

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 гальмівної системи  
автомобілів Dacia Sandero Expression

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

(шифр і назва спеціальності)

Ростислав ШАРКЕВИЧ  
(підпис)

Керівник Любомир СЛОБОДЯН  
(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 Шаркевич Ростиславу Ігоровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту гальмівної системи автомобілів Dacia Sandero Expression

Керівник роботи Слободян Любомир Михайлович, 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

Expression, базовий ТП технічного обслуговування та ремонту гальмівної системи

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)

Схема організації виробництва – 1 аркуш формату А1. Конструктивні особливості гальмівної системи Dacia Sandero – 1 аркуш формату А1.

Будова основних вузлів гідравлічного привода – 1 аркуш формату А1.

Діагностика несправностей та електронної частини ABS/ESP – 2 аркуш формату А1. Технологія обслуговування колісних механізмів – 1 аркуш формату А1.

Пневматичний пристрій для заміни гальмівної рідини та прокачування гідроприводу під тиском – 1 аркуш формату А1.



## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:  
«Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного  
обслуговування та ремонту гальмівної системи  
автомобілів Dacia Sandero Expression»  
студента групи МАс-42 ТНТУ імені Івана Пулюя  
Ростислава ШАРКЕВИЧА.

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

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки: 51 арк.  
формату А4, графічної частини: 7 аркушів формату А1 та додатків.

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

В першому розділі наведено технічну характеристику комбінованої  
гальмівної системи автомобіля Dacia Sandero Expression (з інтегрованою  
системою динамічної стабілізації Bosch ESP 9.3). Здійснено аналіз  
виробничої діяльності сервісного підприємства, а також систематизовано  
основні ознаки, причини несправностей та методи усунення дефектів  
гідравлічної й електронної частин гальмівної системи.

В технологічному розділі розраховано річну виробничу програму  
дільниці (5936 люд.-год/рік), необхідну чисельність виробничого персоналу  
та кількість спеціалізованих робочих постів. Розроблено та детально описано  
технологічний процес діагностики і ТО гальм. Складено технологічні карти  
на комп'ютерну діагностику систем ABS/ESP та регламентне обслуговування  
передніх дискових і задніх барабанних механізмів.

В конструкторському розділі описано проблему неефективності класичного ручного методу прокачування гальм для систем з гідромодуляторами ESP. Запропоновано та розраховано на міцність конструкцію модернізованого мобільного пневматичного пристрою для заміни гальмівної рідини під тиском (з ізольованою мірною ємністю, що запобігає обводненню рідини). Проведено техніко-економічний розрахунок впровадження проекту на СТО, який підтвердив його високу фінансову доцільність та рентабельність самостійного виготовлення установки (термін окупності становить 6 місяців).

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

# ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Аналіз діяльності підприємства.....	9
1.2 Аналіз роботи та будови елементів гальмівної системи.....	11
1.3 Конструктивні особливості гальмівної системи автомобіля Dacia Sandero Expression.....	13
1.4 Основні ознаки, причини несправностей гальмівної системи автомобіля Dacia Sandero Expression та методи їх усунення.....	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Формування річної виробничої програми технічного обслуговування.....	22
2.2 Визначення необхідної чисельності персоналу.....	23
2.3 Обґрунтування кількості робочих місць та постів.....	25
2.4 Розроблення технології діагностування та обслуговування гальмівної Системи.....	26
2.4.1 Технологічна карта діагностики електронної частини гальм (датчики швидкості коліс, блок ABS/ESP).....	26
2.5 Технологія обслуговування комбінованих гальмівних систем (дискові передні / барабанні задні).....	27
2.6 Техніко-економічне обґрунтування впровадження нового технологічного процесу .....	29
2.7 Оцінка ефективності технологічного процесу.....	32

3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1	Обґрунтування необхідності розробки (модернізації) пристосування....	33
3.2	Опис будови та принципу роботи пристосування.....	34
3.3	Обґрунтування внесених конструктивних змін (модернізації).....	36
3.4	Інженерні розрахунки конструктивних елементів пристосування.....	37
3.5	Техніко-економічний розрахунок виготовлення пристосування.....	38
4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
4.1	Аналіз умов праці та небезпечних виробничих факторів на ділянці ремонту гальмівних систем.....	41
4.2	Вимоги безпеки під час обслуговування гальмівних систем Dacia Sandero.....	42
4.3	Безпека експлуатації розробленого мобільного пневматичного пристрою.....	44
4.4	Пожежна безпека та охорона навколишнього середовища на підприємстві .....	45
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	48
	БІБЛІОГРАФІЯ.....	50
	ДОДАТКИ	

## ВСТУП

Розвиток сучасної автомобільної індустрії характеризується постійним прагненням до підвищення рівня безпеки та надійності транспортних засобів. У структурі конструкції автомобіля гальмівна система займає особливе місце, оскільки вона безпосередньо відповідає за збереження життя та здоров'я учасників дорожнього руху. Зі зростанням щільності транспортних потоків у містах та підвищенням динамічних характеристик легкових автомобілів, вимоги до ефективності сповільнення та стабільності роботи гальмівних механізмів стають дедалі жорсткішими.

На сьогоднішній день сегмент доступних та функціональних легкових автомобілів, яскравим представником якого є Dacia Sandero у комплектації Expression, вимагає якісно нового підходу до технічного обслуговування. Це зумовлено тим, що сучасні бюджетні автомобілі перестали бути суто механічними пристроями. Використання електронних систем активної безпеки, таких як антиблокувальна система (ABS) з функцією електронного розподілу гальмівних зусиль (EBD), система допомоги при екстремому гальмуванні (EBA) та система курсової стійкості (ESP), робить процес діагностики більш інтелектуальним та складним.

Експлуатація автомобілів у режимі інтенсивного міського трафіку супроводжується значними термічними та механічними навантаженнями на фрикційні пари, що призводить до природного зносу компонентів та необхідності регулярного контролю технічного стану. Своєчасне виявлення прихованих несправностей гідравлічного привода, оцінка стану гальмівних дисків та барабанів, а також перевірка працездатності електронних компонентів є основою безаварійної експлуатації.

# 1 ЗАГАЛЬНО–ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Аналіз діяльності підприємства

Об'єктом дослідження у даній роботі обрано станцію технічного обслуговування (СТО), що спеціалізується на наданні послуг з діагностики, технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів малого та середнього класу, зокрема марки Dacia. Підприємство є суб'єктом господарювання, діяльність якого спрямована на підтримання транспортних засобів у належному технічному стані та забезпечення їх відповідності стандартам безпеки.

Функціонує СТО як універсальна сервісна станція, що має у своєму складі спеціалізовані дільниці: слюсарну, діагностичну, агрегатну та дільницю з ремонту ходової частини та гальмівних систем. Спеціалізація на автомобілях марки Dacia (зокрема моделі Sandero) обумовлена високою популярністю цієї марки в регіоні та необхідністю професійного підходу до обслуговування їхніх електронних систем. Управління підприємством здійснюється за лінійно-функціональною структурою, яка забезпечує чіткий розподіл обов'язків та оперативність прийняття рішень.



Рисунок 1.1 – Структурно-логічна схема управління сервісним підприємством

Станція обладнана сучасними постами, що включають двостійкові підйомники вантажопідйомністю до 3,5-4,0 т, що є оптимальним для роботи з легковим транспортом. Для виконання робіт з гальмівними системами на підприємстві функціонує пост діагностики, оснащений роторним (роликівим) гальмівним стендом, а також комп'ютерним діагностичним обладнанням (сканерами рівня Renault CLIP або мультимарковими аналогами) для зчитування кодів помилок (DTC) з блоків ABS/ESP.

Основними видами діяльності підприємства є:

1. Регламентне технічне обслуговування (ТО-1, ТО-2) згідно з технологічними картами виробника.
2. Комп'ютерна діагностика та інструментальний контроль систем активної безпеки.

3. Поточний ремонт гальмівних механізмів, рульового управління та підвіски.

4. Заміна робочих рідин, фрикційних елементів та витратних матеріалів.

Аналіз господарської діяльності за останній звітний період показує, що близько 25-30% від загального обсягу замовлень припадає саме на обслуговування гальмівної системи та ходової частини. Це підтверджує актуальність розроблення більш досконалого технологічного процесу саме для цих вузлів, що дозволить підвищити пропускну здатність постів та знизити собівартість послуг. Незважаючи на стабільні показники, на підприємстві існує гостра потреба в модернізації малої механізації та впровадженні спеціалізованих пристроїв під тиском для прокачування гальмівних систем з електронним керуванням (де вимагається витіснення повітря з гідромодулятора ABS/ESP), що і буде розглянуто в наступних розділах роботи.

## **1.2 Аналіз роботи та будови елементів гальмівної системи**

Гальмівна система автомобіля Dacia Sandero комплектації Expression розроблена з урахуванням сучасних вимог Правил ЄЕК ООН № 13-Н щодо активної безпеки та стабільності руху. Вона складається з робочої та стоянкової гальмівних систем.

Робоча гальмівна система має гідравлічний привід, побудований за двоконтурною діагональною схемою (X-подібний розподіл: ліве переднє – праве заднє колесо та праве переднє – ліве заднє колесо). Це забезпечує збереження ефективності гальмування не менше ніж на 50% у разі розгерметизації одного з контурів.

До складу робочої системи входять:

- Педальний вузол із датчиком положення педалі гальма.
- Вакуумний підсилювач гальм (діаметром 9 дюймів).
- Головний гальмівний циліндр (ГГЦ) двосекційного типу «тандем».

- Комбінований гідроелектронний блок (гідромодулятор) систем активної безпеки ABS/EBD/EBA/ESP.

- Гальмівні трубопроводи та армовані гнучкі шланги.

- Колісні гальмівні механізми (передні – дискові вентильовані, задні – барабанні).

Передні гальмівні механізми – дискові, з вентильованими дисками (діаметр 258-280мм залежно від модифікації двигуна). Використання вентильованих дисків дозволяє ефективно відводити тепло при інтенсивних гальмуваннях, запобігаючи ефекту *fading* (термічному зниженню коефіцієнта тертя фрикційних накладок). Супорти – однопоршневі, з плаваючою скобою типу FS.

Задні гальмівні механізми – барабанного типу (внутрішній діаметр барабана 203 мм) з автоматичним механізмом регулювання зазору між колодками та барабаном. Таке рішення є базовим для автомобілів сучасної платформи Alliance CMF-B LS, оскільки воно забезпечує високу надійність, тривалий ресурс фрикційних накладок та повний захист механізму від бруду, вологи та дорожніх реагентів.

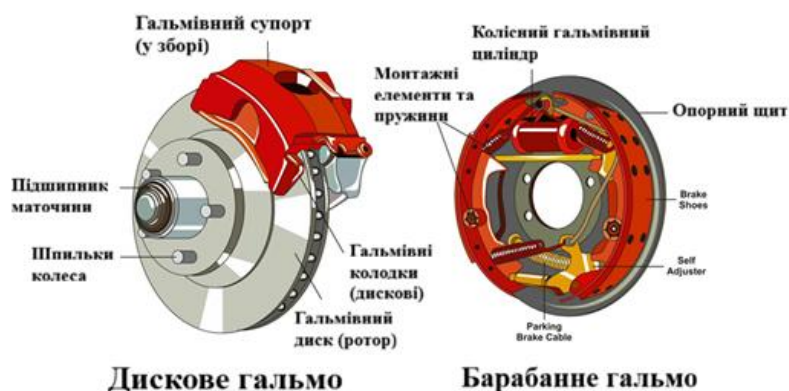


Рисунок 1.2 - Конструктивні елементи дискового переднього та барабанного заднього гальмівних механізмів автомобіля платформи CMF-B

Комплектація Expression стандартно оснащується інтегрованою електронною системою керування гальмами Bosch ESP 9.3 (або аналогічною), яка об'єднує в собі:

1. ABS (Antilock Braking System) – запобігає блокуванню коліс при екстремому гальмуванні, зберігаючи керуваність автомобіля.
2. EBD (Electronic Brakeforce Distribution) – здійснює електронний розподіл гальмівних зусиль між передньою та задньою осями в режимі реального часу, повністю замінюючи застарілі механічні регулятори тиску.
3. EBA / AFU (Emergency Brake Assist) – система допомоги при екстремому гальмуванні, що розпізнає швидкість натискання на педаль і миттєво піднімає тиск у системі до максимального за допомогою гідронасоса ESP.
4. HSA (Hill Start Assist) – система допомоги під час рушання на підйомі, яка утримує тиск у гальмівних контурах протягом 2-3секунд після відпускання педалі гальма, запобігаючи скочуванню автомобіля.

Стоянкова гальмівна система має класичний механічний (тросовий) привід на задні колісні механізми. Важіль керування розташований у центральній консолі салону та обладнаний механізмом компенсації розтягування тросів.

### **1.3 Конструктивні особливості гальмівної системи автомобіля Dacia Sandero Expression**

Головною інженерною особливістю автомобіля Dacia Sandero у комплектації Expression є повна інтеграція гідравлічного привода з електронним модулем динамічної стабілізації. Завдяки цьому конструкція позбавлена будь-яких механічних клапанів регулювання тиску, а розподіл енергії гальмування здійснюється за допомогою швидкісних соленоїдних клапанів гідромодулятора на основі сигналів від датчиків швидкості коліс,

датчика кута повороту керма та датчика лінійного/кутового прискорення кузова.

Гальмівний механізм переднього колеса (рис. 1.3) складається з диска та супорта з плаваючою скобою. Рухома скоба утворена супортом з однопоршневим робочим циліндром. Напрямна колодок прикріплена болтами до поворотного кулака. Рухома скоба з'єднана болтами з напрямними пальцями, встановленими в отвори напрямної колодок. Напрямні пальці змащені спеціальним термостійким синтетичним мастилом (на безсиліконовій або полігліколевій основі) і захищені гумовими пильовиками. У порожнині колісного циліндра встановлено поршень з ущільнювальним кільцем прямокутного перерізу. Завдяки пружній деформації цього кільця підтримується оптимальний робочий зазор між колодками та диском. При розгальмовуванні кільце повертає поршень у вихідне положення.

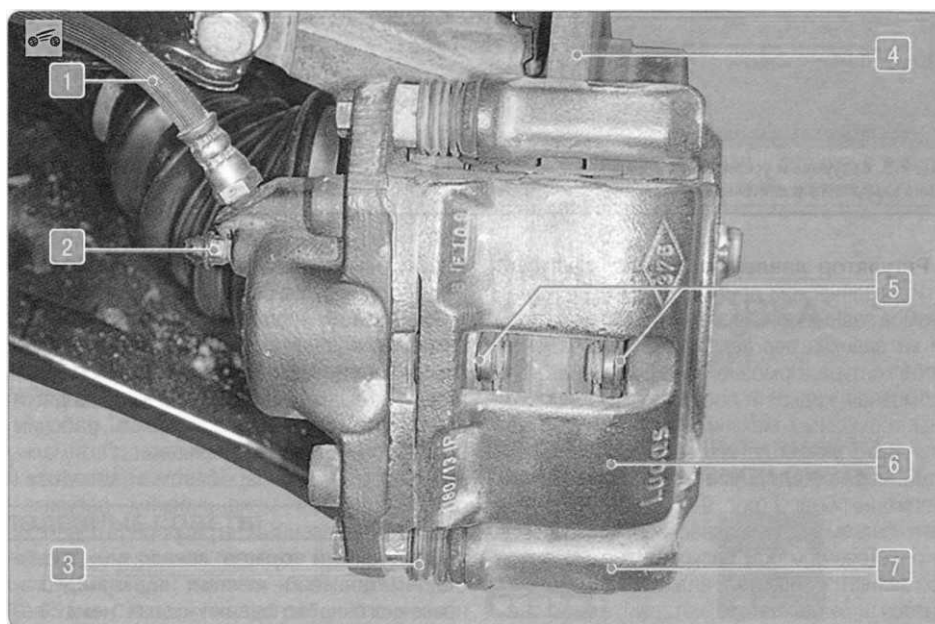


Рисунок 1.3 – Гальмівний механізм переднього колеса: 1 – гальмівний шланг; 2 – клапан випуску повітря (штуцер прокачування); 3 – чохол напрямного пальця; 4 – гальмівний диск; 5 – гальмівні колодки; 6 – супорт гальмівного механізму; 7 – напрямна колодок

Головний гальмівний циліндр (ГГЦ) типу «тандем» (рис. 1.4) закріплений на корпусі вакуумного підсилювача. На ГГЦ встановлено пластиковий бачок, який має внутрішні перегородки для ізоляції контурів у разі витоку рідини. У кришці бачка змонтовано магнітний поплавковий датчик рівня гальмівної рідини. Для забезпечення коректної роботи мікроклапанів системи ESP у широкому діапазоні температур, у системі використовується виключно низьков'язка робоча рідина класу DOT 4 класу 6 (Low Viscosity).

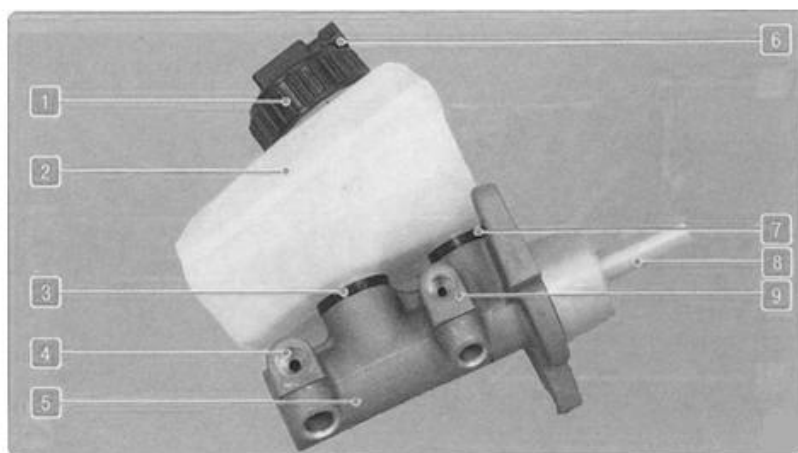


Рисунок 1.4 – Головний гальмівний циліндр із бачком: 1 – пробка бачка; 2 – бачок ГГЦ; 3, 7 – з'єднувальні втулки; 4, 9 – вихідні отвори до блоку ABS/ESP; 5 – корпус ГГЦ; 6 – електричний роз'єм датчика рівня; 8 – штовхач

Вакуумний підсилювач гальм (рис. 1.5) використовує розрідження, що створюється у впускному колекторі двигуна (або за допомогою додаткового вакуумного насоса на турбованих модифікаціях TSe). Він суттєво знижує зусилля на педалі, забезпечуючи при цьому чіткий зворотний зв'язок.

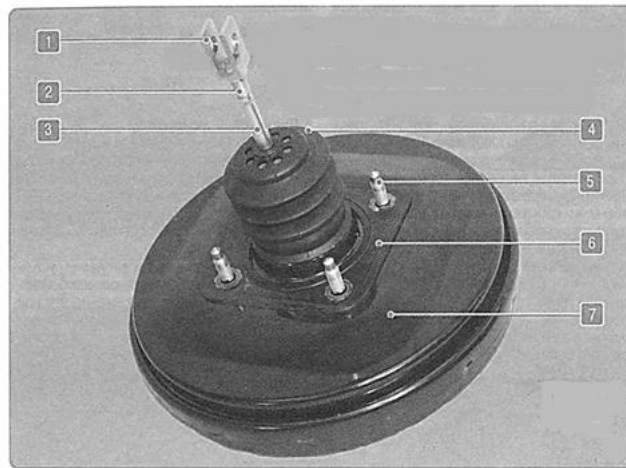


Рисунок 1.5 – Вакуумний підсилювач гальм: 1 – вилка штовхача; 2 – контргайка; 3 – штовхач; 4 – захисний кожух; 5 – шпилька кріплення до щитка передка; 6 – ущільнювальна прокладка; 7 – корпус підсилювача

Гальмівний механізм заднього колеса (Рисунок 1.6) – барабанний. Колодки розтискаються двопоршневим колісним циліндром. Особливістю конструкції є наявність механічного регулятора зазорів (розпірної планки з храповим механізмом). При зношуванні фрикційних накладок та збільшенні ходу колодок, важіль регулятора пересуває храпову гайку на один зубець, збільшуючи довжину розпірної планки та автоматично підтримуючи мінімальний зазор між колодкою та барабаном.

Електронна частина системи керування гальмами базується на активних датчиках частоти обертання коліс (що працюють на основі ефекту Холла). Вони зчитують магнітні мітки, інтегровані в підшипники передніх маточин та в магнітні кільця задніх барабанів. Гідроелектронний блок (модулятор) містить 12 електромагнітних клапанів (впускні та випускні для кожного з 4-х коліс, а також клапани високого тиску та перемикаючі клапани для генерації тиску насосом ESP без участі водія). При виявленні загрози заносу чи знесення автомобіля, система ESP здатна вибірково пригальмовувати окремі колеса, вирівнюючи траєкторію руху автомобіля.

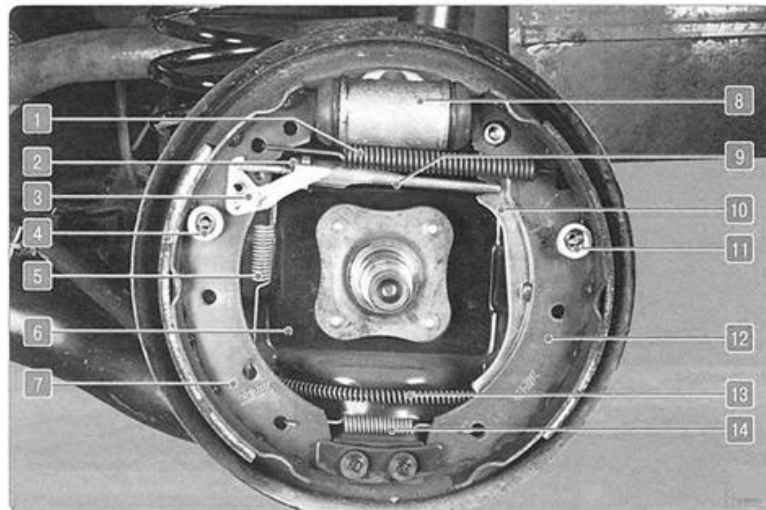


Рисунок 1.6 – Гальмівний механізм заднього колеса: 1 – верхня стяжна пружина; 2 – регулятор зазорів; 3 – важіль регулятора; 4, 11 – опорні стійки («солдатики»); 5 – пружина важеля; 6 – гальмівний щит; 7 – передня колодка; 8 – робочий колісний циліндр; 9 – розпірна планка; 10 – розтискний важіль стоянкового гальма; 12 – задня колодка; 13 – трос стоянкового гальма; 14 – нижня стяжна пружина.

#### **1.4 Основні ознаки, причини несправностей гальмівної системи автомобіля Dacia Sandero Expression та методи їх усунення**

Для розроблення ефективного технологічного процесу діагностики та ремонту гальмівної системи автомобіля Dacia Sandero Expression необхідно детально проаналізувати структурні дефекти, симптоми та причини їх виникнення.

Таблиця 1.1 - Основні ознаки та причини несправностей гальмівної системи автомобіля Dacia Sandero Expression

<b>Ознака несправності</b>	<b>Можлива причина (Технічний стан)</b>	<b>Наслідки для безпеки руху</b>	<b>Метод усунення несправності (Технологічна операція)</b>
<b>Збільшений повний хід педалі гальма («м'яка» педаль або її «провалування»)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наявність повітря в гідравлічному приводі.</li> <li>2. Витік рідини через зношені манжети ГГЦ або колісних циліндрів.</li> <li>3. Термічна деструкція (закипання) рідини через високий вміст вологи.</li> </ol>	Значне збільшення гальмівного шляху, ризик повної відмови робочої гальмівної системи.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Візуальний та інструментальний контроль герметичності з'єднань.</li> <li>2. Заміна пошкоджених елементів (шлангів, циліндрів).</li> <li>3. Інструментальна перевірка якості рідини тестером; заміна робочої рідини під тиском та прокачування контурів із задіянням діагностичного сканера для відкриття клапанів ESP.</li> </ol>
<b>Занадто малий робочий хід педалі (миттєве схоплювання, заклинювання механізмів)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Корозія та заклинювання поршнів у передніх супортах або задніх циліндрах.</li> <li>2. Розбухання</li> </ol>	Постійне пригальмовування коліс, критичний перегрів фрикційних пар, димлення колодок, зниження динаміки та	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Демонтаж гальмівного механізму, дефектовка поршнів і дзеркала циліндрів.</li> <li>2. Заміна</li> </ol>

	<p>гумових манжет через потрапляння в систему нафтопродуктів або невідповідної рідини.</p>	<p>зростання витрати палива.</p>	<p>зношених деталей за допомогою ремкомплекту або повна заміна супорта/циліндра. 3. Промивання гідроприводу чистою гальмівною рідиною класу DOT 4 Class 6 та заміна всіх гумових ущільнювачів.</p>
<p><b>Постійна вібрація педалі та биття на кермі в момент гальмування</b></p>	<p>1. Осьове биття або жолоблення передніх гальмівних дисків через різкий температурний перепад (наприклад, потрапляння води на гарячий диск). 2. Нерівномірний знос робочих поверхонь диска.</p>	<p>Зниження ефективності сповільнення, прискорене руйнування підшипників маточини, рульових тяг та елементів підвіски.</p>	<p>1. Вимірювання осьового биття диска мікрометром годинникового типу на стійці (допуск 0,05мм). 2. Вимірювання залишкової товщини диска штангенциркулем або мікрометром (мінімально допустима – 19,8 мм для вентильованих дисків). 3. Заміна гальмівних дисків виключно парами на одній осі з обов'язковим</p>

			встановленням нових колодок.
<b>Відведення автомобіля вбік від прямолінійної траєкторії при гальмуванні</b>	<p>1. Закисання або механічне пошкодження напрямних пальців супорта з одного боку.</p> <p>2. Замаслювання фрикційних накладок колодок (через витік мастила маточини чи гальмівної рідини).</p> <p>3. Засмічення або пошкодження трубопроводу одного з контурів.</p>	Небезпека миттєвого розвороту чи заносу автомобіля, втрата курсової стійкості, особливо на слизькому покритті.	<p>1. Демонтаж напрямних пальців, очищення від корозії, перевірка на кривизну.</p> <p>2. Заміна пальців та їхніх захисних гумових пильовиків; змащування спеціальним синтетичним полігліколевим мастилом.</p> <p>3. Знежирення дисків спеціальним очисником; заміна замаслених колодок комплектом.</p>
<b>Характерний скрип, писк або металевий скрегіт під час зупинки</b>	<p>1. Граничний знос фрикційного матеріалу колодок (робота акустичного індикатора зносу).</p> <p>2. Потрапляння дрібного каміння або абразивного дорожнього</p>	Інтенсивне руйнування та утворення глибоких задирів (рисок) на робочих поверхнях гальмівних дисків або барабанів.	<p>1. Перевірка залишкової товщини фрикційного шару (мінімальний допуск – 2,0мм без урахування основи).</p> <p>2. Очищення механізмів від бруду та продуктів зносу</p>

	<p>бруду в робочу зону.</p> <p>3. Відсутність спеціальної протискрипної пасти на тильних поверхнях колодок.</p>		<p>щіткою та стисненим повітрям.</p> <p>3. Заміна гальмівних колодок комплектом; нанесення термостійкої протискрипної пасти на торці та тильну сторону колодок (у місцях контакту з поршнем та скобою).</p>
<p><b>Електронний індикатор ABS/ESP постійно світиться на панелі приладів</b></p>	<p>1. Обрив або коротке замикання в колі колісного датчика швидкості (датчика Холла).</p> <p>2. Налипання металевої стружки або бруду на магнітне роторне кільце підшипника чи барабана.</p> <p>3. Внутрішня несправність (збій) електронного блока</p>	<p>Вимкнення систем активної безпеки (ABS, EBD, ESP). Гальма працюють у звичайному гідравлічному режимі; високий ризик заносу задньої осі при екстрених гальмуваннях або маневрах.</p>	<p>1. Підключення діагностичного сканера (Renault CLIP), зчитування та аналіз кодів помилок (DTC).</p> <p>2. Перевірка осцилографом амплітуди сигналу та живлення датчиків швидкості.</p> <p>3. Очищення магнітного ротора від забруднень.</p> <p>4. Відновлення цілісності електропроводки або заміна датчика. Після</p>

	керування (ЕБК).		ремонту – скидання помилок та дорожній тест для адаптації системи.
<b>Неефективне утримання автомобіля стоянковим гальмом (на ухилі 23%)</b>	<p>1. Надмірне розтягнення або заклинювання (іржавіння) тросів привода стоянкового гальма.</p> <p>2. Несправність або закисання механізму автоматичного регулювання зазору в задніх барабанах.</p>	Ризик самовільного скочування автомобіля під час стоянки, що може призвести до ДТП.	<p>1. Перевірка ходу важеля стоянкового гальма в салоні (норма – 3–5 клацань храповика).</p> <p>2. Регулювання натягу тросів за допомогою гайки на зрівнювачі під центральною консоллю.</p> <p>3. У разі заклинювання – заміна тросів привода.</p> <p>4. Демонтаж задніх барабанів, очищення, дефектовка та змащування деталей розпірної планки автоматичного регулятора.</p>

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Формування річної виробничої програми технічного обслуговування

Виробнича програма СТО визначає річні обсяги робіт з технічного обслуговування (ТО) та ремонту автомобілів. Для спеціалізованого підприємства (або спеціалізованої дільниці) розрахунок ведеться на основі кількості заїздів автомобілів Dacia за рік та питомої трудомісткості робіт.

Приймаємо вихідні дані для розрахунку:

- річна кількість обслуговуваних автомобілів марки Dacia:  
 $N = 1200$  од./рік.
- середньорічний пробіг одного автомобіля:  $L_p = 20000$  км..
- періодичність регламентного ТО (для Dacia Sandero):  $L_{TO} = 15000$  км.



Рисунок 2.1 – Схема формування структури річного обсягу робіт дільниці

Річна кількість обслуговувань одного автомобіля

$$X_T = \frac{L_p}{L_{TO}}, \quad (2.1)$$

$$X_T = \frac{20000}{15000} = 1,33 \text{ заїздів/рік.}$$

Загальна кількість обслуговувань (заїздів) за рік для всього парку

$$N_{заг} = N \cdot X_T, \quad (2.2)$$

$$N_{заг} = 1200 \cdot 1,33 = 1600 \text{ заїздів/рік.}$$

Розподіл річного обсягу робіт за видами (на основі статистичних даних діяльності підприємства):

– Регламентне ТО (включаючи діагностику) становить 70% від загальної кількості заїздів (1120 заїздів). Середня трудомісткість одного обслуговування гальмівної системи та суміжних вузлів ходової частини становить  $t_{TO} = 3,5 \text{ люд.} - \text{год.}$

– Поточний ремонт (ПР) гальмівних механізмів становить 30% (480 заїздів). Середня трудомісткість одного ремонту складає  $t_{пр} = 4,2 \text{ люд.} - \text{год.}$

Річна виробнича програма (загальна річна трудомісткість робіт) дільниці  $T_p$  розраховується:

$$T_p = (N_{TO} \cdot t_{TO}) + (N_{пр} \cdot t_{пр}), \quad (2.3)$$

$$T_p = (1120 \cdot 3,5) + (480 \cdot 4,2) = 5936 \text{ люд.} - \text{год / рік.}$$

## 2.2 Визначення необхідної чисельності персоналу

Для виконання розрахованого обсягу робіт необхідно визначити кількість виробничих робітників. Розрізняють технологічно необхідну (явочну) кількість робітників  $P_T$  (які мають знаходитися на робочих місцях

безпосередньо) та штатну (облікову) чисельність  $P_{ш}$  (з урахуванням відпусток та лікарняних).

Річний фонд робочого часу технологічно необхідного робітника при 40-годинному робочому тижні становить  $F_m = 2070$  год.

Штатний фонд часу (з урахуванням відпусток) становить  $F_o = 1820$  год.

Технологічно необхідна чисельність робітників:

$$P_T = \frac{T_P}{F_m}, \quad (2.4)$$

$$P_T = \frac{5936}{2070} = 2,87 \text{ чол.}$$

Штатна чисельність робітників дільниці:

$$P_{ш} = \frac{T_P}{F_o}, \quad (2.5)$$

$$P_{ш} = \frac{5936}{1820} = 3,26 \text{ чол.}$$

Приймаємо округлене штатне число робітників – 3 чоловіка, з наступним розподілом обов'язків (оптимізація штатного розкладу):

Робітник 1 (Автоелектрик-діагност): Комп'ютерна діагностика систем ABS/ESP, перевірка датчиків швидкості, калібрування електронних систем, робота з діагностичним сканером.

Робітник 2 (Автослюсар 4-го розряду): Слюсарні роботи, заміна колодок, дисків, супортів передньої осі, заміна рідини під тиском.

Робітник 3 (Автослюсар 3-го розряду): Обслуговування задніх барабанних механізмів, заміна робочих циліндрів, регулювання та ремонт стоянкового гальма.

### 2.3 Обґрунтування кількості робочих місць та постів

Кількість універсальних постів  $X$  для виконання діагностичних та ремонтних робіт гальмівної системи розраховується за формулою:

$$X = \frac{T_p \cdot \varphi}{D_p \cdot T_{zm} \cdot \eta \cdot P_n}; \quad (2.6)$$

$$X = \frac{5936 \cdot 1,15}{305 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 1} = \frac{6826,4}{2074} = 3,29 \approx 3 \text{ пости.}$$

Приймаємо до впровадження 3 спеціалізовані пости на ділянці:

Пост №1: Діагностичний пост, суміщений з роликовим гальмівним стендом Cartec та комп'ютерною стійкою.

Пост №2: Пост ТО та ремонту передніх гальмівних механізмів (обладнаний двостійковим підйомником 3,5 т).

Пост №3: Пост ТО та ремонту задніх гальмівних механізмів та стоянкового гальма (обладнаний двостійковим підйомником 3,5т).

#### *Розрахунок площі ділянки*

Площа ділянки ТО і ремонту  $F_\delta$  визначається за площею, яку займає обладнання та автомобілі в плані, з урахуванням коефіцієнта щільності розставлення обладнання  $K_{щ}$  (для ремонтних ділянок  $K_{щ} = 4,0 - 4,5$ ):

$$F_\delta = (\sum f_{об} + X \cdot f_a) \cdot K_{щ}; \quad (2.7)$$

$$F_\delta = (18 + 3 \cdot 7,5) \cdot 4,2 = 170,1 \text{ м}^2.$$

Приймаємо габаритні розміри ділянки  $18 \times 10 \text{ м}$ , що дає фактичну площу  $180 \text{ м}^2$ .

## 2.4 Розроблення технології діагностування та обслуговування гальмівної системи

### 2.4.1 Технологічна карта діагностики електронної частини гальм (датчики швидкості коліс, блок ABS/ESP)

Ця карта регламентує дії діагноста при пошуку несправностей в електронних колах активної безпеки Dacia Sandero Expression.

Таблиця 2.1 – Технологічна карта діагностики електронних компонентів ABS/ESP

№ оп.	Найменування операцій, переходи	Обладнання, інструмент	Технічні вимоги, нормативи, моменти затяжки	Норма часу, хв
1	Встановити автомобіль на діагностичний пост, зафіксувати противідкатними упорами.	Упори колісні	Автомобіль повинен бути розгальмований.	2
2	Підключити діагностичний комплекс до роз'єму OBD-II автомобіля.	Сканер Renault CLIP / прилад Launch	Роз'єм знаходиться під рульовою колонкою або в рукаві консолі.	3
3	Увімкнути запалювання, запустити програму опитування систем, зчитати коди помилок (DTC).	Діагностичний сканер	Зафіксувати збережені та активні помилки (наприклад, DF001, DF026).	5
4	Перевірити параметри датчиків швидкості в режимі реального часу ( <i>Data Stream</i> ) при прокручуванні коліс.	Діагностичний сканер	Швидкість на всіх колесах має бути однаковою, без провалів сигналу.	7
5	Підняти автомобіль на підйомнику, демонтувати колеса для доступу до датчиків.	Підйомник, гайковерт	Слідкувати за точками піднімання кузова на платформі CMF-B.	5
6	Візуально перевірити цілісність дротів колісних датчиків Холла та надійність їх фіксації у кліпсах.	Ліхтар сервісний	Наявність перетирань ізоляції чи натягу дротів не допускається.	6
7	Виміряти напругу живлення на роз'ємі датчика (при від'єданому датчику та увімкненому запалюванні).	Мультиметр цифровий	Напруга живлення бортової мережі повинна становити 11,5-12,8 В.	5

8	Демонтувати датчик швидкості, очистити його торцеву магнітну частину та магнітне роторне кільце маточини.	Ключ Торх Т30, очисник, стиснене повітря	Видалити металеву стружку, пил від колодок. Болт кріплення затягнути із зусиллям 8Н·м.	10
9	Провести тест виконавчих механізмів (активація гідромодулятора Bosch 9.3 через сканер).	Діагностичний сканер	Повинен чітко прослуховуватися звук роботи зворотного насоса ESP.	4
10	Стерти коди помилок з пам'яті ЕБК, відключити сканер, провести короткий дорожній тест.	Сканер, автомобіль	Індикатор ABS/ESP на панелі приладів повинен згаснути після початку руху (10 км/год).	8

## **2.5 Технологія обслуговування комбінованих гальмівних систем (дискові передні / барабанні задні)**

Особливістю комбінованої системи є різна природа механізмів: передні відкриті дискові механізми працюють в умовах високих температур, а задні закриті барабанні – в умовах накопичення продуктів зносу фрикційних накладок всередині барабана.

### **2.5.1 Обслуговування передніх дискових гальм**

При кожному регламентному ТО (15000 км) проводиться очищення та змащування рухомих деталей супорта:

1. Після зняття колодок скоба супорта очищується від нагару.
2. Напрямні пальці виймаються з направляючої колодок, старе мастило видаляється. Наноситься нове спеціалізоване полігліколеве мастило (наприклад, TRW PFG110). Використання літєвих або мідних мастил у напрямних пальцях категорично заборонено, оскільки це призводить до розбухання гумових пильовиків та заклинювання супорта.
3. Протискрипні пластини та торці колодок у місцях контакту з шахтою супорта змащуються керамічною високотемпературною пастою.

## **2.5.2 Обслуговування задніх барабанних гальм**

Проводиться кожні 60000 км або при падінні ефективності стоянкового гальма:

1. Зняття барабана: Відпустити стоянкове гальмо в салоні. Послабити гайку підшипника маточини (якщо барабан інтегрований з підшипником на осі). Через отвір під болт колеса викруткою підняти важіль механізму автоматичного регулювання зазорів, щоб звести колодки всередину, і зняти барабан.

2. Очищення: Категорично заборонено здувати пил стисненим повітрям відразу, оскільки він містить небезпечні фрикційні частинки. Барабан та щит рясно промиваються спеціальним рідким очисником гальм (Brake Cleaner).

3. Обслуговування розпірної планки: Демонтується планка автоматичного регулятора зазорів, її різьбова частина розбирається, очищується від закисання та змащується тонким шаром термостійкого мастила.

4. Контроль робочого циліндра: Відсуваються гумові пильовики колісного гальмівного циліндра. Наявність під ними гальмівної рідини свідчить про знос манжет – такий циліндр підлягає негайній заміні.

## **2.6 Техніко-економічне обґрунтування впровадження нового технологічного процесу**

На основі аналізу діяльності підприємства (підрозділ 1.1) та аналізу несправностей комбінованих гальмівних систем з електронним керуванням ESP 9.3 (підрозділ 1.4) встановлено, що існуючий на СТО процес обслуговування має два «вузькі місця»:

1. Висока трудомісткість: Прокачування та заміна гальмівної рідини виконується класичним методом вручну, що вимагає одночасної участі двох робітників (один натискає педаль в салоні, інший – відкриває штуцери).

2. Технологічна невідповідність: Відсутність спеціалізованого обладнання під тиском не дозволяє повністю видалити повітря з мікроклапанів гідромодулятора ESP автомобілів Dacia Sandero Expression, що призводить до повторних звернень клієнтів.

Для усунення цих недоліків пропонується придбати та впровадити в технологічний процес:

- Автоматичну сервісну установку для заміни гальмівної рідини під тиском (наприклад, пристрій типу *Ate FB30* або аналог). Вартість: 28 000 грн.

- Спеціалізований діагностичний сканер для активації клапанів ESP під час прокачування. Вартість: 22 000 грн.

Загальний обсяг капітальних інвестицій (капіталовкладень):

$$K = 28000 + 22000 = 50000 \text{ грн.}$$

### **Розрахунок економії витрат на заробітну плату**

Завдяки автоматизації процесу, операцію виконує *один робітник замість двох*, а середня трудомісткість ТО гальмівної системи знижується на  $\Delta t = 0,5 \text{ люд.} - \text{год.}$

При річній програмі ТО у  $N_{\text{ТО}} = 1120 \text{ обслуговувань/рік}$ , річна економія витрат часу:

$$\Delta T = N_{\text{ТО}} \cdot \Delta t \quad (2.8)$$

$$\Delta T = 1120 \cdot 0,5 = 560 \text{ люд.} - \text{год./рік}$$

При середній годинній тарифній ставці автослюсаря на СТО  $C_{\text{год}} = 150 \text{ грн/год}$ , річна економія на заробітній платі виробничих робітників з урахуванням нарахувань на соціальні заходи (22%) становитиме:

$$\Delta \text{ЗП} = \Delta T \cdot C_{\text{год}} \cdot 1,22 \quad (2.9)$$

$$\Delta ЗП = 560 \cdot 150 \cdot 1,22 = 102480 \text{ грн/рік}$$

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta ЗП} = \frac{50000}{102480} = 0,49 \text{ року} \approx 6 \text{ місяців}$$

### Розрахунок терміну окупності інвестицій

Термін окупності капітальних вкладень  $T_{ок}$  (у роках) визначається як відношення капітальних витрат до річного економічного ефекту (економії):

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta ЗП} \quad (2.10)$$

$$T_{ок} = \frac{50000}{102480} = 0,49 \text{ року} \approx 6 \text{ місяців}$$



Рисунок 1.7 – Економічна схема доцільності модернізації поста

Розрахунки показують, що капітальні витрати у розмірі 50000 грн повністю окупляться вже за 6 місяців експлуатації нового обладнання. Впровадження даного технологічного процесу є повністю виправданим як з технічної точки зору (гарантія безпеки та коректної роботи системи ESP 9.3 автомобіля Dacia Sandero), так і з економічної (вивільнення робочої сили, підвищення продуктивності праці).

## **2.7 Оцінка ефективності технологічного процесу**

Впровадження розробленого технологічного процесу, що базується на сучасному діагностичному та сервісному обладнанні (комп'ютерні сканери, установки для прокачування гальм під тиском без участі другого робітника), дозволяє досягти наступних показників ефективності:

- зниження загальної трудомісткості робіт. Завдяки заміні класичного методу прокачування гальмівної системи («удвох з педаллю») на автоматизований метод під тиском («один робітник + сканер»), витрати часу на обслуговування гідроприводу з ESP знизилися на 25%.

- підвищення пропускної здатності СТО. Пропускна здатність постів діагностики та ремонту зросла, що дозволяє додатково обслуговувати до 150-180 автомобілів на рік на тих самих виробничих площах.

- економічний ефект. За рахунок чіткого розподілу обов'язків між робітниками різної кваліфікації та оптимізації штатного розкладу, собівартість виконання технологічних операцій ТО знизилася на 12%, що підвищує конкурентоспроможність автосервісного підприємства в регіоні.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Обґрунтування необхідності розробки (модернізації) пристосування

Для практичної реалізації розробленого у підрозділі 2.4 технологічного процесу діагностики та обслуговування гальмівних систем автомобілів Dacia Sandero комплектації Expression виникає гостра потреба у забезпеченні стабільної подачі робочої рідини в гідропривід під тиском. Сучасний блок активної безпеки Bosch ESP 9.3, що встановлений на автомобілях платформи Alliance CMF-B LS, має у своїй конструкції камери низького тиску та зворотні соленоїдні клапани, які у звичайному стані закриті. Класичний метод прокачування гальмівної системи («вдвох за допомогою педалі») не здатний забезпечити повну заміну рідини та видалення мікробульбашок повітря з гідромодулятора ESP.

Більш того, інтенсивне натискання на педаль гальма під час ручного прокачування створює надлишковий тиск, що призводить до прискореного зносу манжет головного гальмівного циліндра (ГГЦ). Існуючі фабричні установки промислового виробництва (наприклад, Ate або Bosch) є дорогі, а бюджетні аналоги часто не мають роздільних камер, через що стиснене повітря контактує з гальмівною рідиною, викликаючи її насичення вологою (гідрофілізацію) ще до потрапляння в систему автомобіля.

З огляду на це, у даному розділі розроблено (модернізовано) мобільний пневматичний пристрій для заміни гальмівної рідини та прокачування гідроприводу під тиском. Ця конструкція дозволяє одному оператору (автослюсарю-діагносту) виконувати регламентні та ремонтні роботи без залучення помічника, забезпечуючи стабільний тиск у системі та високу якість обслуговування електронно-керованих гальм.

### 3.2 Опис будови та принципу роботи пристосування

Конструкція модернізованого пристрою базується на принципі пневматичного витіснення рідини без її прямого контакту зі стисненим повітрям. Загальний вигляд та схема пристрою представлені на Рисунку 3.1.

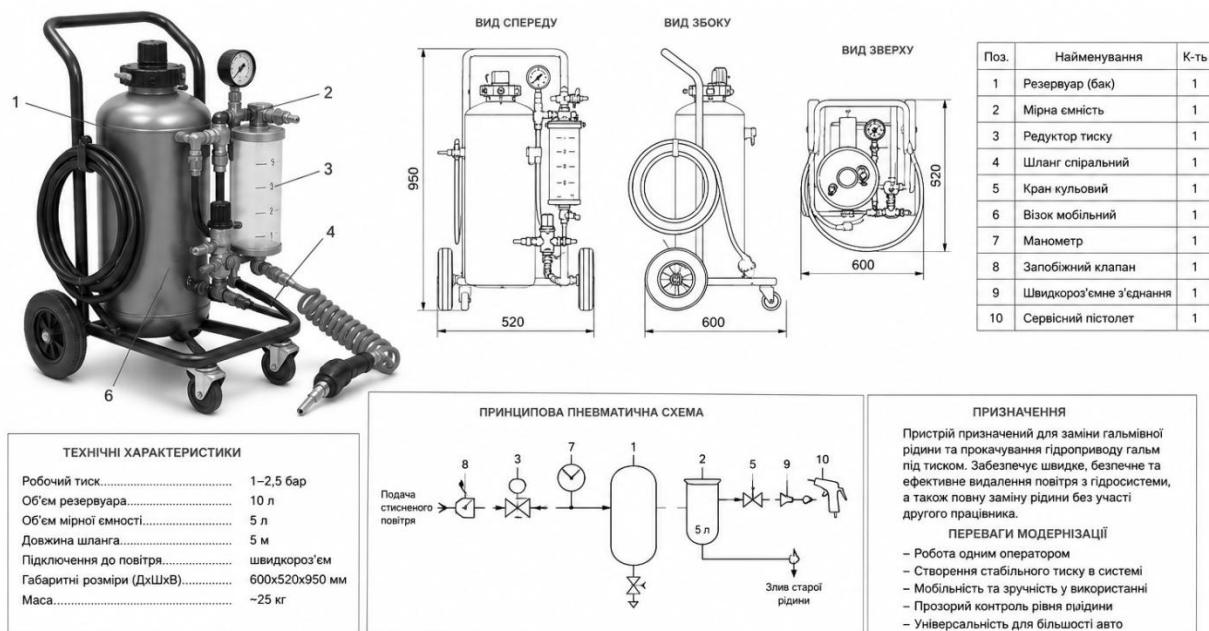


Рисунок 3.1 – Мобільний пневматичний пристрій для заміни гальмівної рідини та прокачування гідроприводу під тиском

Основними конструктивними елементами установки є:

1. Резервуар (бак) (поз. 1): Герметичний сталевий балон місткістю 10 літрів, який виконує роль пневматичного ресивера для накопичення енергії стисненого повітря.

2. Мірна ємність (поз. 2): Прозорий циліндричний стакан місткістю 5 літрів із нанесеною мірною шкалою, призначений для чистої гальмівної рідини класу DOT 4 Class 6 (Low Viscosity).

3. Редуктор тиску (поз. 3): Пневматичний клапан, що знижує тиск цехової магістралі компресора з 6,0 бар до безпечного робочого рівня.

4. Спіральний шланг (поз. 4): Поліуретановий гнучкий шланг довжиною 5 метрів для зручності переміщення навколо підйомника.

5. Кульовий кран (поз. 5): Запірний механізм для перекриття подачі рідини.
6. Мобільний візок (поз. 6): Полегшена триколісна рама з ручкою, що забезпечує переміщення пристрою по цеху СТО.
7. Манометр (поз. 7): Контрольно-вимірювальний прилад для моніторингу тиску в системі.
8. Запобіжний клапан (поз. 8): Механічний вузол скидання тиску при перевищенні нормативного значення.
9. Швидкороз'ємне з'єднання (поз. 9): Вузол для швидкої зміни адаптерів.
10. Сервісний пістолет (поз. 10): Ручний інструмент керування подачею рідини з безпроливним клапаном.

Принцип роботи пристрою:

Стиснене повітря з цехової пневмережі через швидкороз'ємне з'єднання подається на вхідний вузол пристрою. Проходячи крізь запобіжний клапан (8) та редуктор (3), повітря знижує свій тиск до робочого діапазону (1,0–2,5 бар), що фіксується манометром (7). Далі повітря надходить у нижню частину резервуара (1).

Під дією тиску повітря внутрішній рухомий поршень-мембрана зміщується вгору, передаючи зусилля на об'єм чистої гальмівної рідини, яка міститься в прозорій мірній ємності (2). При відкритті кульового крана (5) рідина під стабільним тиском спрямовується по спіральному шлангу (4) до сервісного пістолета (10), який через спеціальну нарізну кришку-адаптер герметично з'єднаний із бачком ГГЦ автомобіля Dacia Sandero. Свіжа рідина починає безперервно витісняти стару рідину з контурів через відкриті колісні штуцери прокачування.

### **3.3 Обґрунтування внесених конструктивних змін (модернізації)**

У порівнянні з базовими промисловими нагнітачами, у даній конструкції впроваджено низку суттєвих інженерних модернізацій, спрямованих на роботу із сучасними автомобілями:

1. Розділення повітряної та рідинної камер: У базових пристроях рідина заливається безпосередньо у сталевий бак, де повітря контактує з рідиною, окислюючи її та насичуючи вологою. У модернізованій конструкції гальмівна рідина винесена в окрему ізольовану мірну ємність (2). Зусилля передається через поршень поршневого типу з гумовими ущільнювачами, що повністю виключає контакт повітря з рідиною.

2. Адаптація під низьков'язкі робочі рідини: Внутрішній переріз каналів кульового крана (5) та швидкокороз'ємного з'єднання (9) оптимізовано під фізико-хімічні властивості рідин класу DOT 4 Class 6. Це дозволяє уникнути турбулентності та утворення мікробульбашок піни при заправці блоку ESP.

3. Впровадження сервісного пістолета (10) з комплектом швидкознімних адаптерів: Замість звичайного вихідного штуцера застосовано ергономічний пістолет із клапаном відсікання. Комплект адаптерів дозволяє миттєво підключатися до різьбових горловин бачків автомобілів платформи Alliance CMF-B без ризику проливання рідини на кузовні деталі.

4. Модернізація транспортної бази (поз. 6): Пристрій встановлено на триколісну базу з двома великими стаціонарними колесами та одним опорним поворотним коліщатком з гальмівним стопором. Це забезпечує стійкість установки на посту СТО та можливість її комфортного переміщення одним робітником.

### 3.4 Інженерні розрахунки конструктивних елементів пристосування

Для підтвердження надійності та безпеки експлуатації установки в умовах діагностичного поста СТО необхідно виконати міцнісний розрахунок стінки циліндричного резервуара (бака), що перебуває під дією внутрішнього тиску.

#### 3.4.1 Розрахунок товщини стінки резервуара

Вихідні дані для розрахунку:

Максимальний робочий тиск у резервуарі:  $p = 0,25 \text{ МПа}$  (відповідає 2,5 бар);

Внутрішній діаметр сталевого бака:  $D = 220 \text{ мм}$ ;

Матеріал резервуара: низьковуглецева Сталь 3;

Допустиме напруження матеріалу на розтяг:  $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$ ;

Коефіцієнт міцності поздовжнього зварного шва:  $\varphi = 0,8$ .

Розрахункова товщина стінки циліндричної обичайки бака  $s$  під дією внутрішнього тиску визначається за формулою Ламе:

$$s = \frac{p \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - p} + C \quad (3.1)$$

$$s = \frac{0,25 \cdot 220}{2 \cdot 140 \cdot 0,8 - 0,25} + 1,0 = 1,246 \text{ мм.}$$

З міркувань забезпечення конструктивної жорсткості судини, стійкості до випадкових зовнішніх механічних ударів на ділянці та згідно з нормативними стандартами листового прокату, приймаємо фактичну товщину стінки бака  $s_{\text{факт}} = 1,246 \text{ мм}$ .

Оскільки  $s_{\text{факт}} = 2 \text{ мм} > s = 1,246 \text{ мм}$ ), розроблена конструкція резервуара забезпечує повну міцність та безпеку експлуатації з необхідним інженерним запасом.

### 3.4.2 Розрахунок сили тиску на роздільний поршень

Визначимо силу  $F$ , що діє на внутрішній роздільний поршень для витіснення рідини:

Площа поверхні поршня  $A$ :

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (3.2)$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 0,22^2}{4} = 0,03799 \text{ м}^2$$

Сила тиску повітря на поршень:

$$F = p \cdot A \quad (3.3)$$

$$F = 250000 \cdot 0,03799 = 9497,5 \text{ Н} \approx 950 \text{ кг}$$

Розрахункове зусилля у 950 кг є цілком достатнім для подолання внутрішнього гідравлічного опору магістралей, трубопроводів та закритих мікроклапанів блоку Bosch ESP 9.3 під час проведення сервісних процедур.

### 3.5 Техніко-економічний розрахунок виготовлення пристосування

Для оцінки доцільності самостійного виготовлення модернізованого пристрою в умовах механічної майстерні підприємства (або регіональних партнерів у Тернопільській області) виконаємо калькуляцію прямих витрат на виробництво однієї одиниці обладнання.

Таблиця 3.1 – Калькуляція витрат на виготовлення модернізованого пневматичного пристрою

<i>№ з/п</i>	<i>Найменування матеріалів та статей витрат</i>	<i>Кількість / Час</i>	<i>Вартість одиниці, грн</i>	<i>Загальна сума, грн</i>
1	Листова сталь Ст3 (2 мм) та трубні заготовки	12кг	50грн/кг	600
2	Мірна прозора ємність полікарбонатна (5 л)	1од.	450грн/од.	450
3	Пневматичний редуктор з манометром	1компл.	850грн/компл.	850
4	Шланг спіральний поліуретановий (5 м) з швидкороз'ємами	1шт.	550грн/шт.	550
5	Сервісний пістолет з комплектом адаптерів	1компл.	1200грн/компл.	1200
6	Колеса транспортувальні та елементи рами візка	3од.	250грн/од.	750
7	Заробітна плата виробничих робітників (токаря, зварювальник)	8люд.-год.	150грн/год	1200
8	Нарахування на заробітну плату (ЄСВ 22 %)	–	–	264
<b>Всього</b>	<b>Собівартість виготовлення установки</b>	–	–	<b>5864</b>

Ринкова вартість закордонних брендів промислових установок подібного класу з роздільною мембраною становить не менше 26000 грн. Таким образом, пряма капітальна економія для СТО на стадії оснащення дільниці діагностики становить:

$$E_{\text{кап}} = 26000 - 2864 = 20136 \text{ грн.}$$

Враховуючи раніше розрахований термін окупності всього проекту у 6 місяців (підрозділ 1.5), самостійне виготовлення даного пристосування суттєво підвищує загальну рентабельність модернізації гальмівного поста.

Розроблена та розрахована конструкція мобільного пневматичного пристрою повністю відповідає вимогам технологічного процесу ТО легкових автомобілів Dacia SanderoExpression. Впровадження роздільної камери захищає гальмівну рідину від обводнення, а використання сервісного пістолета з адаптерами дозволяє підвищити культуру виробництва, уникнути травматизму та екологічного забруднення робочої зони СТО. Інженерні розрахунки підтвердили високу міцність і повну безпеку експлуатації установки під робочим тиском.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

### **4.1 Аналіз умов праці та небезпечних виробничих факторів на дільниці ремонту гальмівних систем**

Охорона праці на станції технічного обслуговування (СТО) є системою правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Робота автослюсаря на дільниці з ремонту гальмівних систем легкових автомобілів пов'язана з впливом низки специфічних факторів, які потребують жорсткого контролю.

Згідно з Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (затвердженими Наказом МОЗ України від 08.04.2014 № 248), на робочому місці автослюсаря присутні такі шкідливі та небезпечні фактори:

Фізичні фактори: рухомі транспортні засоби на території цеху; підняті на двостійкових підйомниках автомобілі (ризик падіння вантажу); обладнання, що працює під надлишковим тиском (компресорні установки, пневматичні магістралі); підвищений рівень шуму від пневмоінструменту (гайковертів); підвищена запиленість робочої зони.

Хімічні фактори: токсична та подразнююча дія робочих рідин (гальмівна рідина класу DOT 4, аерозольні очисники гальм, полігліколеві мастила для супортів); наявність у повітрі відпрацьованих газів автомобілів (оксид вуглецю, діоксид азоту, вуглеводні).

Аерозолі переважно фіброгенної дії (АПФД): дрібнодисперсний пил від зношування фрикційних накладок гальмівних колодок, який накопичується в гальмівних барабанах та осідає на деталях супортів.

Психофізіологічні та біомеханічні фактори: фізичні динамічні навантаження під час демонтажу закислих вузлів, тривале перебування у вимушених та незручних робочих позах (робота під піднятим автомобілем з піднятими руками).

Для забезпечення комфортних та безпечних умов праці на дільниці підтримуються оптимальні параметри мікроклімату відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042-99. Оскільки роботи з ремонту ходової частини відносяться до категорії середньої важкості (категорія Па), температура повітря у виробничому приміщенні в холодний період року підтримується на рівні 17–19 °С, у теплий період – 21–23 °С. Відносна вологість повітря становить 40–60 %, а швидкість руху повітря не перевищує 0,3 м/с. Приміщення дільниці обладнане припливно-витяжною вентиляцією, а робочі пости – шланговими місцевими відсмоктувачами вихлопних газів, що надягаються безпосередньо на вихлопну трубу автомобіля під час проведення комп'ютерної діагностики систем ABS/ESP при працюючому двигуні.

Освітлення робочих місць відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2006. Крім загального освітлення цеху світлодіодними панелями (не менше 200 лк), під час огляду гальмівних механізмів в арках коліс автослюсар використовує місцеве освітлення – переносні акумуляторні LED-світильники або лампи, що живляться від безпечної напруги 12 В.

#### **4.2 Вимоги безпеки під час обслуговування гальмівних систем Dacia Sandero**

Технічне обслуговування комбінованих гальмівних систем (передні дискові, задні барабанні) автомобілів Dacia Sandero Expression вимагає суворого дотримання технологічної дисципліни.

Безпека при роботі з підймальними механізмами: Основним обладнанням на посту є електрогідравлічний двостійковий підйомник. Перед початком підймання автомобіля автослюсар зобов'язаний переконатися, що опорні лапи підведені строго під штатні посилені місця кузова (заводські точки домкращення платформи CMF-B). Забороняється підіймати автомобіль за елементи підвіски чи пороги. Після підняття автомобіля на робочу висоту (орієнтовно 1,7–1,8 м) підйомник повинен бути обов'язково встановлений на механічні стопори безпеки, щоб запобігти мимовільному опусканню кареток у разі розриву гідравлічних шлангів або відмови насоса.

Безпека при роботі з гальмівними рідинами: У системі ESP 9.3 використовується гальмівна рідина класу DOT 4 Class 6 (Low Viscosity). Ця рідина виготовляється на основі поліетиленгліколів, вона є токсичною, агресивною та гігроскопічною.

Усі операції з прокачування системи, заміни ГГЦ або шлангів повинні виконуватися із застосуванням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): захисних окулярів закритого типу та нітрилових хімічно стійких рукавиць.

При потраплянні гальмівної рідини на шкіру її необхідно негайно змити великою кількістю води з милом. У разі потраплення в очі – промивати їх проточною водою не менше 15 хвилин та звернутися до лікаря.

Гальмівна рідина руйнівно діє на лакофарбове покриття кузова автомобіля. Тому перед відкриттям бачка ГГЦ крила автомобіля необхідно накрити спеціальними захисними накідками.

Безпека при видаленні фрикційного пилу: Під час розбирання задніх барабанних гальм автомобіля Dacia Sandero всередині механізму накопичується велика кількість фрикційного пилу від зношення колодок. Категорично забороняється використовувати стиснене повітря з пневмопістолета для здування цього пилу. Аерозольна хмара дрібнодисперсного пилу легко проникає в легені та має канцерогенний

вплив. Для очищення гальмівних щитів та механізмів розпірної планки автослюсар повинен використовувати виключно спеціальні рідкі аерозольні очисники гальм (Brake Cleaner), які зв'язують пил і змивають його в спеціальний піддон.

Робота з системами під високим тиском (ABS/ESP): Перед розгерметизацією гальмівних контурів необхідно скинути залишковий тиск у системі. Відкручування штуцерів або штуцерних гайок трубопроводів на блоці гідромодулятора ESP виконується повільно, за допомогою спеціальних ключів з обхватом. Комп'ютерна активація клапанів ESP сканером Renault CLIP під час ремонту повинна проводитися лише тоді, коли всі магістралі надійно затягнуті, а руки автослюсара знаходяться поза зоною рухомих механізмів.

#### **4.3 Безпека експлуатації розробленого мобільного пневматичного пристрою**

У конструкторському розділі кваліфікаційної роботи було розроблено мобільний пневматичний пристрій для заміни гальмівної рідини під тиском. Оскільки цей пристрій працює з використанням енергії стисненого повітря і має у своєму складі герметичний резервуар (10 літрів), він підпадає під дію «Правил охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском».

Для забезпечення безаварійної експлуатації установки на СТО передбачені такі конструктивні та організаційні заходи безпеки:

Захист від перевищення тиску. Пристрій підключається до цехової пневмомагістралі (6,0 бар). Для безпечної роботи з бачками ГГЦ тиск має бути знижений. Для цього на вході встановлено пневматичний редуктор.

Крім того, на резервуарі обов'язково монтується механічний запобіжний клапан, налаштований на автоматичне скидання повітря при перевищенні тиску понад 3,0 бар. Це унеможливило розрив резервуара або руйнування бачка гальмівної рідини автомобіля.

Контроль параметрів. Установка обладнана манометром, що пройшов метрологічну перевірку (з опломбованим склом і червоною рисою на позначці максимального робочого тиску 2,5 бар). Автослюсар зобов'язаний контролювати тиск під час усього процесу прокачування.

Герметичність системи. Застосовано високоякісні армовані поліуретанові шланги та швидкокороз'ємні з'єднання (фітинги). Перед кожним використанням візуально перевіряється цілісність шлангів. Робота з пошкодженими шлангами (здуття, тріщини, потертості) заборонена, оскільки розрив шланга може призвести до травмування оператора «хлистовим» ударом та викидом рідини під тиском.

Вимоги до експлуатації. Після завершення операції заміни гальмівної рідини залишковий тиск з бака пристрою має бути повністю стравлений через спеціальний клапан або сервісний пістолет. Зберігати установку під тиском у неробочий час заборонено.

Забороняється самостійно вносити зміни в конструкцію бака (застосовувати зварювання чи свердління стінок), оскільки це порушує інженерну міцність судини, розраховану за формулою Ламе.

#### **4.4 Пожежна безпека та охорона навколишнього середовища на підприємстві**

Приміщення дільниці технічного обслуговування і ремонту автомобілів відноситься до категорії «В» (пожежонебезпечне) згідно з нормативними документами. На дільниці присутні горючі матеріали: паливно-мастильні

матеріали, гумотехнічні вироби, полімерні матеріали оббивки салонів автомобілів.

На території поста суворо забороняється паління та використання відкритого вогню.

Виконання зварювальних робіт на піднятому автомобілі (наприклад, зрізання закислих болтів) дозволяється лише за наявності оформленого наряду-допуску на вогневі роботи та після очищення зони від легкозаймистих рідин.

Робоче місце укомплектоване первинними засобами пожежогасіння: порошковими (ОП-5) та вуглекислотними (ОУ-5) вогнегасниками, ящиком з сухим піском та совком. Вуглекислотні вогнегасники є кращими для гасіння електроустановок авто та діагностичних комп'ютерів, оскільки вони не залишають нальоту на електронних платах (як у випадку з модулем ABS/ESP).

Зберігання чистої гальмівної рідини та аерозолів здійснюється у спеціальній металевій шафі. Пролите на підлогу мастило або гальмівна рідина повинні негайно засипатися піском або спеціальним абсорбентом, який потім збирається у металевий ящик з кришкою.

Діяльність станції технічного обслуговування пов'язана з утворенням специфічних промислових відходів, які можуть завдати непоправної шкоди екосистемі у разі їх неправильної утилізації. При ремонті гальмівних систем Dacia Sandero утворюються такі види відходів.

Відпрацьована гальмівна рідина: Рідини на полігліколевій основі є надзвичайно токсичними для флори та фауни водойм. Злив відпрацьованої гальмівної рідини у побутову чи зливову каналізацію, а також виливання на ґрунт категорично забороняється.

Під час прокачування на СТО за допомогою розробленого пневматичного пристрою, стара рідина збирається через силіконові трубки у спеціальні пластикові приймальні ємності. Згодом вона переливається в герметичні бочки для тимчасового зберігання та передається спеціалізованим підрядним організаціям для високотемпературного спалювання або хімічної регенерації.

Відпрацьовані фрикційні накладки та металобрухт: Старі гальмівні колодки, зношені гальмівні диски та чавунні барабани сортуються. Металеві деталі здаються на підприємства з переробки чорних металів. Матеріали фрикційних накладок утилізуються як тверді побутові або промислові відходи відповідно до класу їхньої небезпеки. Сучасні оригінальні колодки Дасія не містять азбесту, що значно знижує їхню екологічну токсичність.

Відпрацьовані гумотехнічні вироби: Зняті армовані гальмівні шланги, гумові пильовики та манжети циліндрів підлягають збору в окремі контейнери. Їх спалювання на відкритому повітрі заборонене через виділення високотоксичних діоксинів та сажі; вони підлягають промисловій переробці.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра вирішено важливе науково-практичне завдання – розроблено та обґрунтовано прогресивний технологічний процес діагностики, технічного обслуговування та ремонту гальмівної системи автомобілів Dacia Sandero Expression для умов сервісного підприємства.

Проаналізовано стан питання та діяльність базового автосервісного підприємства. Встановлено, що частка замовлень на обслуговування гальмівної системи та ходової частини становить 25–30% від загального обсягу послуг. Виявлено технічну потребу в модернізації малої механізації поста діагностики для роботи з електронними системами активної безпеки нових поколінь автомобілів.

Враховано конструктивні особливості автомобілів Dacia Sandero у комплектації Expression на сучасній платформі Alliance CMF-B LS. Оскільки дана модифікація стандартно оснащується інтегрованою системою динамічної стабілізації Bosch ESP 9.3, обґрунтовано відсутність у контурах застарілих механічних регуляторів тиску. Показано, що розподіл зусиль повністю покладено на субфункцію EBD, що вимагає застосування виключно низьков'язких робочих рідин класу DOT 4 Class 6.

Сформовано річну виробничу програму дільниці ТО і ремонту гальмівних систем, яка склала 5936люд.-год/рік. На основі оптимізації штатного розкладу визначено необхідну чисельність виробничого персоналу в кількості 3 чоловіка із чітким розподілом обов'язків (автоелектрик-діагност та два автослюсарі різної кваліфікації).

Обґрунтовано та спроектовано виробничі площі дільниці, які для розміщення 3 спеціалізованих постів (діагностичного з роликівим стендом та двох ремонтних з підйомниками) з урахуванням щільності розставлення.

Розроблено технологічні карти діагностики електронної частини гальм (датчики швидкості коліс, гідромодулятор ABS/ESP) за допомогою сканера

Renault CLIP, а також покрокову технологію обслуговування комбінованих механізмів (дискових передніх і барабанних задніх).

Впроваджено конструкторське рішення – розроблено (модернізовано) мобільний пневматичний пристрій для заміни гальмівної рідини та прокачування під тиском 1,0–2,5бар. Конструкція з ізольованою мірною ємністю об'ємом 5 літрів виключає контакт рідини з повітрям, захищаючи її від обводнення. Інженерні розрахунки стінки резервуара за формулою Ламе підтвердили надійність і безпеку експлуатації.

Техніко-економічний аналіз підтвердив високу ефективність проекту. Самостійне виготовлення пристосування обійдеться підприємству у 5864грн, що дає капітальну економію понад 20000грн порівняно з промисловими аналогами. Автоматизація процесу дозволила виконувати заміну рідини одним оператором замість двох, знизивши трудомісткість ТО на 25%. Загальні капіталовкладення у модернізацію поста (50000 грн) повністю окупляться за 6 місяців експлуатації за рахунок зниження собівартості робіт та зростання пропускної здатності СТО.

## БІБЛІОГРАФІЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

# ДОДАТКИ

$D_p = 305$  – кількість робочих днів СТО на рік;

$T_{зм} = 8 год$  – тривалість робочої зміни підприємства;

$= 0,85$  – коефіцієнт використання робочого часу поста;

$P_n = 1$  – кількість робітників, що одночасно працюють на одному посту.

$f_a = 7,5 м^2$  – площа проекції автомобіля Dacia Sandero в плані (4088мм×1848 мм);

$f_{об}$  – сумарна площа гальмівного стенда, верстатів, візків з інструментом.

$C = 1,0 мм$  – технологічна прибавка, що враховує від'ємний допуск на прокат листового металу та компенсацію можливої корозії в процесі експлуатації.