комфорту та захисту автомобіля Dacia Sandero Comfort (системи центрального замка, іммобілізатора, електросклопідйомників, електропривода дзеркал та компресора кондиціонера). Проведено комплексний аналіз виробничої діяльності сервісного підприємства, а також систематизовано й класифіковано типові несправності досліджуваних мехатронних систем та методи їх інструментального контролю.

В технологічному розділі розраховано річний обсяг робіт, чисельність виробничого персоналу та кількість спеціалізованих робочих постів СТО для проєктованої дільниці. Розроблено та детально описано покрокові технологічні процеси діагностики, технічного обслуговування, демонтажу й заміни елементів кузовного обладнання та систем мікроклімату. Складено детальні карти технологічних операцій (зокрема на ремонт компресора

кондиціонера) та проведено техніко-економічний розрахунок ділянки, який підтвердив високу фінансову доцільність проекту (термін окупності капітальних вкладень склав 6 місяців).

В конструкторському розділі описано проблему забезпечення безпечного й автоматизованого керування компресором та захисту силового агрегату від аварійних режимів. Запропоновано, обґрунтовано та розраховано (номінальний струм навантаження реле, потужність розсіювання транзистора та вибір напівпровідникових елементів) принципову електричну схему блоку автоматики та захисту компресора системи мікроклімату.

Наведено заходи з безпеки життєдіяльності, основ охорони праці (зокрема організації системи інструктажів на СТО) та державного соціального страхування від нещасних випадків і професійних захворювань.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Аналіз виробничої діяльності підприємства	11
1.2 Загальна характеристика електронних засобів комфорту та захисту автомобіля Dacia Sandero Comfort.....	12
1.2.1 Будова та функціонування системи централізованого блокування замків дверей та іммобілізатора.....	12
1.2.2 Конструктивні особистості електропакета оглядовості.....	16
1.2.3 Особливості пристрою та автоматики компресора системи кондиціонування повітря	17
1.3 Схемотехніка бортової мережі та комутація кузовного електрообладнання	20
1.3.1 Схемотехніка електронного протиугінного пристрою та системи централізованого блокування замків	20
1.3.2. Схемотехнічні рішення електропакета оглядовості бокових дверей та дзеркал заднього виду	22
1.3.3. Комутація та автоматика керування компресором системи кондиціонування повітря	25
1.4 Аналіз типових несправностей систем кузовного електропакета та кондиціонера, методи їх інструментального контролю.....	28
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Розрахунок річного обсягу робіт та виробничої програми СТО.....	31
2.1.1 Вихідні дані для розрахунку.....	31
2.1.2 Розрахунок річного обсягу робіт з ТО та ПР.....	31
2.1.3 Визначення обсягу робіт за видами (спеціалізацією).....	31

2.1.4 Розрахунок обсягу допоміжних робіт на СТО.....	32
2.2 Розрахунок чисельності виробничих робітників спеціалізованої дільниці.....	33
2.2.1 Вихідні дані для розрахунку.....	33
2.2.2 Розрахунок технологічно необхідної чисельності робітників.....	33
2.2.3 Розрахунок штатної чисельності робітників.....	34
2.2.4 Розподіл робітників за кваліфікацією та спеціалізацією.....	34
2.3 Обґрунтування к-кості робочих постів та підбір сервісного обладнання	35
2.3.1 Розрахунок кількості робочих постів	35
2.3.2 Спеціалізація постів дільниці.....	35
2.3.3 Підбір сервісного та технологічного обладнання.....	36
2.4. Технологія ТО та заправки кліматичної установки з перевіркою датчика тиску і компресора.....	37
2.5 Організація робіт та операційні карти дефектування елементів електросклопідйомників і виконавчих механізмів дверей.....	43
2.6 Розробка карт технологічних операцій обслуговування кузовного обладнання та систем мікроклімату.....	49
2.7 Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу дільниці.....	52
2.7.1 Розрахунок капітальних вкладень в обладнання	53
2.7.2 Розрахунок річного доходу дільниці.....	53
2.7.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат дільниці.....	54
2.7.4 Визначення чистого прибутку та терміну окупності дільниці.....	55
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Обґрунтування та опис принципової електричної схеми блоку автоматики та захисту системи мікроклімату.....	56
3.1.1 Функціональне призначення компонентів схеми в контурі кондиціонування.....	56

3.1.2 Алгоритм функціонування електронного блоку автоматики.....	58
3.2 Елементні та конструкторські розрахунки блоку автоматики.....	59
3.2.1 Розрахунок номінального струму навантаження реле	60
3.2.2 Розрахунок потужності, що розсіюється на транзисторі	60
3.2.3 Обґрунтування вибору напівпровідникових елементів	61
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
4.1 Система організації охорони праці на підприємстві	62
4.2 Соціальне страхування від нещасних випадків і професійних захворювань	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	66
БІБЛІОГРАФІЯ.....	68
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Сучасний стан розвитку світового автомобілебудування характеризується масштабною цифровою трансформацією, що суттєво змінює класичні уявлення про конструкцію та функціональні можливості транспортних засобів. Автомобіль сьогодні перестав бути суто механічною системою, перетворившись на високотехнологічний комплекс, у якому традиційні вузли та агрегати працюють у безперервній інтеграції з розгалуженими мікропроцесорними модулями та цифровими мережами обміну даними. Ця тенденція охоплює всі класи рухомого складу – від преміального сегмента до масових бюджетних моделей, де споживачі висувають дедалі вищі вимоги до рівня експлуатаційних властивостей.

Одним із ключових векторів еволюції конструкції сучасних автомобілів стало стрімке розширення та вдосконалення бортових систем забезпечення мікроклімату, ергономіки, оглядовості та превентивного захисту. Елементи кузовного електропакета, автоматизованого керування внутрішнім простором та контролю доступу перейшли з розряду додаткових опцій до категорії базових компонентів, що визначають ринкову конкурентоспроможність транспортного засобу. Вони відіграють критичну роль у мінімізації психофізіологічного навантаження на водія, безпосередньо впливаючи на стабільність його уваги, швидкість реакції та, як наслідок, на загальний рівень безпеки дорожнього руху.

Стрімке ускладнення схемотехніки бортових мереж, перехід від локальної комутації до логічного керування через централізовані інтелектуальні блоки та впровадження високошвидкісних шин обміну даними створюють принципово нові виклики для інфраструктури технічного сервісу автомобільного транспорту. Традиційні підходи до обслуговування, що базувалися переважно на інтуїтивному пошуку несправностей, візуальному контролю та локальному механічному ремонті, втрачають свою ефективність і призводять до значних економічних втрат.

Сучасні умови вимагають переходу до прецизійної інструментальної діагностики, алгоритмізації пошуку дефектів на ранніх стадіях їх виникнення та застосування спеціалізованого стендового обладнання.

Удосконалення та наукове обґрунтування технологічних процесів технічного обслуговування і відновлення працездатності електронних та виконавчих систем салону є актуальним інженерним завданням. Стандартизація сервісних операцій, розроблення чітких операційних карт та впровадження засобів об'єктивного контролю параметрів дозволяють суттєво мінімізувати вплив людського фактора, скоротити тривалість простою техніки в ремонті, знизити собівартість робіт та забезпечити високу економічну ефективність функціонування автосервісних підприємств.

1 ЗАГАЛЬНО–ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз виробничої діяльності підприємства

Об'єктом аналізу є станція технічного обслуговування (СТО), яка спеціалізується на наданні повного спектра послуг з ремонту та технічної готовності легкових автомобілів іноземного виробництва. Підприємство функціонує як сучасний сервісний центр, виконуючи комплекс операцій із гарантійного та післягарантійного обслуговування транспортних засобів.

Організаційно-виробнича структура підприємства побудована за функціональним принципом і включає такі ключові ланки:

- адміністративно-управлінський апарат (загальне керівництво, фінансово-бухгалтерський відділ, сектор маркетингу та взаємодії з клієнтами).
- стіл замовлень (відділ приймання, первинний контакт із клієнтами, оформлення документації, попередній огляд автомобілів та координація завантаження робочих постів).
- виробнича зона (спеціалізовані дільниці технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР), агрегатний сектор, пост регулювання кутів установлення коліс, а також пост діагностики й ремонту бортового електрообладнання та систем електронного комфорту).
- складське господарство (централізований склад оригінальних запасних частин, витратних матеріалів та паливно-мастильних матеріалів).

Організація технологічного процесу на підприємстві базується на методі спеціалізованих постів. Транспортний засіб надходить на пост приймання для проведення первинного огляду, після чого на основі оформленого наряду-допуску спрямовується на відповідне робоче місце виробничої зони. Технічне оснащення СТО включає сучасні двостійкові та чотирьохстійкові витяжні підйомники вантажопідйомністю від 3,2 до 4,0 тонн, інструментальні візки, комп'ютерні діагностичні комплекси, а також

прецизійне обладнання для вакуумування та заправки газових контурів автомобільних кліматичних установок.

Середній коефіцієнт використання робочого часу на постах ТО та ПР становить 0,75–0,85, що вказує на стабільно високу щільність потоку замовлень та інтенсивне завантаження потужностей підприємства. Персонал дільниці електрообладнання складається з кваліфікованих електриків-діагностів, які регулярно проходять спеціалізовану підготовку та сертифікацію для роботи з сучасними електронними архітектурами легкових автомобілів.

1.2 Загальна характеристика електронних засобів комфорту та захисту автомобіля Dacia Sandero Comfort

Легковий автомобіль Dacia Sandero у комплектації Comfort відрізняється від базових версій наявністю розвиненої електронної архітектури бортової мережі, спрямованої на автоматизацію процесів забезпечення мікроклімату, покращення ергономіки салону, розширення оглядовості та підвищення рівня протиугінного захисту. Системи комфорту та допоміжного захисту в цій модифікації являють собою комплекс взаємопов'язаних електронних та мехатронічних пристроїв.

1.2.1 Будова та функціонування системи централізованого блокування замків дверей та іммобілізатора

Система захисту автомобіля базується на інтеграції засобів санкціонованого доступу та електронного блокування запуску силового агрегату. До її складу входять:

Електронний протиугінний пристрій (іммобілізатор) автомобіля Dacia Sandero Comfort є невід'ємною частиною комплексної системи активної безпеки та інтегрований безпосередньо у загальну систему керування двигуном (СКД). Головним призначенням цього пристрою є запобігання



несанкціонованому пуску двигуна шляхом розриву та блокування ключових електричних ланцюгів СКД (живлення паливного насоса, системи запалювання та впорскування палива).

Штатний іммобілізатор модифікації Comfort має блочно-модульну структуру і складається з таких елементів, як електронний блок керування іммобілізатором (може бути інтегрований у комутаційний блок салону – ВСМ/ЦКБЕО); антена (котушка зв'язку), яка виконана у вигляді транспондерного кільця і розташована безпосередньо на замку запалювання; ключі запалювання із вбудованими мікросхемами (транспондерами) пасивного типу; контрольна світлодіодна лампа (індикатор) на комбінації приладів, яка візуалізує поточний режим роботи системи.

Принцип функціонування та взаємодії компонентів відбувається зчитуванням унікального ідентифікаційного коду з транспондера, вмонтованого в головку ключа, відбувається безконтактним методом за принципом радіочастотної ідентифікації. Під час увімкнення запалювання котушка зв'язку генерує електромагнітне поле, яке індукуює струм у транспондері ключа, змушуючи його передати кодований сигнал у відповідь.

Особливістю архітектури електронних систем автомобіля Dacia Sandero є спосіб підключення блока керування іммобілізатором до електронного блока керування двигуном (ЕБК / контролера) через К-лінію (діагностичну лінію зв'язку). Взаємодія між компонентами побудована за пріоритетним принципом: блок керування іммобілізатором оснащений інтегрованим реле, яке керує станом діагностичного ланцюга. Якщо до штатної колодки OBD-II не підключено зовнішнє діагностичне обладнання, реле утримує лінію розімкненою від зовнішнього роз'єму, використовуючи її виключно для внутрішнього обміну даними між іммобілізатором та ЕБК двигуна.

При підключенні сканера до колодки діагностики реле замикає ланцюг, дозволяючи зчитувати параметри автомобіля. Проте блок іммобілізатора має абсолютний пріоритет перед будь-яким зовнішнім обладнанням: у момент

пуску двигуна він автоматично перериває сесію діагностики для здійснення критично важливого обміну даними (верифікації коду) з контролером двигуна. Якщо коди збігаються, ЕБК знімає блокування, забезпечуючи безвідмовний пуск автомобіля. В іншому випадку запуск блокується, а сигнальна лампа на панелі приладів починає блимати у високочастотному режимі.

Електронна система центрального блокування.

Комплектація Sandero Comfort оснащена інтегрованою системою центрального замка, яка забезпечує одночасне замикання або відмикання всіх бічних дверей, а також дверей багажного відділення. Цей процес реалізується шляхом подачі керуючого сигналу на електричні виконавчі механізми (електроприводи), що інтегровані безпосередньо в конструкцію замків.

Способи керування системою є дистанційний (за допомогою радіочастотних кнопок на штатному ключі запалювання або смарт-карті (залежно від року випуску моделі); контактний (за допомогою спеціальної кнопки-вимикача, розташованої на центральній консолі панелі приладів у салоні; автоматичний (система автоматично блокує всі двері на початку руху, щойно автомобіль досягає швидкості 10-12 км/год).

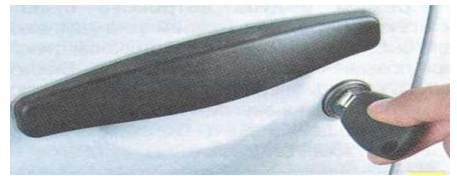
Для забезпечення уніфікації в автомобілі реалізовано принцип єдиного ключа. Один і той самий механічний ключ (або аварійне жало смарт-ключа) використовується для ввімкнення запалювання, відмикання замків передніх дверей багажника, а також механічного замка пробки заливної горловини паливного бака.

Алгоритм ручного керування механізмами замків: зовнішній та внутрішній доступ (безпосереднє відкриття бічних дверей здійснюється механічним шляхом – при прикладанні зусилля «на себе» до зовнішньої або внутрішньої ручки дверей); механічне блокування передніх дверей (передні ліві (водійські) та передні праві двері можна заблокувати ззовні за

допомогою механічного повороту ключа в личинці замка. Зсередини салону індивідуальне блокування виконується натисканням на відповідну кнопку (прапорець) блокування до характерного клацання); особливості блокування задніх дверей (задні пасажирські двері не мають зовнішніх личинок під ключ. Їхнє ручне автономне замикання або відмикання можливе виключно зсередини салону за допомогою індивідуальних кнопок блокування.

Конструкція замків передніх дверей має захист від випадкового замикання: заблокувати їх механічною кнопкою зсередини можна тільки тоді, коли двері перебувають у повністю закритому положенні. Це запобігає ризику залишити ключ усередині зачиненого авто. Задні двері, на відміну від передніх, дозволяють перевести внутрішню кнопку в положення «заблоковано» за будь-якого їхнього положення (як при закритих, так і при відкритих дверях).

Системи дитячої безпеки та доступ до багажного відділення. Для запобігання випадковому відкриванню дверей пасажирами заднього ряду під час руху, замки лівих і правих задніх дверей обладнані спеціальними механічними засувками безпеки.



При відкритих дверях необхідно перемістити виступаючий важіль, розташований на торці дверей, у напрямку до зовнішньої панелі (назовні) і закрити двері. Після цього, навіть якщо внутрішня кнопка блокування піднята вгору, відкрити задні двері зсередини салону за допомогою внутрішньої ручки стає неможливо – замок спрацюватиме вхолосту. Відкрити двері в такому режимі можна лише ззовні.

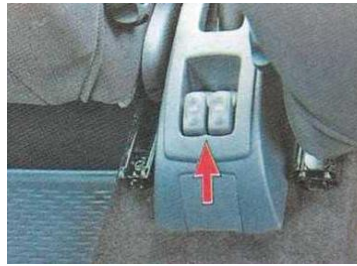
Для відновлення стандартного режиму роботи внутрішньої ручки важіль на торці дверей зміщується у зворотному напрямку – в бік внутрішньої панелі оббивки салону.

Конструкція дверей багажного відділення Dacia Sandero передбачає наявність комбінованого замка. Щоб отримати доступ до багажного відсіку, необхідно переконатися, що центральний замок автомобіля розблокований, натиснути на механічну (або електронну мікроперемикальну) кнопку замка, розташовану в ніші над номерним знаком, прикласти зусилля вгору для підйому дверей, чому активно сприяють два газонаповнені телескопічні амортизатори (упори), які забезпечують плавну фіксацію дверей багажника у верхньому положенні.

1.2.2 Конструктивні особистості електропакета оглядовості

Рівень Comfort передбачає заміну механічних приводів елементів кузова на електричні модулі, що дозволяє водієві здійснювати точне налаштування параметрів, не відволікаючись від процесу керування.

Електросклопідйомники на відміну від базових механічних пристроїв, двері оснащені тросовими склопідйомниками з живленням від реверсивних електродвигунів постійного струму (моторедукторів). Конструкція модулів кріпиться безпосередньо до внутрішньої панелі дверей під оббивкою. Керування реалізовано через блок клавіш, що дозволяє виконувати підйом та опускання скла в імпульсному або покроковому режимах.



Зовнішні дзеркала заднього виду обладнані вбудованими механізмами електроприводу, які складаються з двох малогабаритних електродвигунів для регулювання положення дзеркального елемента у вертикальній та горизонтальній площинах. Також у конструкцію інтегровано елементи електрообігріву (резистивні доріжки на зворотному боці скла), які вмикаються паралельно з обігрівом заднього скла, забезпечуючи швидке видалення паморозі та вологи для збереження оптимальної оглядовості.



1.2.3 Особливості пристрою та автоматики компресора системи кондиціонування повітря

У системі забезпечення комфорту автомобіля Dacia Sandero Comfort компресор кондиціонера є ключовим виконавчим елементом холодильного контуру. Він виконує функцію стиснення газоподібного холодоагенту (захисний діод) низького тиску, перетворення його на пару високого тиску та забезпечення постійної циркуляції робочого середовища по замкнутому контуру магістралей.

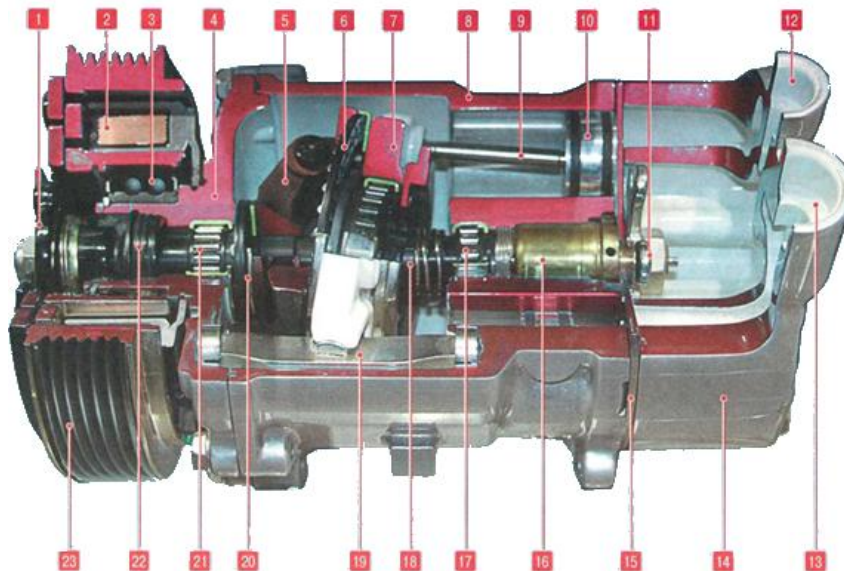


Рисунок 1.1 - Компресор кондиціонера:

1 – притискний диск; 2 – обмотка електромагніту; 3 – підшипник шківів;
 4 – передня кришка корпусу; 5 – важіль обойми похилої шайби; 6 – упорний роликівий підшипник похилої шайби; 7 – похила шайба; 8 – корпус компресора; 9 – шатун; 10 – поршень; 11 – гайка кріплення блока клапанів регулятора та упорів блока пелюсткових клапанів; 12 – штуцер лінії нагнітання; 13 – штуцер лінії всмоктування; 14 – кришка блока клапанів;
 15 – блок пелюсткових клапанів; 16 – блок клапанів регулятора продуктивності; 17, 21 – підшипники вала; 18 – вал похилої шайби; 19 – напрямний упор похилої шайби; 20 – упорний підшипник вала;
 22 – сальник вала; 23 – шків привода.

Конструктивні особливості компресора.

На автомобілях Dacia Sandero у комплектації Comfort встановлюється компресор поршневого типу з похилим диском (зазвичай виробництва Sandor або Valeo), оптимізований для роботи з холодоагентом R134a (або HFO-1234yf у новіших модифікаціях кузова).

Механічна частина складається з блока циліндрів, всередині якого рухаються кілька поршнів, що приводяться в дію через похилий диск (шатунний механізм відсутній, хід поршнів задається кутом нахилу диска).

Така конструкція забезпечує високу компактність, мінімальний рівень шуму та вібрацій, що вкрай важливо для легкових автомобілів малого класу.

Привод компресора здійснюється від колінчастого вала двигуна за допомогою поліклинового паса (ременя) допоміжних агрегатів. Передача крутного моменту на вал компресора регулюється за допомогою електромагнітної муфти привода, яка інтегрована в шків. При знеструмленій котушці шків обертається вхолосту на дворядній кульковому підшипнику, не навантажуючи двигун. При подачі напруги притискний диск муфти притягується до шківа, жорстко з'єднуючи його з валом компресора.

Автоматика керування та алгоритми захисту компресора повністю інтегрований в загальну бортову мережу і керується тандемом блоку кузовного обладнання (BCM) та електронного блоку керування двигуном (ECU). Це захищає вузол від механічних пошкоджень та оптимізує витрату палива.

Коли водій натискає клавішу активації кондиціонера (A/C) на панелі керування, запит спочатку надходить до ЕБК двигуна. Оскільки компресор під час роботи відбирає від двигуна близько 2–4 кВт потужності, ЕБК примусово коригує кут випередження запалювання та положення дросельної заслінки для збільшення крутного моменту на холостому ході. Лише після стабілізації обертів ДВЗ блок керування подає живлення 12 В на котушку електромагнітної муфти компресора.

Компресор критично залежить від тиску фреону, оскільки разом із газом у системі циркулює синтетичне мастило (класу PAG), що змащує поршневу групу. Автоматика негайно знеструмить муфту компресора в таких випадках:

Низький тиск (менше 0,2 МПа) сигнал про витік холодоагенту. Запуск компресора заблокується, щоб запобігти масляному голодуванню та заклинюванню поршнів.

Високий тиск (більше 2,6–3,0 МПа виникає при перегріві системи або забитому конденсаторі. Компресор вимикається для запобігання аварійному скиданню фреону через клапан або розриву гумових шлангів.

Для контролю ефективності роботи компресора в соти випарника (в салоні) вмонтовано електронний датчик температури. Якщо компресор працює занадто інтенсивно і температура випарника падає до $+1^{\circ}\text{C}$, автоматика тимчасово розмикає ланцюг муфти. Це зупиняє компресор і запобігає замерзанню конденсату на радіаторі, що могло б повністю заблокувати подачу повітря в салон. Коли випарник прогрівається до $+3 - +4^{\circ}\text{C}$, компресор автоматично вмикається знову.

1.3 Схемотехніка бортової мережі та комутація кузовного електрообладнання

1.3.1 Схемотехніка електронного протиугінного пристрою та системи централізованого блокування замків

Електрична топологія та алгоритми взаємодії елементів захисту автомобіля Dacia Sandero Comfort базуються на розподілі функцій між силовими колами живлення, елементами зчитування та центральним координатором кузовного електрообладнання – Комутаційним блоком салону (КБС / ВСМ).

Комутація сигналів протиугінної системи здійснюється за низьковольтними та цифровими шинами даних.

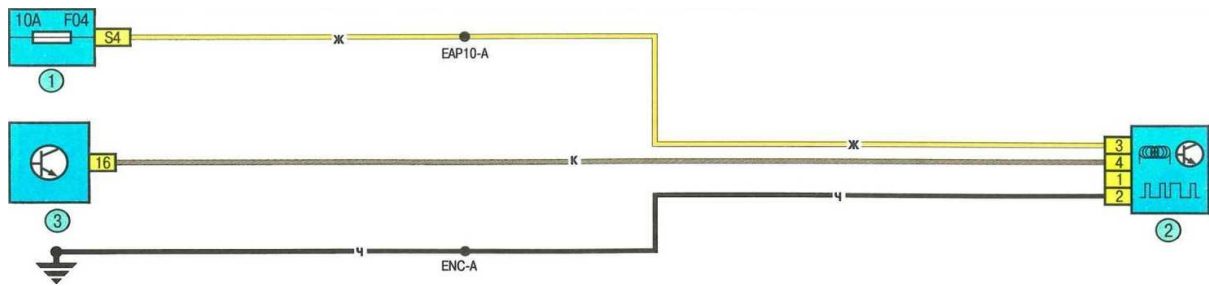


Рисунок 1.1 – Електрична схема іммобілізатора автомобіля:

1 – блок запобіжників у салоні; 2 – прийомовідповідач (транспондер);

3 – комутаційний блок салону.

Згідно зі схемою (рис. 1.1), живлення на систему подається через монтажний блок запобіжників у салоні (1). Приймально-передавальний пристрій (2), розташований на замку запалювання, підключений безпосередньо до комутаційного блока салону (3). Обмін даними між катушкою та КБС реалізовано за екранованим слабкострумним каналом зв'язку, що мінімізує вплив зовнішніх електромагнітних завад бортової мережі на процес верифікації коду транспондера під час запуску двигуна.

Своєю чергою, КБС виступає головним інтелектуальним реле для активації виконавчих механізмів центрального замка.

Аналіз схемотехнічного рішення системи центрального блокування (рис. 1.2) показує, що керування актуаторами дверей (3, 5, 6, 7, 8) реалізовано за реверсивною схемою. КБС (1) змінює полярність напруги («плюс» і «маса»), що подається на двопровідні електродвигуни постійного струму в активаторах, забезпечуючи їх переміщення у положення «Замикання» або «Відмикання».

Клавіша ручного керування (9) на консолі приладів комутує керуючий сигнал на вхід КБС за принципом замикання на масу, що забезпечує високу надійність і безпеку керування. Захист силових ланцюгів від перевантажень під час заклинювання актуаторів здійснюється плавким запобіжником монтажного блока (10).

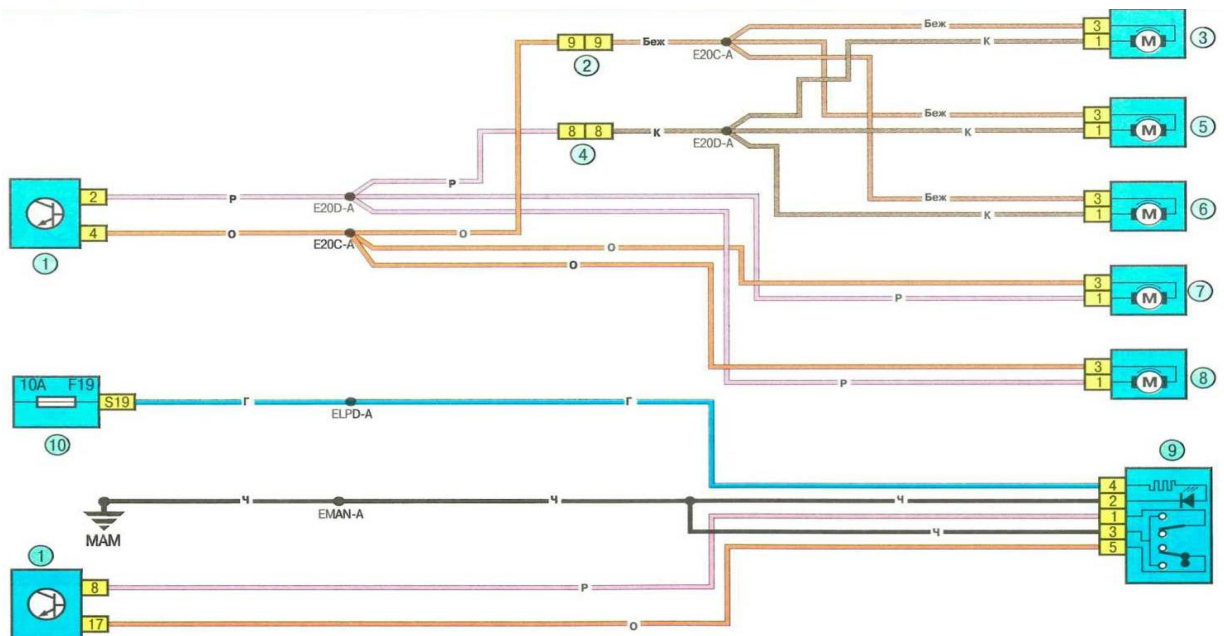


Рисунок 1.2 – Електрична схема системи центрального блокування замків дверей:

1 – комутаційний блок салону; 2 – роз'єм електропроводки лівої задньої частини кузова; 3 – електропривод замка правих задніх дверей; 4 – роз'єм електропроводки правої задньої частини кузова; 5 – електропривід замка лівих задніх дверей; 6 – електропривод замка дверей задка (багажника); 7 – електропривод замка пасажирських дверей; 8 – електропривод замка дверей водія; 9 – вимикач центрального замка; 10 – блок запобіжників у салоні.

1.3.2. Схемотехнічні рішення електропакета оглядовості бокових дверей та дзеркал заднього виду

Електропакет оглядовості комплектації Comfort має класичну аналогово-релейну схему комутації без використання складних CAN-контролерів усередині самих дверей, що суттєво спрощує діагностику та обслуговування мережі.

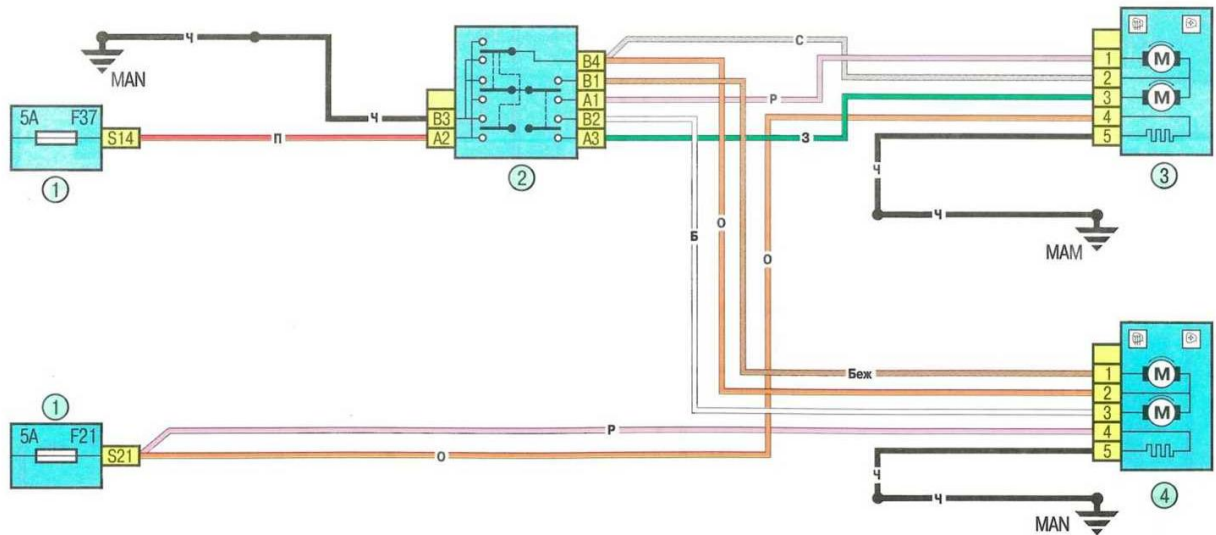


Рисунок 1.3 – Електрична схема системи електропривода та обігріву зовнішніх дзеркал:

1 – блок запобіжників у салоні; 2 – блок керування зовнішніми дзеркалами заднього виду; 3 – електропривід лівого зовнішнього дзеркала з обігрівом; 4 – електропривід правого зовнішнього дзеркала з обігрівом

Електропривід дзеркал (рис. 1.3) функціонує за рахунок розподілу живлення, що надходить від салонного блока (1) через джойстик-перемикач (2). Блок керування (2) виконує роль матричного комутатора: залежно від положення важеля, він спрямовує струм на відповідні мініатюрні моторедуктори горизонтального чи вертикального нахилу всередині модулів лівого (3) та правого (4) дзеркал. Нагрівальні елементи дзеркальних полотен підключені паралельно до реле обігріву заднього скла, забезпечуючи високу густину струму для швидкого девайсингу (розморожування).

Схема комутації приводів підйому скла організована за силовим принципом, де перемикачі безпосередньо керують струмом двигунів.

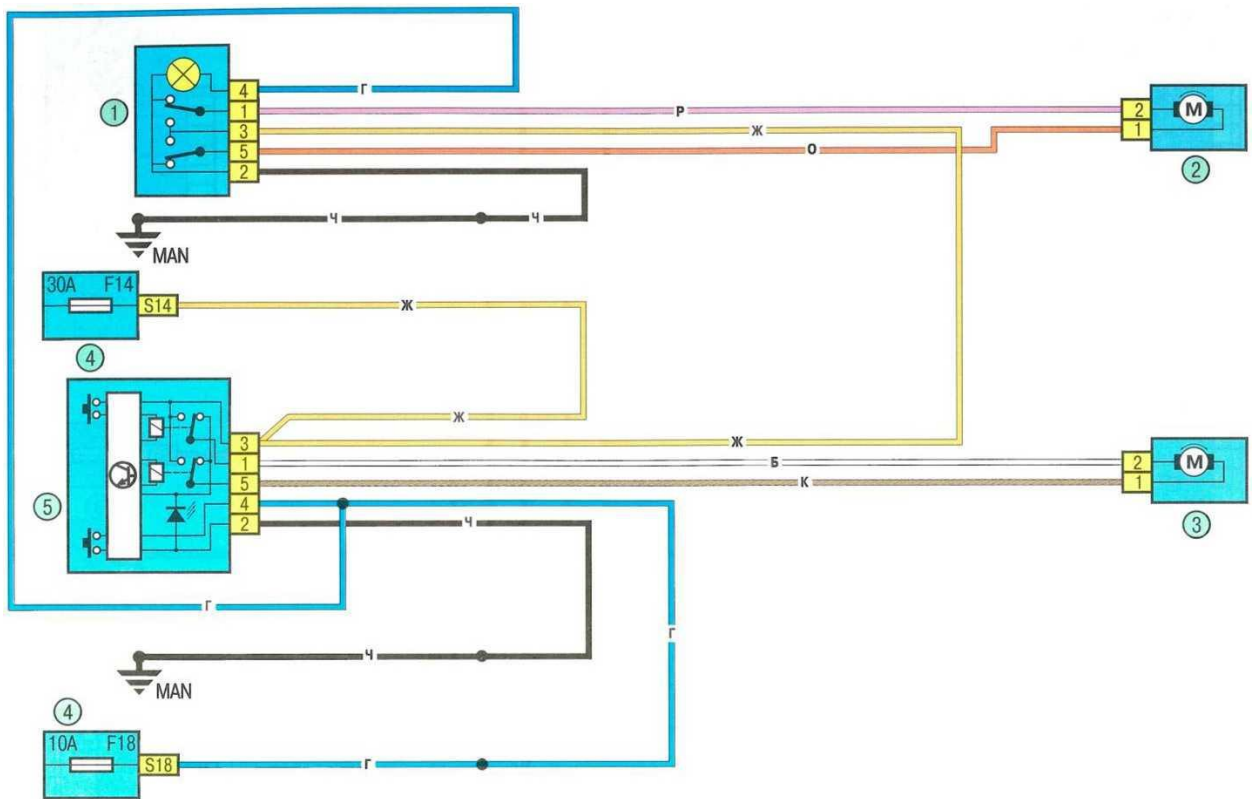


Рисунок 1.4 – Електрична схема електросклопідйомників передніх дверей:

- 1 – вимикач електросклопідйомників передніх пасажирських дверей;
- 2 – електродвигун склопідйомника передніх пасажирських дверей;
- 3 – електродвигун склопідйомника дверей водія; 4 – блок запобіжників у салоні; 5 – імпульсний вимикач електросклопідйомників дверей водія

Схемотехніка передніх ЕСП (рис. 1.4) розділена на два типи контурів. Керування пасажирським склом (2) здійснюється стандартним перемикачем (1) шляхом прямої перекомутації силових дротів живлення від блока запобіжників (4).

Контур водія (3) підключений через спеціалізований імпульсний вимикач (5). Внутрішня електронна плата цього вимикача відстежує тривалість замикання контактів: при короткому імпульсі вона утримує силове реле замкненим до моменту різкого зростання сили струму (що

свідчить про досягнення склом крайнього положення і спрацьовування захисту по струму – функція Anti-Pinch).

1.3.3. Комутація та автоматика керування компресором системи кондиціонування повітря

Схема автоматики кліматичної установки є найбільш комплексною, оскільки вона об'єднує силові кола вентиляції салону, електромагнітну муфту привода компресора та логіку захисту, яка контролюється Електронним блоком управління двигуном (ЕБУ).

Схемотехніка активації кондиціонера (рис. 1.5) побудована за багаторівневим безпечним алгоритмом:

1. При натисканні кнопки увімкнення на панелі керування (12) запит на активацію надходить не безпосередньо на компресор, а на вхід ЕБУ двигуна (9).

2. ЕБУ (9) аналізує дані з датчиків тиску холодоагенту та температури двигуна. Якщо параметри в нормі, ЕБУ замикає коло керування обмоткою реле компресора у блоці (6 або 1).

3. Силові контакти реле замикаються і подають напругу 12 В через захисний діод (7) на електромагнітну муфту компресора (8), яка притискає шків до вала і запускає процес нагнітання фреону.

Паралельно через блок реле (1) та резистори запускається вентилятор салону (3) та електровентилятор радіатора охолодження для забезпечення ефективного теплообміну, запобігаючи аварійному перегріву системи. Захист від зворотних струмів самоіндукції під час вимкнення муфти (8) покладено на гасячий діод кондиціонера (7).

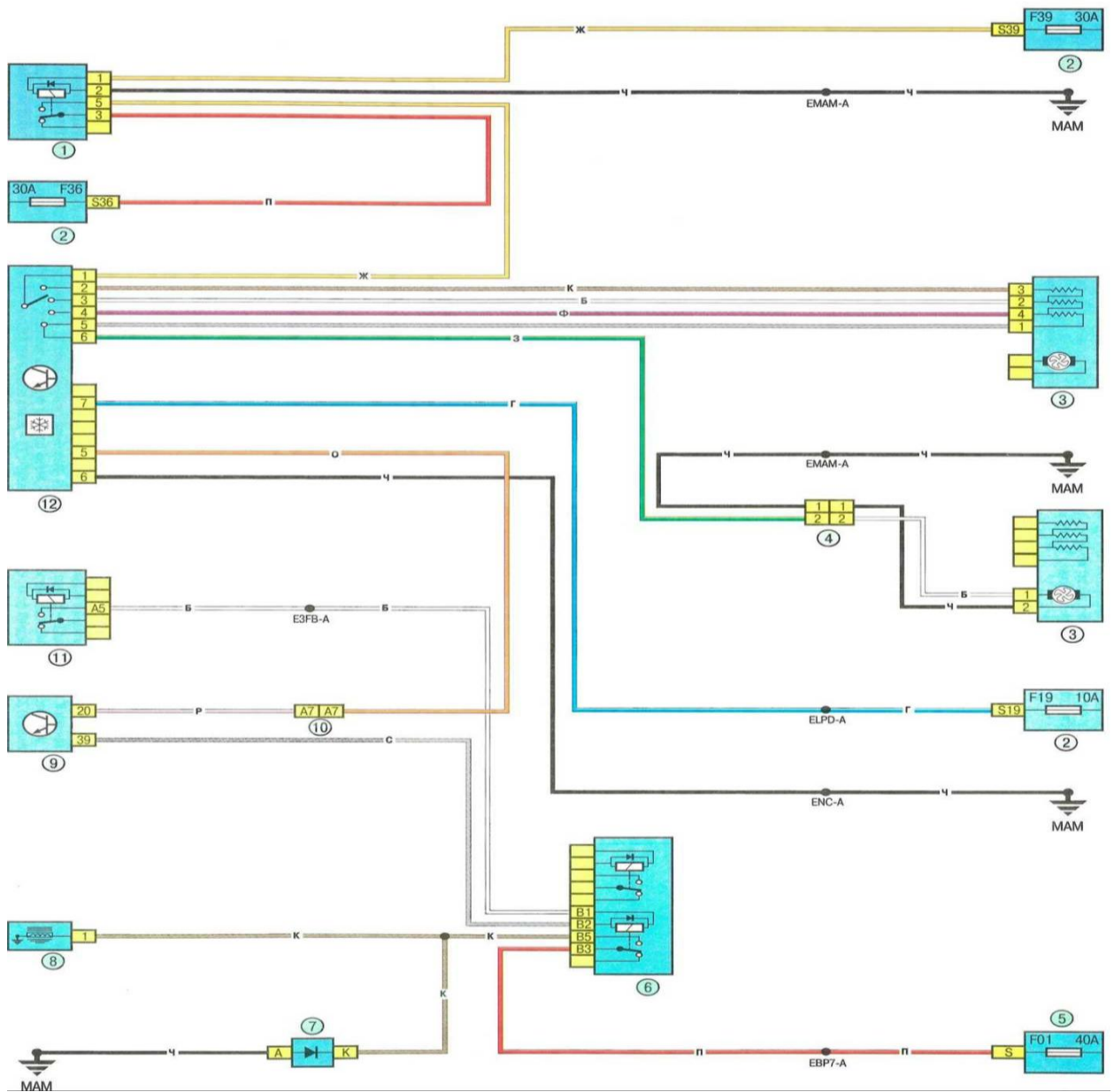


Рисунок 1.5 – Електрична схема системи опалення, вентиляції та кондиціонування салону:

- 1 – блок реле в підкапотному просторі; 2 – блок запобіжників у салоні;
- 3 – пристрій нагнітання холодного повітря (вентилятор); 4 – роз'єм електропроводки;
- 5 – блок запобіжників і реле в моторному відсіку;
- 6 – блок керуючих реле; 7 – діод кондиціонера;
- 8 – електромагнітна муфта компресора кондиціонера; 9 – ЕБУ (електронний блок керування) двигуна; 10 – роз'єм електропроводки (моноблок);
- 11 – реле блокування впорскування; 12 – панель керування системою кондиціонування

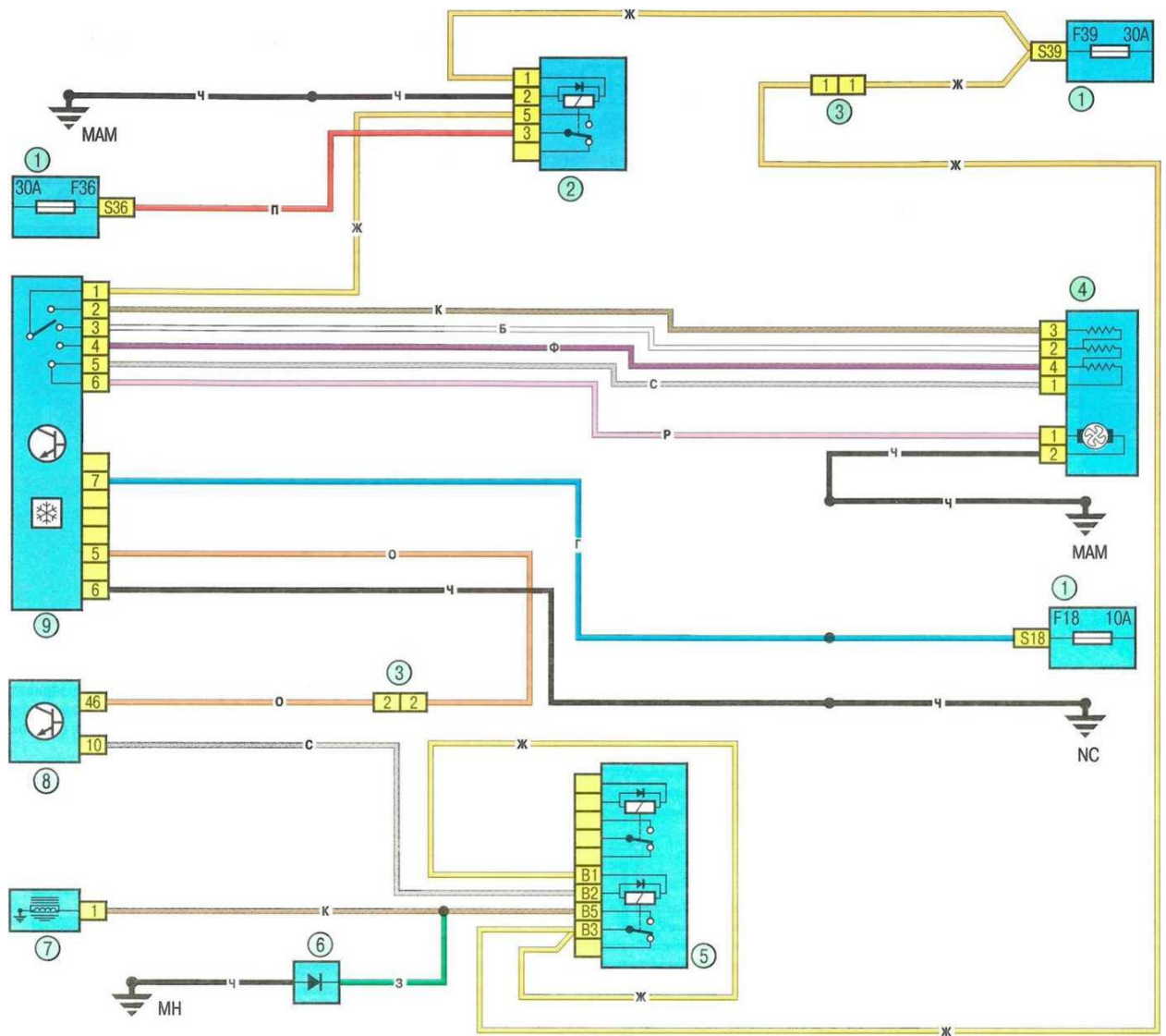


Рисунок 1.6 – Електроventильатор системи опалення (кондиціювання) та ventильації салону:

- 1 – блок запобіжників у салоні; 2 – реле 233; 3 – роз'єм електропроводки моторного відсіку/салону (моноблок); 4 – електроventильатор системи опалення та ventильації; 5 – блок реле 784 в моторному відсіку; 6 – діод кондиціонера та підсилювача рульового керування; 7 – електромагнітна муфта компресора кондиціонера; 8 – ЕБУ (електронний блок керування); 9 – блок керування системою опалення та ventильації салону

1.4 Аналіз типових несправностей систем кузовного електропакета та кондиціонера, методи їх інструментального контролю

В умовах реальної експлуатації елементи систем комфорту Dacia Sandero Comfort піддаються значним температурним перепадам, вібраційним навантаженням та впливу вологи, що призводить до виникнення специфічних експлуатаційних дефектів бортової мережі та механічних вузлів.

Для систематизації та підвищення ефективності сервісних операцій нижче наведено класифікацію типових несправностей досліджуваних систем та відповідні інженерні методи їх інструментального контролю.

При аналізі несправностей кузовного електропакета, у цій системі більшість відмов мають електричний (обриви, КЗ, окиснення) або механічний (знос редукторів, обрив тросів) характер

Таблиця 1.1 – Несправності елементів кузовного електропакета та методи їх діагностування

<i>Елемент / Система</i>	<i>Типова несправність</i>	<i>Причина виникнення</i>	<i>Метод інструментального контролю та обладнання</i>
Електро-склопідйомники (ЕСП)	Моторедуктор працює (чути звук), але скло не рухається.	Обрив або злітання троса з барабана; зрізання пластикових шліців шестерні редуктора.	Візуальний контроль: Демонтаж карти дверей. Інструментальний: перевірка плавності ходу каретки вручну при від'єданому тросі.
Електро-склопідйомники (ЕСП)	Повна відсутність реакції на натискання клавіші (водія або пасажира).	Перегорання запобіжника; підгорання силових контактів кнопки; обрив у гофрі дверей.	Вимірювання напруги та опору: Мультиметром перевіряють наявність +12В на виводах кнопки та моторедуктора. Тестером ($U = 12В$) перевіряють цілісність дротів у захисній гофрі.

<i>Елемент / Система</i>	<i>Типова несправність</i>	<i>Причина виникнення</i>	<i>Метод інструментального контролю та обладнання</i>
Центральний замок (ЦЗ)	Не замикаються/відмикаються одні конкретні двері.	Окиснення контактів роз'єму дверей; вихід з ладу актуатора (електродвигуна).	Осцилографічний або тестерний контроль: Підключення мультиметра до силових дротів актуатора. Під час активації ЦЗ має фіксуватися короткочасний імпульс напруги амплітудою 12В зі зміною полярності.
Імобілізатор	Двигун запускається і зразу глохне. Світлодіод на панелі приладів часто блимає.	Втрата зв'язку між КБС та ЕБУ; пошкодження антени-коаксіалу на замку; збій синхронізації коду ключа.	Комп'ютерна діагностика: Сканер (Renault CAN Clip / OBD-II) у меню КБС (BCM) – аналіз помилок (DF067 – коло котушки, DF002 – помилка ЕБУ). Перевірка активного опору котушки зв'язку мультиметром 5-15 Ом).
Електропривід та обігрів дзеркал	Дзеркало не регулюється в одній з площин.	Знос або заклинювання одного з двох мікродвигунів у корпусі дзеркала; відмова джойстика.	Перевірка опору та живлення: Вимірювання опору обмоток мікродвигуна на роз'ємі дзеркала. Перевірка видачі сигналу «маси» та «плюса» з джойстика при зміні положення важеля.

Несправності системи кондиціонування поділяються на електричні (керування муфтою, датчики) та гідравлічні/герметичні (витік фреону, заклинювання компресора).

Таблиця 1.2 – Несправності системи кондиціонування та методи їх інструментального контролю

<i>Елемент системи</i>	<i>Типова несправність</i>	<i>Причина виникнення</i>	<i>Метод інструментального контролю та обладнання</i>
Електро-магнітна муфта	При увімкненні кнопки кондиціонера не чути клацання (муфта не притискається).	Обрив обмотки електромагніту; великий тепловий зазор між диском і шківом; вихід з ладу гасячого діода.	Діагностика кола живлення: Мультиметром вимірюють опір обмотки котушки муфти (норма: 3-5 Ом). Вимірювання зазору щупами (норма: 0.4-0.8 мм). Перевірка подачі +12 В з реле кондиціонера.
Контур циркуляції холодоагенту	Компресор працює, але з дефлекторів йде тепле повітря.	Критичний витік фреону R134a (тиск у системі впає нижче 2 бар); забитий ресивер-осушувач.	Манометричний контроль: Підключення двовентильного манометричного блоку до штуцерів високого (HP) та низького (LP) тиску. При вимкненому кондиціонері тиск спокою має бути рівним (відповідно до температури середовища, 5 бар). Пошук витоків: Електронним течешукачем або УФ-лампкою.
Датчик тиску фреону	ЕБУ блокує запуск компресора, хоча газ у системі є.	Пошкодження внутрішньої мембрани датчика або окиснення його триконтактного роз'єму.	Комп'ютерний та параметричний аналіз: Зчитування параметрів через OBD-сканер у реальному часі. Перевірка опорної напруги на датчику (5В) та вихідного сигналу напруги (має змінюватися пропорційно тиску від 0.5 до 4.5 В).
Компресор кондиціонера	Сильний гул або гуркіт під капотом при вимкненому та увімкненому кондиціонері.	Руйнування та знос дворядного підшипника шківів компресора.	Акустичний контроль: Використання автомобільного стетоскопа на корпусі компресора при заведеному двигуні. Візуально – перевірка радіального люфту шківів при знятому ремені привода допоміжних агрегатів.
Електровентилятор салону	Працює лише максимальна (4-та) швидкість обдуву.	Перегорання термозапобіжника у блоці додаткових резисторів (реостаті).	Контроль опору: Тестування ланцюга реостата мультиметром у режимі омметра. Перевірка цілісності самого термозапобіжника («продзвонювання»).

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок річного обсягу робіт та виробничої програми СТО

Виробнича програма СТО визначає кількість обслуговувань та обсяг ремонтних робіт, які необхідно виконати за чітко визначений проміжок часу (рік). Для міського СТО легкового транспорту розрахунок річного обсягу робіт виконується на основі кількості автомобілів, що заїжджають на станцію протягом року, та питомої трудомісткості.

2.1.1 Вихідні дані для розрахунку

Річна кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:

$$N_{\text{рік}} = 120 \text{ автомобілів};$$

Середньорічний пробіг одного автомобіля $L_{\text{рік}} = 15000 \text{ км};$.

Питома річна трудомісткість робіт із ТО та поточного ремонту (ПР) на 1000 км пробігу для автомобілів малого класу: $t_{\text{нум}} = 2,2 \text{ люд.} - \text{год.}/1000 \text{ км}.$

2.1.2 Розрахунок річного обсягу робіт з ТО та ПР

Загальний річний обсяг робіт для всього парку автомобілів:

$$T_{\text{заг}} = \frac{N_{\text{рік}} \cdot L_{\text{рік}} \cdot t_{\text{нум}}}{1000}. \quad (2.1)$$

$$T_{\text{заг}} = \frac{1200 \cdot 15000 \cdot 2,2}{1000} = 39600 \text{ люд.} - \text{год.}$$

2.1.4 Визначення обсягу робіт за видами (спеціалізацією)

Оскільки темою нашої кваліфікаційної роботи є систем забезпечення комфорту та безпеки (електроніка, клімат-контроль, системи активного захисту), нам потрібно виділити відсотковий розділ цих робіт із загального обсягу СТО. Розподіл трудомісткості робіт з діагностики та ремонту

електрообладнання та систем комфорту 12%, роботи з обслуговування гальмівних систем та активної безпеки (ABS/ESP) 10%

Розрахуємо річний обсяг робіт безпосередньо для нашої спеціалізованої дільниці:

$$T_{\text{електроніки та комфорту}} = T_{\text{заг}} \cdot \frac{12}{100}, \quad (2.2)$$

$$T_{\text{електроніки та комфорту}} = 39600 \cdot 0,12 = 4752 \text{ люд.} - \text{год.}$$

$$T_{\text{гальм та безпеки}} = T_{\text{заг}} \cdot \frac{10}{100}, \quad (2.3)$$

$$T_{\text{гальм та безпеки}} = 39600 \cdot 0,10 = 3960 \text{ люд.} - \text{год.}$$

Разом річний обсяг робіт для розроблюваного ТП систем комфорту та безпеки становить:

$$T_{\text{дільниці}} = 4752 + 3960 = 8712 \text{ люд.} - \text{год.}$$

2.1.4 Розрахунок обсягу допоміжних робіт на СТО

Крім основних виробничих робіт, на СТО виконуються допоміжні роботи (обслуговування устаткування, транспортні, складські операції тощо). Їхній обсяг приймається в розмірі 15% від загального виробничого обсягу робіт:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{заг}} \cdot 0,15, \quad (2.4)$$

$$T_{\text{доп}} = 39600 \cdot 0,15 = 5940 \text{ люд.} - \text{год.}$$

Таблиця 2.1 – Розподіл річного обсягу робіт СТО

Найменування видів робіт	Частка від загального обсягу, %	Річний обсяг робіт, люд.-год.
Діагностика та ремонт систем комфорту (в т.ч. компресор)	12	4752
Обслуговування гальмівної системи та автоматики безпеки	10	3960
Інші види робіт (ходові, двигун, кузов, ТО)	78	30888
Разом виробничих робіт	100	39600
Допоміжні роботи	15 (понад 100%)	5940

2.2 Розрахунок чисельності виробничих робітників спеціалізованої дільниці

Для забезпечення безперервного та якісного виконання ТП діагностики, обслуговування та ремонту систем забезпечення комфорту та безпеки автомобілів Dacia Sandero Comfort необхідно розрахувати оптимальну кількість персоналу дільниці.

2.2.1 Вихідні дані для розрахунку

Річний обсяг робіт дільниці $T_{\text{дільниці}} = 8712 \text{ люд.} - \text{год.}$

Річний фонд робочого часу технологічно необхідного робітника приймається для однозмінної роботи за 40-годинного робочого тижня і становить 2070 год/рік.

Річний фонд робочого часу штатного робітника враховує плановані відпустки та невиходи через хворобу, приймається в межах 1820 год/рік.

2.2.2 Розрахунок технологічно необхідної (явочної) чисельності робітників

Явочна чисельність робітників визначає кількість персоналу, яка повинна щодня перебувати на виробництві для виконання річної програми:

$$P_{\text{я}} = \frac{T_{\text{дільниці}}}{\Phi_{\text{т}}}, \quad (2.5)$$

$$P_{\text{я}} = \frac{8712}{2070} = 4,21 \text{ чол.}$$

Округлюємо значення до найближчого цілого числа 4 чол.

2.2.3 Розрахунок штатної чисельності робітників

Штатна чисельність робітників враховує повний списочковий склад персоналу дільниці з урахуванням заміщення на період відпусток та лікарняних:

$$P_{ш} = \frac{T_{дільниці}}{\Phi}, \quad (2.6)$$

$$P_{ш} = \frac{8712}{1820} = 4,79 \text{ чол.}$$

Округлюємо значення до найближчого цілого числа 5 чол.

2.2.4 Розподіл робітників за кваліфікацією та спеціалізацією

З урахуванням складності електронних систем та кліматичного обладнання комплектації Comfort, штатний склад дільниці у кількості 5 чоловік раціонально розподілити таким чином:

- автоелектрик-діагност (5-й розряд) – 1 чол. (комп'ютерна діагностика, робота зі сканерами, зчитування помилок іммобілайзера, систем безпеки).
- слюсар з ремонту автомобільної електроніки та кузовних систем (4-й розряд) – 2 чол. (ремонт склопідйомників, заміна підрульових перемикачів, актуаторів центрального замка).
- майстер з обслуговування кліматичних систем / кондиціонерів (4-й розряд) – 2 чол. (вакуумування, заправка фреоном, дефектовка компресорів, заміна датчиків тиску).

Такий кадровий розподіл забезпечить максимальну пропускну здатність дільниці та належну якість виконання робіт.

2.3 Обґрунтування кількості робочих постів та підбір сервісного обладнання

Кількість робочих постів є базовим показником для проектування геометричних параметрів виробничого приміщення дільниці та визначення її пропускної здатності. Розрахунок кількості постів здійснюється на основі річного обсягу робіт, фонду часу робочого поста та коефіцієнта нерівномірності завантаження.

2.3.1 Розрахунок кількості робочих постів

Кількість робочих постів розраховується за формулою:

$$X = \frac{T_{\text{дільниці}} \cdot \varphi}{D \cdot T_{\text{зм}} \cdot m \cdot \eta} \quad (2.7)$$

$$X = \frac{8712 \cdot 1,15}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9} = 4,56 \text{ поста.}$$

Округлюємо отримане значення до найближчого цілого числа в більшу сторону, що забезпечить запас пропускної здатності в пікові періоди завантаження СТО.

Таким чином, для дільниці приймаємо 5 робочих постів.

2.3.2 Спеціалізація постів дільниці

З урахуванням штатного розкладу (5 чоловік) та технологічних особливостей обслуговування Dacia Sandero Comfort, п'ять розрахованих постів доцільно розподілити за спеціалізацією.

Пост №1: Комп'ютерна діагностика та перевірка електронних систем безпеки (ABS/ESP, SRS, іммобілайзер).

Пост №2: Діагностика, вакуумування та заправка автомобільних кондиціонерів.

Пост №3: Ремонт та заміна елементів кузовного електрообладнання (склопідйомники, замки дверей, актуатори).

Пост №4: Обслуговування підрульових перемикачів та елементів керування салону (арматурно-демонтажні роботи).

Пост №5: Резервний/універсальний пост для проведення поточного ремонту механічних вузлів кліматичної системи (наприклад, зняття/встановлення компресора кондиціонера).

2.3.3 Підбір сервісного та технологічного обладнання

Для забезпечення високої якості та швидкості виконання робіт підбирається комплект обладнання, що відповідає специфікації кузовних та кліматичних систем сучасних легкових автомобілів.

Таблиця 2.2 – Відомість технологічного обладнання дільниці

<i>Найменування обладнання</i>	<i>Модель / Тип</i>	<i>Призначення</i>	<i>К-сть, шт.</i>
Мультимарковий діагностичний сканер	Launch X431 PRO (або Renault CAN Clip)	Зчитування, аналіз та видалення кодів помилок (DTC) систем Comfort/Safety.	1
Автоматична станція для обслуговування кондиціонерів	Теха Konfort 705R	Видалення холодоагенту, вакуумування контуру, заправка фреоном R134a та мастилом PAG.	1
Електронний течешукач (детектор витоків)	Inficon Tek-Mate	Пошук мікровитоків фреону у з'єднаннях магістралей та компресорі.	1
Електрогідравлічний двостійковий підйомник	LAUNCH TLT-235SB (3.5 т)	Підйом автомобіля для доступу до підрульових елементів, проводки та компресора знизу.	2
Цифровий автомобільний мультиметр-осцилограф	Fluke 88V / Кіт	Вимірювання параметрів ланцюгів живлення, сигналів датчиків тиску та актуаторів.	2
Верстак слюсарний з тумбами	Верстак ВС-1	Організація робочого місця для ремонту замків, склопідйомників та перемикачів.	3
Набір спеціалізованого інструменту для демонтажу оббивки салону	Топтул (набір знімачів)	Акуратний демонтаж карт дверей та пластикових елементів торпедо.	2

2.4. Технологія ТО та заправки кліматичної установки з перевіркою датчика тиску і компресора

Обслуговування системи кондиціонування повітря автомобіля Dacia Sandero в комплектації Comfort виконується на спеціалізованому посту за допомогою автоматичної сервісної станції (наприклад, Теха Konfort). Основним критерієм для проведення обслуговування є зниження ефективності охолодження салону або регламентний термін експлуатації (раз на 2 роки).

Покрокова технологія видалення холодоагенту та вакуумування

Автомобіль встановлюється на пост, двигун вимикається. Для доступу до внутрішнього контуру кліматичної установки майстер вручну відкручує пластикові захисні ковпачки з сервісних штуцерів магістралей високого та низького тиску.



Після зняття ковпачків проводиться ретельний візуальний огляд штуцерів на наявність масляних слідів (що свідчить про мікровитік системи). За допомогою спеціального ключа-викрутки перевіряється надійність фіксації та затяжки золотника (клапана Шредера) всередині штуцера. При виявленні несправності або пропусканні газу золотник підлягає заміні за допомогою цього ж інструменту.



Після перевірки до штуцерів підключаються швидкознімні адаптери автоматичної сервісної станції: контуру низького тиску (Low) та контуру високого тиску (High), після чого запускається автоматичний процес регенерації та відкачування холодоагенту.

Технологічний процес демонтажу та дефектування компресора кондиціонера

При виявленні критичних дефектів (заклинювання поршневої групи, руйнування демпфера шківів або згорання котушки муфти), що потребують зняття вузла, роботи виконуються в такій послідовності:

Евакуація холодоагенту: Повністю видаліть робоче середовище з контуру системи за допомогою автоматичної сервісної станції.

Підготовка робочого місця: Встановіть автомобіль на двостійковий електрогідравлічний підйомник дільниці та задійте стоянкове гальмо.

Знеструмлення бортової мережі: Для запобігання короткому замиканню під час роботи з генератором та компресором від'єднайте дрот від негативної клеми «мінус» акумуляторної батареї.

Демонтаж захисних елементів: Підніміть автомобіль та зніміть правий бризковик двигуна для отримання безперешкодного доступу до шківів привода допоміжних агрегатів з правого боку автомобіля.



Зняття приводного паса: Використовуючи накидний ключ, поверніть важіль автоматичного натяжного пристрою за годинниковою стрілкою для послаблення зусилля і акуратно зніміть пас привода допоміжних агрегатів зі шківів компресора та колінчастого вала.



Дефектування паса: після демонтажу приводного паса майстер зобов'язаний провести його ретельну дефектовку. За наявності хоча б одного з наступних дефектів пас підлягає обов'язковій заміні:

Виражені сліди зносу струмкової поверхні, наявність поперечних чи поздовжніх тріщин, подрізів фрикційного шару, складок або відшарування тканинної основи від гуми;

Локальні здуття, заглиблення, складки або викривлення на зовнішній (тильній) поверхні паса;

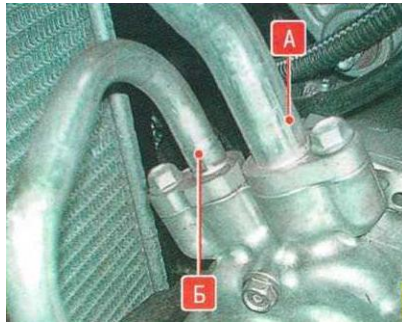
Розкуйовдження, розшарування або зрізання ниток корду на торцевих поверхнях;

Наявність слідів моторної оливи чи антифризу на будь-якій з поверхонь паса.



Пас зі слідами моторної оливи на будь-якій його поверхні необхідно обов'язково замінити, оскільки олива швидко руйнує гуму. Причину потрапляння оливи на пас (зазвичай внаслідок порушення герметичності сальників валів двигуна) потрібно усунути негайно.

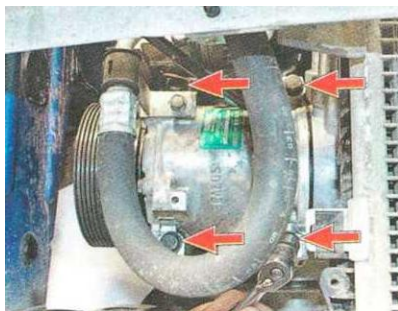
Від'єднання гідравлічних контурів: Викрутіть кріпильні болти фланців трубопроводу низького тиску «А» (магістраль повернення газу) та високого тиску «Б» (магістраль нагнітання) до корпусу компресора й обережно від'єднайте трубопроводи.



Одразу ж після від'єднання заглушіть пробками отвори компресора та трубопроводів, щоб не допустити потрапляння вологи та бруду в систему кондиціонування. Синтетична олива PAG є вкрай гігроскопічною.

Знеструмлення виконавчого механізму: Відіжміть пластиковий фіксатор та від'єднайте колодку джгута дротів живлення електромагнітної муфти увімкнення компресора.

Зняття силового кріплення: За допомогою торцевої головки та тріскачкового подовжувача повністю викрутіть чотири болти кріплення корпусу компресора до монтажного кронштейна на блоці циліндрів двигуна.



Вилучення агрегату: Акуратно вийміть болти з монтажних отворів, притримуючи корпус вузла, та зніміть компресор кондиціонера, плавно опустивши його вниз через технологічний простір підмоторної ніші.



Встановлення агрегату: Процес монтажу компресора та всіх супутніх елементів виконується у зворотному порядку. Корпус компресора позиціонується на кронштейні, після чого болти кріплення затягуються

рівномірно хрест-навхрест за допомогою динамометричного ключа з моментом 25 Нм. Технологічні заглушки фланців нового компресора відкривайте безпосередньо перед під'єднанням трубопроводів. При встановленні нових ущільнювальних кілець фланців обов'язково змастіть їх свіжим компресорним мастилом типу PAG.

Контроль укладання паса: при встановленні паса привода допоміжних агрегатів ретельно перевірте, щоб його клинові доріжки (ручаї) ідеально збігалися з пазами на шківках колінчастого вала, генератора та самого компресора.



Перевірка натягу: переконайтеся, що зусилля автоматичного натягувача забезпечує нормативний натяг паса, і при натисканні пальцем на середню ділянку вільної гілки його прогин відповідає нормам технічного регламенту комплектації Comfort.



Заправка та контроль якості: проведіть повторне вакуумування системи на СТО для видалення повітря, що потрапило під час розгерметизації. Заправте контур кліматичної установки сертифікованим холодоагентом R134a. При купівлі нового компресора обов'язково уточніть супровідну інформацію щодо типу та об'єму залитої всередину транспортувальної оливи для уникнення надлишку чи дефіциту мастила в контурі.

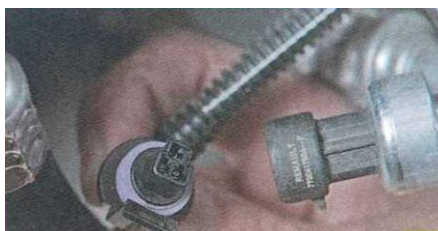
Технологічний процес заміни датчика тиску

Електронний датчик тиску вкручений у різьбовий штуцер трубопроводу високого тиску через спеціальний підпружинений запірний клапан золотникового типу. Завдяки такій конструкції під час зняття датчика для його діагностичної перевірки або повної заміни стравлювати холодоагент із контуру системи кондиціонування немає потреби, що значно спрощує та прискорює ремонтний процес на робочому посту СТО.

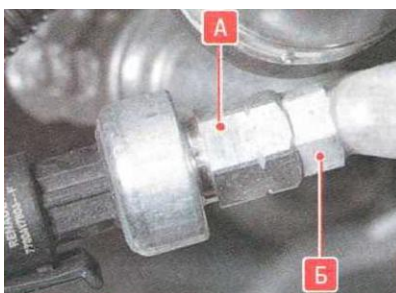
Операції з демонтажу та заміни датчика виконуються за таким алгоритмом.

Безпека робіт: вимкніть запалювання, зафіксуйте автомобіль стоянковим гальмом та від'єднайте дріт від негативної клеми («мінус») акумуляторної батареї для захисту електронних модулів від імпульсних перенапруг.

Знеструмлення датчика: відіжміть пластиковий фіксатор колодки кузовного джгута дротів і акуратно від'єднайте її від роз'єму датчика тиску.



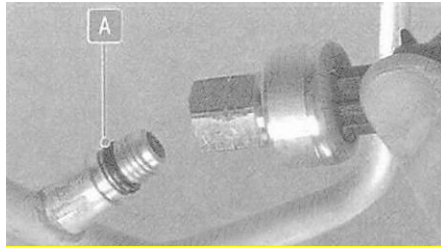
Демонтаж елемента: за допомогою різьбового ключа відповідного розміру відкрутіть датчик від різьбового штуцера на алюмінієвому трубопроводі магістралі.



Під час відкручування та фінального накручування датчика використовуйте ключ точного розміру для запобігання деформації або пошкодженню металевого корпусу А датчика. Для запобігання деформації

трубопроводу другим ключем утримуйте різьбовий штуцер Б від провертання.

Підготовка штуцера та заміна ущільнювача: Зніміть старе гумове кільце з різьбового штуцера. Ущільнювальне кільце А на штуцері трубопроводу при заміні датчика слід обов'язково замінити новим (із фторкаучуку) і перед накручуванням датчика змастити оливою для системи кондиціонування (PAG 46).



Монтаж та пусконаладження: встановіть новий датчик тиску у послідовності, зворотній зняттю. Затягніть датчик динамометричним ключем з моментом 7 Нм.

Фінальний контроль якості: підключіть акумуляторну батарею, запустіть двигун та увімкніть систему клімат-контролю. Перевірте герметичність з'єднання штуцера за допомогою електронного шукача або мильного розчину на посту СТО. За необхідності проведіть перевірку повноти заповнення системи кондиціонування фреоном R134a за допомогою манометрів сервісної станції.

2.5 Організація робіт та операційні карти дефектування елементів електросклопідійомників і виконавчих механізмів дверей

Технологічний процес ремонту та обслуговування внутрішньоводверних систем комфорту (електросклопідійомників та виконавчих механізмів центрального замка) автомобіля Dacia Sandero Comfort потребує чіткої послідовності арматурно-демонтажних операцій. Отримання доступу до внутрішніх порожнин дверних панелей є першочерговим етапом будь-якого мехатронного втручання.

Технологічна інструкція з демонтажу оббивки передніх дверей

Для виконання робіт майстру знадобиться спеціалізований інструмент, зокрема ключ-насадка TORX T20, а також набір пластикових знімачів для безпечного демонтажу елементів салону.

Демонтаж елементів керування замком: на початковому етапі необхідно зняти внутрішню ручку привода замка передніх дверей, вивівши її механічну тягу з пазів зачеплення.



Демонтаж компонентів аудіосистеми: акуратно підважте та зніміть захисну декоративну решітку, після чого відкрутіть гвинти кріплення та вийміть динамік акустичної системи з посадкового гнізда, від'єднавши від нього джгут дротів.

Зняття елементів основного кріплення: використовуючи ключ TORX T20, викрутіть гвинт фіксації оббивки, що розташований у заглибленні підлокітника дверей.



Звільнення торцевого фіксатора: перемістіть інструмент до заднього торця дверної панелі та викрутіть розташований там додатковий гвинт кріплення пластикової карти.

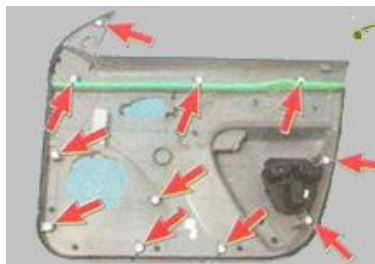


Демонтаж карти дверей: за допомогою пластикової лопатки послідовно від'єднайте оббивку від металевої панелі дверей, акуратно долаючи опір пластикових елементів кріплення. Переміщуючи карту вгору та на себе, обережно виведіть кнопку ручного блокування замка через відповідний технологічний отвір та повністю зніміть оббивку з автомобіля.



Карта дефектування кузовних пістонів та підлокітника

З внутрішнього боку пластикова панель оббивки прикріплена до металевого каркаса дверей за допомогою одинадцяти пластмасових пістонів.



Під час проведення дефектування всі зняті пістони підлягають ретельному огляду. Елементи зі зламаними ребрами, деформованою головкою або втраченою еластичністю матеріалу необхідно обов'язково замінити новими, вилучивши їх із посадкових кронштейнів оббивки.



Розбирання карти дверей: за наявності тріщин підлокітника або для заміни блоку кнопок склопідйомників, підлокітник можна демонтувати окремо. Для цього з потиличної (внутрішньої) сторони знятої карти дверей необхідно викрутити сім гвинтів його силового кріплення.



Встановлення оббивки передніх дверей та всіх супутніх компонентів виконується у чіткій зворотній послідовності. Перед монтажем рекомендується перевірити щільність посадки вологозахисної поліетиленової шторки на панелі дверей.

Технологічний процес заміни скла та дефектування склопідйомника

Для заміни пошкодженого скла, напрямних тросів або самого електричного моторедуктора склопідйомника Comfort-рівня, майстру знадобляться ключі-насадки TORX T20 та TORX T30.

Початковий етап: проведіть повний демонтаж карти дверей згідно з вищеописаною технологією.

Звільнення ущільнювальних елементів: повністю опустіть скло вниз у крайній закритий стан і акуратно підважте та вийміть внутрішній гумовий ущільнювач скла з паза віконного отвору.



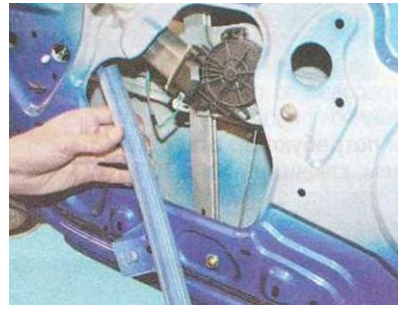
Фіксація каретки привода: увімкніть запалювання та плавно підніміть скло на таку висоту, щоб рухомий повзун (пластикові каретка) механізму склопідйомника встановився точно напроти спеціального технологічного вікна у внутрішній залізній панелі дверей. Притримуючи скло рукою у верхній точці, викрутіть два гвинти кріплення металевої обойми скла до цього повзуна.



Вилучення скла з дверей: Акуратно розверніть скло у площині дверного отвору та плавним рухом витягніть його вгору, намагаючись не пошкодити зовнішні декоративні напрямні.



Обслуговування напрямних систем: у разі виявлення перекосу скла під час підйому або заклинювання механізму, необхідно провести заміну або регулювання напрямної. Для цього на торці дверей викрутіть гвинт жорсткої фіксації вертикальної направляючої і через нижнє технологічне вікно внутрішньої панелі дверей вийміть її назовні для проведення очищення або заміни дефектної деталі.



Монтаж скла та виконавчих механізмів здійснюється у зворотному порядку. Гвинти кріплення обойми скла до повзуна затягуються лише після перевірки плавності ходу вручну.

Після заміни елементів електросклопідйомника у комплектації Comfort може збитися функція імпульсного автоматичного підйому (в один дотик). Для її відновлення необхідно виконати процедуру ініціалізації: підніміть скло повністю вгору, натисніть та утримуйте клавішу підйому у верхньому положенні протягом 5–7 секунд. Після цього електронний блок керування кузовним обладнанням (BCM) зафіксує крайні точки та відновить штатний автоматичний алгоритм роботи системи безпеки проти защемлення пальців.

Технологічний процес демонтажу та заміни механізму склопідйомника

Для проведення комплексної дефектовки механічної частини, заміни порваних напрямних тросів або несправного електричного моторредуктора системи комфорту, склопідйомник демонтується з внутрішньої порожнини дверної панелі. Для виконання робіт майстру знадобиться торцевий або гайковий ключ «на 10».

Операції виконуються за такою технологічною послідовністю:

Підготовчий етап та фіксація скла: попередньо від'єднайте скло від рухомого повзуна каретки (згідно з технологією, описаною вище).

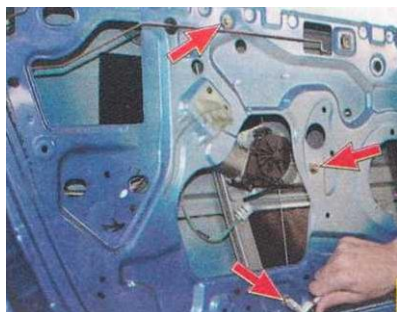
Повністю витягувати скло з дверей не обов'язково. Досить від'єднати його від монтажної обойми склопідйомника, плавно підняти руками в крайнє верхнє (закрите) положення і надійно зафіксувати його там від випадкового

падіння. Фіксацію можна виконати за допомогою викрутки, відрізків хлорвінілової трубки відповідного діаметра або якісного малярського скотчу.

Знеструмлення виконавчого електродвигуна: просуньте руку через центральне монтажне вікно внутрішньої панелі дверей, відіжміть пластиковий фіксатор і від'єднайте колодку кузовного джгута дротів від роз'єму моторедуктора склопідйомника.



Вилучення механізму: акуратно стисніть шпильки кріплення всередину порожнини, перехопіть корпус трапеції і плавно витягніть склопідйомник у зборі з електричним приводом через нижнє монтажне вікно у внутрішній панелі дверної карти.



2.6 Розробка карт технологічних операцій обслуговування кузовного обладнання та систем мікроклімату.

Технологічна карта є основним робочим документом для виробничого персоналу дільниці. Вона регламентує чітку послідовність виконання кожної операції, визначає необхідний інструмент, кваліфікаційний розряд виконавця та встановлює норму часу на виконання робіт.

Нижче наведено розроблену технологічну карту на заміну та дефектування компресора кондиціонера легкового автомобіля Dacia Sandero Comfort.

Таблиця 2.3 – Карта технологічних операцій на ремонт та заміну компресора кондиціонера

<i>№ оп.</i>	<i>Найменування технологічної операції</i>	<i>Місце виконання, технологічне обладнання та інструмент</i>	<i>Розряд роботи</i>	<i>Норма часу, хв</i>
1	Евакуація (відкачування) холодоагенту з робочого контуру системи	Пост №2, автоматична станція Теха Konfort 705R, швидкознімні адаптери	4	15
2	Встановлення автомобіля на підйомник, задіяння стоянкового гальма та від'єднання негативної клеми («мінус») АКБ	Пост №5, підйомник LAUNCH TLT-235SB, гайковий ключ на 10	3	5
3	Підйом автомобіля та демонтаж правого грязезахисного бризковика двигуна	Підйомник, набір викруток та пластикових знімачів	3	8
4	Послаблення автоматичного натягувача та зняття паса привода допоміжних агрегатів	Накидний ключ на 13 (або 15), дефектувальний ліхтарик	4	7
5	Візуальна дефектовка ручаїв та торців паса привода на наявність тріщин, розшарувань або слідів оливи	Робоче місце, дефектувальна лупа	4	3
6	Викручування кріпильних болтів фланців трубопроводів	Набір торцевих головок, гайкові ключі	4	12

	низького «А» та високого «Б» тиску, від'єднання магістралей від компресора			
7	Встановлення технологічних герметичних заглушок в отвори компресора та трубопроводів	Комплект пластикових технологічних пробок	3	2
8	Від'єднання колодки джгута дротів живлення електромагнітної муфти увімкнення компресора	Ручний інструмент, тонка викрутка	3	2
9	Викручування чотирьох болтів силового кріплення корпусу компресора до монтажного кронштейна блока циліндрів	Торцева головка, тріскачковий подовжувач	4	10
10	Акуратне вилучення компресора з підмоторної ніші шляхом опускання його вниз	Виконується вручну з підстраховкою	4	4
11	Очищення посадкового кронштейна, встановлення нового (або відремонтованого) компресора та затягування 4-х болтів моментом 25 Нм	Динамометричний ключ, торцева головка	4	12
12	Встановлення нових гумових ущільнювальних кілець фланців, змащування їх мастилом PAG та приєднання трубопроводів	Динамометричний ключ, нові фторкаучукові кільця, мастило PAG 46	4	10
13	Монтаж паса привода допоміжних	Накидний ключ, візуальний контроль	4	8

	агрегатів із контролем суміщення клинових доріжкових ручаїв шківів та перевіркою натягу			
14	Монтаж правого грязезахисного бризковика, опускання автомобіля з підйомника та підключення клеми АКБ	Підйомник, ручний інструмент	3	8
15	Вакуумування системи, заправка свіжим мастилом PAG і сертифікованим холодоагентом R134a з фінальним контролем тиску манометрами	Автоматична сервісна станція Texa Konfort 705R	5	25
Разом	Загальна трудомісткість комплексу операцій	-	-	132 хв (2,2 люд.-год)

Розроблена технологічна карта дозволяє мінімізувати втрати робочого часу на СТО за рахунок чіткої організації праці. Загальна нормована трудомісткість заміни компресора становить *132 хвилини (2,2 люд.-год)* для одного виконавця відповідної кваліфікації, що повністю вкладається в розраховані нами раніше баланси часу дільниці.

2.7 Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу дільниці

Метою техніко-економічного розрахунку є визначення обсягу капітальних вкладень у придбання сервісного обладнання, розрахунок річного фонду заробітної плати персоналу та визначення терміну окупності інвестицій.

2.7.1 Розрахунок капітальних вкладень в обладнання

Капітальні витрати складаються з вартості основного технологічного обладнання, підбраного в пункті 2.3.

Таблиця 2.4 – Кошторис витрат на придбання обладнання (ціни 2026 р.)

<i>Найменування обладнання</i>	<i>Кількість, шт.</i>	<i>Вартість за одиницю, грн</i>	<i>Загальна вартість, грн</i>
Сканер діагностичний Launch X431 PRO	1	48 000	48 000
Станція для кондиціонерів Теха Konfort 705R	1	145 000	145 000
Шукач фреону Inficon Tek-Mate	1	11 500	11 500
Підйомники LAUNCH TLT-235SB	2	92 000	184 000
Мультиметри-осцилографи Fluke 88V	2	34 000	68 000
Слюсарні верстаки ВС-1 з тумбами	3	16 000	48 000
Набори інструментів та знімачів салону	2	7 500	15 000
Разом	-	-	519 500

Додатково враховуємо витрати на доставку та монтаж обладнання у розмірі 10% від вартості:

$$K_{\text{монт}} = 519500 \cdot 0,10 = 51950 \text{ грн.}$$

Загальні капітальні вкладення становлять:

$$K_{\text{заг}} = 519500 + 51950 = 571450 \text{ грн.}$$

2.7.2 Розрахунок річного доходу дільниці

У пункті 2.1 ми визначили, що річний обсяг робіт нашої спеціалізованої дільниці становить 8712 люд.-год.

Середня ринкова вартість однієї нормо-години (вартість послуг для клієнта) для легкових автомобілів типу Dacia Sandero в Україні становить 450 грн / люд.-год.

Розрахуємо валовий річний дохід дільниці:

$$D_{\text{рік}} = T_{\text{дільниці}} \cdot \text{Вартість}_{\text{нормо-години}} \quad (2.8)$$

$$D_{\text{рік}} = 8712 \cdot 450 = 3920400 \text{ грн.}$$

2.7.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат дільниці

Основні статті річних витрат включають заробітну плату виробничих робітників, амортизацію обладнання та витрати на енергоносії.

Фонд оплати праці робітників

У пункті 2.2 ми розрахували штатну чисельність – 5 робітників. Середня заробітна плата автоелектрика/майстра кліматичних систем становить 25 000 грн/місяць (чистими). З урахуванням податкового навантаження (нарахування на ФОП), загальні річні витрати на 5 робітників становлять:

$$\text{ФОП}_{\text{рік}} = 5 \text{ чол.} \cdot 25000 \text{ грн} \cdot 12 \text{ міс.} \cdot 1,22 = 1830000 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання

Норма річної амортизації для автосервісного обладнання становить 15%:

$$A = 571450 \cdot 0,15 = 85718 \text{ грн.}$$

Витратні матеріали та комунальні послуги

Приймаються у розмірі 15% від річного доходу (закупівля фреону R134a, мастила PAG, кузовних пістонів, оплата електроенергії для підйомників):

$$B_{\text{мат}} = 3920400 \cdot 0,15 = 588060 \text{ грн.}$$

Загальні річні експлуатаційні витрати:

$$B_{\text{заг}} = 1830000 + 85718 + 588060 = 2503778 \text{ грн.}$$

2.7.4 Визначення чистого прибутку та терміну окупності дільниці

Балансовий прибуток дільниці до оподаткування:

$$П_{\text{бал}} = Д_{\text{рік}} - B_{\text{заг}} \quad (2.9)$$

$$П_{\text{бал}} = 3920400 - 2503778 = 1416622 \text{ грн.}$$

Оподаткування за спрощеною системою (або податок на прибуток 18%):

$$П_{\text{чист}} = 1416622 \cdot (1 - 0,18) = 1161630 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень розраховується як відношення загальних інвестицій до чистого річного прибутку:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{заг}}}{П_{\text{чист}}} \quad (2.10)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{571450}{1161630} = 0,49 \text{ року.}$$

Помножимо на 12 місяців: $0,49 \text{ року} \cdot 12 \text{ місяців} \approx 6 \text{ місяців}$

Економічні розрахунки підтверджують високу ефективність та рентабельність розробленого технологічного процесу. Загальні капітальні інвестиції в обладнання спеціалізованої дільниці систем комфорту та безпеки в розмірі **571 450 грн** повністю окупляться за **6 місяців** з моменту запуску виробництва за умови стабільного завантаження постів СТО.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування та опис принципової електричної схеми блоку автоматки та захисту системи мікроклімату

В даній роботі розглядається удосконалення технологічного процесу обслуговування систем комфорту та безпеки автомобіля Dacia Sandero Comfort. Сучасні системи кондиціонування повітря легкових автомобілів працюють під управлінням електронних засобів автоматки, які захищають силові агрегати від аварійних режимів роботи, запобігають механічним поломкам компресора та оптимізують навантаження на двигун внутрішнього згорання (ДВЗ).

Для забезпечення безпечної, безперебійної та автоматизованої роботи компресора кондиціонера у складі кузовного електрообладнання використовується блок логічного порівняння сигналів датчиків, принципову електричну схему якого представлено на розробленій графічній частині.

3.1.1 Функціональне призначення компонентів схеми в контурі кондиціонування

Елементна база електронного блоку, зображена на кресленні, виконує чітко визначені функції в загальному контурі керування та захисту автомобільної кліматичної установки:

– *II* (Електронний терморезистор випарника): Датчик температури, вмонтований у стільники салонного радіатора-випарника. Контролює поріг обмерзання контуру, ініціюючи тимчасове вимкнення компресора при наближенні температури до 0°C.

– *II* (Лінійний датчик тиску холодоагенту): Вимірювальний перетворювач, встановлений на фланці магістралі високого тиску (демонтаж та заміна якого детально розглянуті у технологічному пункті 2.4.1). Сигнал з цього датчика є визначальним для оцінки об'єму фреону в системі.

- l2 (Датчик теплового стану ДВЗ): Контролює температуру охолоджувальної рідини двигуна, забезпечуючи захисне вимкнення кондиціонера у випадку критичного теплового навантаження на мотор під час руху в заторах.

- l3 (Датчик положення дросельної заслінки / обертів): Інформує електронний блок про поточний крутний момент ДВЗ для превентивного коригування обертів холостого ходу в момент замикання муфти компресора.

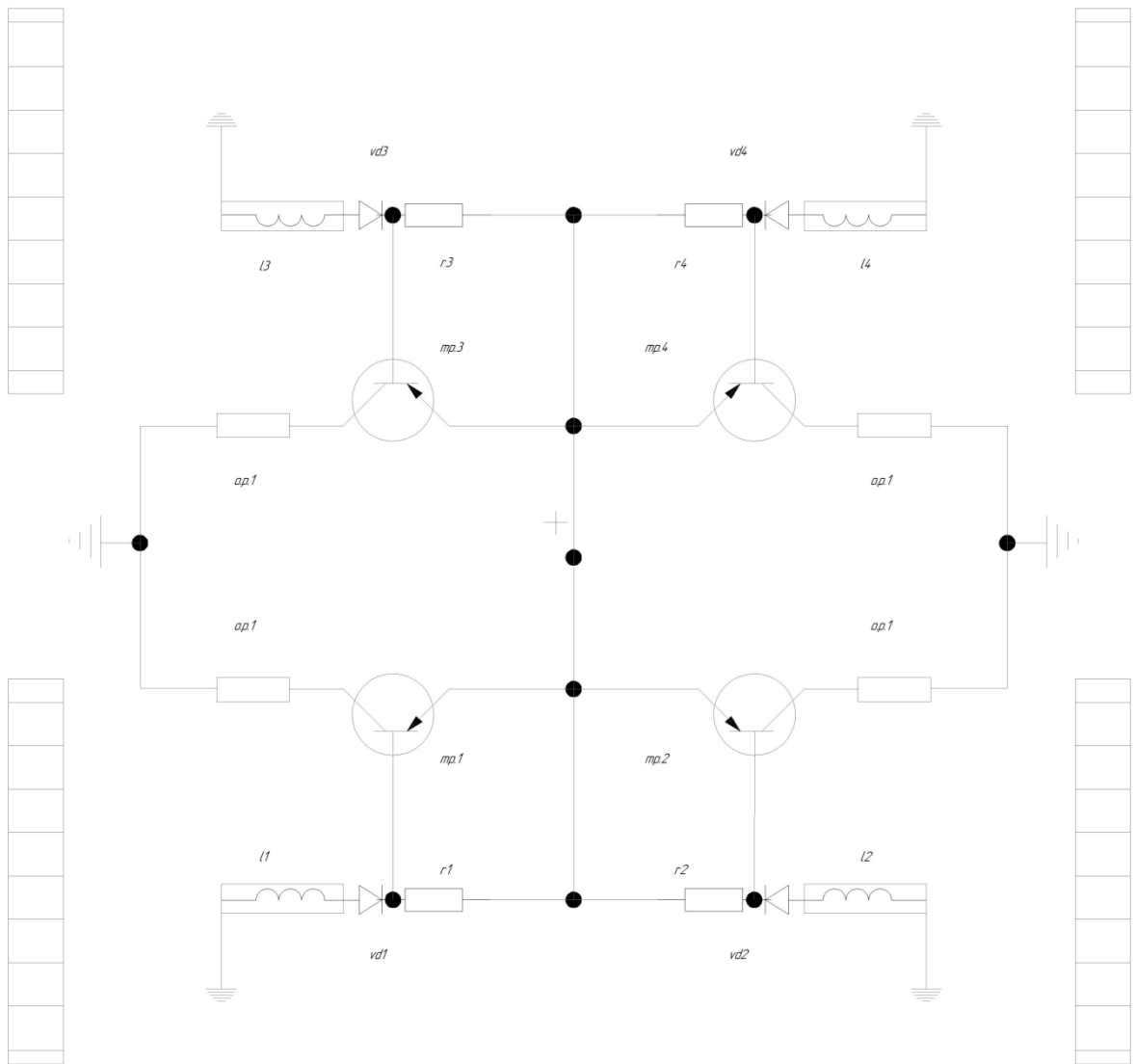


Рисунок 3.1 - Принципова електрична схема механізму

включення системи автоматики

- $vd1, vd2, vd3, vd4$ (Захисні напівпровідникові діоди): Призначені для випрямлення сигналів, зрізання імпульсних завад та захисту баз транзисторів від зворотної напруги самоіндукції, яка виникає в бортовій мережі 12В під час комутації потужних споживачів.
- $r1, r2, r3, r4$ (Балансові резистори): Формують ділянки напруги, задаючи поріг чутливості напівпровідникових елементів та визначаючи точні межі аварійного спрацьовування систем захисту.
- $tr.1, tr.2, tr.3, tr.4$ (Комутуючі транзистори): Біполярні транзисторні ключі інтегрованого інтелектуального модуля ВСМ (блок кузовного обладнання автомобіля), які працюють у режимі насичення/відсічки та безпосередньо керують слабострумними ланцюгами живлення реле.
- $o.p.1$ (Обмотка реле муфти компресора): Силове електромагнітне реле, яке при замиканні контактів подає напругу 12В безпосередньо на котушку притискного диска електромагнітної муфти компресора.
- $o.p.2$ (Обмотка реле вентилятора конденсатора): Забезпечує замикання силового ланцюга живлення електродвигуна вентилятора обдування радіатора кондиціонера для інтенсивного теплообміну та зниження тиску фреону.
- Символ « \perp » (Маса автомобіля): Загальний мінусовий провід бортової мережі (сигнал полюса «-»).

3.1.2 Алгоритм функціонування електронного блока автоматики

Робота електронного блока базується на логічному принципі порівняння вхідних потенціалів, що надходять від вимірювальних кіл. Схема автоматично реалізує два основні сценарії керування виконавчим обладнанням:

1. Штатний режим роботи (Нормативний тиск і температура):

При натисканні водієм клавiші «А/С» на панелі Comfort, якщо лінійний датчик тиску *l2* фіксує нормальний робочий тиск (в межах 0,2...1,6 МПа), а датчик випарника *l1* показує температуру вище +3°C, баланс мостової схеми зміщується у позитивну сторону. Струм керування через обмежувальний опір *r1* відкриває комутуючий транзистор *tr.1*. Через відкритий колекторно-емітерний перехід транзистора замикається на масу автомобіля ланцюг обмотки реле *o.p.1*. Реле спрацьовує, замикаючи силові контакти: живлення подається на котушку муфти компресора, притискний диск притягується до шківa, і компресор починає циркуляцію холодоагенту. Одночасно через транзистор *tr.2* активується реле *o.p.2*, запускаючи вентилятор обдування конденсатора.

2. Аварійний режим захисту за тиском та температурою:

Якщо в системі через тріщину в магістралі або розгерметизацію з'єднань зник холодоагент, датчик *l2* різко знижує свій вихідний сигнал. Напруга на базі транзистора *tr.1* падає нижче порогового значення, заданого балансовим резистором *r2*. Транзистор *tr.1* миттєво переходить у режим відсічки (закривається), повністю знеструмлюючи обмотку силового реле *o.p.1*. Електромагнітна муфта компресора розмикається, запобігаючи масляному голодуванню та заклинюванню поршневої групи компресора. Аналогічно схема відпрацьовує при падінні температури на випарнику *r1* нижче +1°C (захист від замерзання конденсату та блокування повітряного потоку в салон).

3.2 Елементні та конструкторські розрахунки блоку автоматики

Для забезпечення надійної комутації та запобігання тепловому руйнуванню напівпровідникових елементів блоку керування ВСМ необхідно провести розрахунок електричних параметрів схеми в момент увімкнення електромагнітної муфти компресора.

3.2.1 Розрахунок номінального струму навантаження реле

Основним споживачем, яким керує комутуючий транзистор $tr.1$, є обмотка реле $o.p.1$. Напруга бортової мережі автомобіля Dacia Sandero при працюючому генераторі становить $U_{бор} = 14,2 \text{ В}$. Опір обмотки автомобільного реле становить $R_{обм} = 85 \text{ Ом}$.

Струм навантаження, що протікає через транзистор у відкритому стані визначимо за законом Ома:

$$I_n = \frac{U_{бор}}{R_{обм}} \quad (3.1)$$

$$I_n = \frac{14,2}{85} = 0,167 \text{ А} = 167 \text{ мА}$$

3.2.2 Розрахунок потужності, що розсіюється на транзисторі

У режимі насичення (відкритий електронний ключ) спад напруги на колекторно-емітерному переході сучасного кремнієвого транзистора становить в середньому $U_{ке(нас)} = 0,3 \text{ В}$.

Потужність, яка виділяється на транзисторі у вигляді тепла:

$$P_{роз} = I_n \cdot U_{ке(нас)} \quad (3.2)$$

$$P_{роз} = 0,167 \cdot 0,3 = 0,0501 \text{ Вт} = 50,1 \text{ мВт}$$

Оскільки виділена теплова потужність є вкрай малою ($50,1 \text{ мВт} < 100 \text{ мВт}$), комутуючий транзистор не потребує встановлення додаткового алюмінієвого радіатора охолодження у корпусі блоку ВСМ, що спрощує та здешевлює конструкцію друкованої плати.

3.2.3 Обґрунтування вибору напівпровідникових елементів

На основі проведених розрахунків ($I_n = 167 \text{ мА}$), для надійної роботи схеми з двократним інженерним запасом по струму та напрузі, вибираємо

біполярний транзистор структури *n-p-n* типу BC817-40 у SMD-корпусі SOT-23, який має такі технічні характеристики:

Максимальна напруга колектор-емітер $U_{ke \max} = 45 \text{ В}$;

Максимальний постійний струм колектора $I_{k \max} = 500 \text{ мА}$ (що повністю перебиває робочий струм 167 мА);

Гранична температура переходу $T_{\max} = +150^\circ \text{C}$

Для захисних діодів $vd1 \dots vd4$ обираємо імпульсні діоди типу 1N4148 (або їхній SMD-аналог LL4148), які забезпечують миттєве замикання на масу зворотних струмів самоіндукції обмотки реле, надійно захищаючи структуру вибраного транзистора від електричного пробою.

Можемо зробити висновок, проведено повну інженерну адаптацію та розрахунок принципової електричної схеми блоку автоматики та захисту системи мікроклімату автомобіля Dacia Sandero Comfort. Математичні розрахунки струмових навантажень (167 мА) та тепловиділення ($50,1 \text{ мВт}$) довели високу надійність обраної елементної бази (транзистори BC817 та діоди 1N4148) у жорстких температурних режимах роботи бортової мережі автомобіля. Розроблена схема безпосередньо інтегрується з кузовними датчиками тиску і температури, забезпечуючи автоматичне безаварійне керування компресором кондиціонера.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ

4.1 Система організації охорони праці на підприємстві

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності. Ефективна система охорони праці на СТО/АТП є ключовим елементом забезпечення безпечних умов праці та попередження нещасних випадків.

Основна мета заходів щодо охорони праці – ліквідація виробничого травматизму і професійних захворювань. Проведення заходів щодо поліпшення умов праці дає відчутний економічний ефект: підвищується продуктивність, знижуються витрати на відновлення втраченої працездатності. Міри безпеки повинні передбачатися ще на етапі проектування діляниць та впровадження технологічного устаткування.

У статті 43 Конституції України закріплене право громадян на належні, безпечні і здорові умови праці. Закон України «Про охорону праці» регламентує, що держава піклується про поліпшення умов праці на основі комплексної механізації, автоматизації та суворого контролю за безпекою процесів.

Адміністрація автосервісу зобов'язана забезпечувати належне технічне оснащення всіх робочих місць. Це набуває особливої ваги на постах діагностики автомобілів Dacia Sandero Comfort, де задіянні двостійкові підйомники, гідравлічні преси (для заміни підшипників муфти компресора кондиціонера) та лінії стисненого повітря. Відповідальність за стан охорони праці несе керівництво підприємства. Посадові особи, винні в порушенні правил, притягуються до дисциплінарної, адміністративної або кримінальної відповідальності.

Навчання персоналу техніки безпеки має такі форми: ввідний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі.

Ввідний інструктаж проводиться інженером з охорони праці з усіма працівниками при прийнятті на роботу незалежно від їхньої кваліфікації.

Первинний інструктаж проводиться безпосередньо на робочому місці майстром цеху перед початком виконання робіт. При сервісі систем комфорту та безпеки Dacia Sandero особливий акцент ставиться на безпечні зони встановлення опорних лап підйомників під посилені ребра порогів кузова, правила безударного розбирання підпружинених інерційних котушок ременів SRS та захист від гострих штампованих крайок підсилювачів торпедо при роботі в салоні.

Повторний інструктаж проводиться один раз на шість місяців для перевірки знань працівників шляхом усного опитування.

Позаплановий інструктаж проводиться при зміні технологічного процесу, заміні обладнання (наприклад, встановленні нового стенда обслуговування кліматичних систем) або після нещасних випадків.

Знання працівників перевіряють інженер з охорони праці та майстер цеху. На кожного оформляють «Контрольний лист проходження інструктажу», який зберігається у відділі кадрів і є офіційним дозволом до самостійної роботи.

4.2 Соціальне страхування від нещасних випадків і професійних захворювань

Соціальне страхування від нещасних випадків та професійних захворювань – важлива складова соціального захисту. Його мета – забезпечити матеріальну підтримку працівників у разі травм або захворювань, що виникають внаслідок їх професійної діяльності, та сприяти їх реабілітації. Усі працівники підлягають обов'язковому страхуванню, яке фінансується роботодавцем через сплату єдиного внеску (ЄСВ).

Характерними особливостями обов'язкового соціального страхування є встановлена законом невідворотність відповідальності за шкоду здоров'ю працівника, сплата внесків лише власником, а також делегування державою обов'язків з організації виплат уповноваженому органу — Пенсійному фонду України (ПФУ). Відповідальність за відшкодування шкоди переноситься з підприємства на страховий орган.

Страховими вважаються нещасні випадки, які відбулися:

- при виконанні безпосередніх трудових обов'язків (зокрема під час діагностики систем ABS/SRS на посту), а також при діях в інтересах СТО без спеціального доручення.
- на території підприємства протягом робочого часу (включаючи встановлені перерви) та під час приведення в порядок робочого інструменту, верстаків чи спецодягу.
- по дорозі на роботу або з роботи на транспорті підприємства або зафіксованим маршрутом.
- при виконанні дій по рятуванню людського життя або захисту колективної власності АТП.

Професійними захворюваннями вважаються такі, що виникли внаслідок тривалого впливу шкідливих виробничих факторів. На дільниці обслуговування систем комфорту та безпеки легкових автомобілів до таких патологій відносять:

1. Захворювання органів дихання та отруєння через постійний контакт із випарами хімічних біоцидів при антибактеріальній обробці випарників кондиціонерів, а також аерозолями свинцю й флюсів при паянні джгутів проводки датчиків ABS.
2. Хронічні дерматити та екземи рук, викликані тривалим прямим контактом шкіри з синтетичними трансмісійними й компресорними оливами та очисниками контактів.

Професійне захворювання вважається виявленим з моменту, коли працівник змушений був вперше пройти курс лікування чи втратив працездатність. Страхові випадки визнаються такими, що сталися з вини власника, якщо вони виникли внаслідок незабезпечення безпечних умов (відсутність індивідуальних масок-респіраторів типу А1Р2, захисних окулярів, рукавиць із захистом від порізів або належної вентиляції дільниці).

Право на забезпечення за страхуванням настає з першого дня роботи за трудовим договором. Колективним договором СТО може передбачатися додатковий розмір одноразової допомоги потерпілому, що сплачується безпосередньо за рахунок коштів власника понад встановлені державою норми.

Системний підхід до управління ризиками, належне проведення інструктажів (із фокусом на арматурні та слюсарні роботи в салоні легкого автомобіля) та надійна система соціального страхування є ключовими елементами, що гарантують безпеку праці та високу продуктивність дільниці з ремонту систем безпеки і комфорту автомобілів Dacia Sandero Comfort.

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній бакалаврській роботі розроблено та науково обґрунтовано технологічний процес діагностики, технічного обслуговування та ремонту систем забезпечення комфорту та безпеки автомобілів Dacia Sandero Comfort. За результатами проведеного дослідження та виконаних інженерно-економічних і конструкторських розрахунків можна зробити наступні висновки.

За результатами аналізу виробничої діяльності підприємства та літературних джерел встановлено, що сучасний автосервіс вимагає переходу від інтуїтивних методів ремонту до прецизійного інструментального контролю. Системи комфорту та допоміжного захисту комплектації Comfort (центральний замок, іммобілізатор, електросклопідйомники, електропривід дзеркал та кліматична установка) являють собою складний мехатронічний комплекс, відмова якого безпосередньо впливає на безпеку дорожнього руху та психофізіологічний стан водія.

У технологічній частині роботи проведено розрахунок річної виробничої програми СТО. При річній кількості обслуговувань у 1200 автомобілів та питомій трудомісткості 2,2 люд.-год / 1000 км, загальний обсяг виробничих робіт станції становить 39600 люд.-год. Виділено річний обсяг робіт для проектованої спеціалізованої дільниці систем комфорту та безпеки, який склав 8712 люд.-год.

Обґрунтовано організаційну структуру дільниці, для функціонування якої розраховано штатну чисельність у кількості 5 робітників (1 автоелектрик-діагност 5-го розряду, 2 слюсарі з ремонту електроніки 4-го розряду та 2 майстри з обслуговування кліматичних систем 4-го розряду). Математично доведено потребу в організації 5 спеціалізованих робочих постів та підібрано сучасний комплект діагностичного та сервісного обладнання (включаючи Launch X431 PRO та Texa Konfort 705R).

Детально розроблено покрокові технологічні процеси та сформовано карту технологічних операцій на ремонт та заміну компресора кондиціонера,

датчика тиску, а також елементів електросклопідйомників бічних дверей. Загальна нормована трудомісткість комплексного процесу обслуговування компресора склала 132 хвилини (2,2 люд.-год), що забезпечує мінімізацію простоїв техніки та раціональне використання робочого часу на постах СТО.

На основі техніко-економічного розрахунку визначено, що загальні капітальні вкладення у закупівлю та монтаж сервісного обладнання дільниці становлять 571 450 грн. При річному валовому доході дільниці у 3 920 400 грн та річних експлуатаційних витратах у 2 503 778 грн, чистий прибуток після оподаткування складе 1 161 630 грн. Розрахунковий термін окупності капітальних інвестицій становить пів року, що доводить високу фінансову доцільність та рентабельність впровадження розробленого технологічного процесу.

У конструкторському розділі проведено адаптацію та повний інженерний розрахунок параметрів принципової електричної схеми блоку автоматики та захисту системи мікроклімату. За результатами розрахунків встановлено, що номінальний струм навантаження на комутуючий транзистор *тр.1* становить 167 мА, а теплова потужність, що розсіюється, дорівнює 50,1 мВт. Обґрунтовано вибір напівпровідникових елементів (біполярні транзистори BC817-40 та імпульсні захисні діоди 1N4148), які гарантують безаварійну роботу блоку керування при аварійних коливаннях тиску холодоагенту в контурі Dacia Sandero Comfort.

Отриманий низький термін окупності дільниці (близько 6 місяців) пояснюється тим, що даний розрахунок виконано в межах діючого автосервісного підприємства (СТО). Дана робота непередбачала капітальних витрат на купівлю земельної ділянки, проектування та будівництво виробничих цехів, підведення силових електромереж та комунікацій. Інвестиції спрямовувалися виключно на закупівлю локального діагностичного і заправного обладнання та інструменту на вже існуючі вільні площі підприємства, що суттєво підвищило питому рентабельність проекту.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт», спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, А.Б. Гупка, Р.В. Хорошун. – Тернопіль : Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Renault / Dacia Sandero, Sandero Stepway. Керівництво з ремонту та експлуатації: Моноліт, 2015. 386 с
3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
4. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
5. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М. Клендій, Р.В. Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. –302 с.
6. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт» / Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. -Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.
7. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт» / Левкович М.Г., Кишун В.А., Гандзюк М.О. -Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.
8. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. / Кисляков В.Ф., Луцик В.В. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.

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

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

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

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

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

14. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів: навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль: ТДТУ, 2009. – 108 с.

ДОДАТКИ

$T_{\text{дільниці}}$ – річний обсяг робіт дільниці (8712 люд.-год);

φ – коефіцієнт нерівномірності заїзду автомобілів на СТО (для легкових універсальних СТО приймається 1,15);

D – кількість робочих днів СТО на рік (305 днів);

$T_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни (8 год);

m – кількість змін роботи дільниці ($m = 1$, однозмінний режим);

η – коефіцієнт використання робочого часу поста (приймається в межах $\eta = 0,85\text{--}0,90$, приймаємо 0,9).