

Міністерство освіти і науки України

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Телекомунікацій та електронних систем

(назва відділення)

Електричних та електронних систем автомобілів

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

Фаховий молодший бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний ступінь)

на тему: Удосконалення технологічного процесу технічного
обслуговування і ремонту кондиціонера автотранспорту MANITOU
в умовах ФОП Желем Ігор Васильович

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

141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

Обслуговування і ремонт електричних та
електронних систем автомобілів

(назва освітньо-професійної програми)

Желем І.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник Котик М.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

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

Відділення телекомунікацій та електронних систем

Циклова комісія електричних та електронних систем автомобілів

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

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Обслуговування і ремонт електричних та електронних систем
автомобілів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії

Електричних та електронних
систем автомобілів

_____ Руслан ЗАВЕРУХА

14 квітня 2026 року

З А В Д А Н Н Я № 01

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

_____ Желема Ігора Ігоровича _____

1. Тема кваліфікаційної роботи: Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту кондиціонера автотранспорту MANITOU в умовах ФОП Желем Ігор Васильович

Керівник кваліфікаційної роботи: Котик М.І.

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

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

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Технічна характеристика кондиціонера автотранспорту MANITOU. Типовий ТП ремонту кондиціонера. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Техніко-експлуатаційні показники ремонтної зони. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

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

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

1. Схема системи кондиціонування (ВЗ) (ф.-А1).

2. Основні несправності системи кондиціонування автотранспорту (ф.-А1).

3. Пристрій для заправки кондиціонерів (ВЗ)(ф.-А1).

4. Схема процесу кондиціонування (ВЗ) (ф.-А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

7. Дата видачі завдання 14 квітня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

Ігор ЖЕЛЕМ

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Марія КОТИК

Анотація

Желем І.І. Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту кондиціонера автотранспорту MANITOU в умовах ФОП Желем Ігор Васильович: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. 59с.

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту автотранспорту MANITOU.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи на тему удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту кондиціонера автотранспорту MANITOU в умовах ФОП Желем Ігор Васильович було проведено комплексне дослідження особливостей роботи системи кондиціонування, організації технічного обслуговування та напрямів підвищення ефективності ремонтних робіт. У ході роботи було встановлено, що система кондиціонування є важливою складовою сучасного автотранспорту, оскільки забезпечує комфортні умови праці оператора, сприяє підвищенню продуктивності праці та позитивно впливає на безпечність виконання вантажно-розвантажувальних робіт.

Під час дослідження було проаналізовано конструкцію та принцип роботи системи кондиціонування автотранспорту MANITOU. Встановлено, що до складу системи входять компресор, конденсор, випарник, ресивер-осушувач, трубопроводи та електронні елементи керування. У процесі експлуатації система кондиціонування зазнає значних механічних, температурних та вібраційних навантажень, що може призводити до витоків холодоагенту, зниження продуктивності системи та виникнення несправностей окремих вузлів. Найбільш поширеними несправностями є порушення герметичності системи, зношування компресора, забруднення теплообмінників та несправності електричного обладнання.

У роботі було розглянуто особливості організації технічного обслуговування і ремонту кондиціонерів автотранспорту у умовах ФОП Желем Ігор Васильович. Проведений аналіз показав, що важливе значення для забезпечення ефективної експлуатації техніки має впровадження сучасних методів діагностики та використання спеціалізованого обладнання для заправки кондиціонерів. Застосування автоматизованих станцій технічного обслуговування дозволяє підвищити точність виконання робіт, скоротити витрати холодоагенту та зменшити тривалість ремонтних операцій.

У процесі виконання роботи було проведено розрахунок параметрів пристрою для заправки кондиціонерів автотранспорту MANITOU. Визначено основні технічні характеристики установки, зокрема масу холодоагенту, продуктивність заправної станції, параметри вакуумного насоса, потужність електродвигуна, робочий тиск системи та коефіцієнт корисної дії обладнання. Проведені розрахунки підтвердили, що

запропонований пристрій забезпечує необхідну продуктивність і відповідає вимогам технічного обслуговування систем кондиціонування.

Annotation

Zhelem I. Completion and defense of a qualification thesis on the topic: Improvement of the technological process for maintenance and repair of the air conditioning system of the MANITOU forklift under the conditions of Individual Entrepreneur Ihor Zhelem: qualification work for obtaining the educational and professional degree of a professional junior bachelor in the specialty 141 "Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026. 59 p.

The qualification work is dedicated to improving the technological process of maintenance and repair of MANITOU forklifts.

In the process of completing the diploma thesis on improving the technological process of maintenance and repair of the air conditioner of MANITOU forklifts in the conditions of the individual entrepreneur Zhelem Igor Vasilyevich, a comprehensive study of the features of the air conditioning system, the organization of maintenance and areas for improving the efficiency of repair work was conducted. During the work, it was established that the air conditioning system is an important component of a modern forklift, as it provides comfortable working conditions for the operator, helps to increase labor productivity and has a positive effect on the safety of loading and unloading operations.

During the study, the design and principle of operation of the air conditioning system of the MANITOU forklift were analyzed. It was established that the system includes a compressor, condenser, evaporator, receiver-dryer, pipelines and electronic control elements. During operation, the air conditioning system is subjected to significant mechanical, temperature and vibration loads, which can lead to refrigerant leaks, reduced system performance and malfunctions of individual components. The most common malfunctions are system leak, compressor wear, heat exchanger contamination and electrical equipment malfunctions.

The paper examined the features of the organization of maintenance and repair of forklift air conditioners in the conditions of the individual entrepreneur Zhelem Igor Vasilyevich. The analysis showed that the implementation of modern diagnostic methods and the use of specialized equipment for refueling air conditioners is of great importance for ensuring the effective operation of the equipment. The use of automated maintenance stations allows you to increase the accuracy of work, reduce refrigerant consumption and reduce the duration of repair operations.

In the process of performing the work, the parameters of the device for refueling MANITOU forklift air conditioners were calculated. The main technical characteristics of the installation were determined, in particular, the mass of the refrigerant, the performance of the filling station, the parameters of the vacuum pump, the power of the electric motor, the operating pressure of the system and the efficiency of the equipment. The calculations confirmed that the proposed device

provides the required performance and meets the requirements for the maintenance of air conditioning systems.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Характеристика та структура підприємства ФОП Желем Ігор Васильович.....	9
1.2 Характеристика автонавантажувача MANITOU	10
1.3 Технічні характеристики автонавантажувача MANITOU	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Конструкційні особливості кондиціонера автонавантажувача MANITOU.....	15
2.2 Будова та принцип дії автомобільного кондиціонера.....	16
2.3 Основні етапи роботи автомобільного кондиціонера.....	19
2.4 Дефектування кондиціонера автонавантажувача MANITOU.....	21
2.5 Вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування кондиціонера автонавантажувача MANITOU.....	26
2.5.1 Технологічна послідовність виконання технічного обслуговування.....	27
2.5.2 Перевірка герметичності та заправка системи.....	28
2.6 Загальні положення ремонту кондиціонера.....	29
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	32
3.1 Використовуване обладнання для діагностики, ремонту та обслуговування кондиціонерів	32
3.2 Характеристика вимірних пристроїв для забезпечення технологічного процесу кондиціонування.....	35

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Желем І.І.				Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту кондиціонера автонавантажувача MANITOU в умовах ФОП Желем Ігор Васильович	Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.	Котик М.І.						4	59		
Реценз.						<i>ВСП «ТФК ТНТУ»ЕА-425ск</i>				
Н. Контр.										
Затверд.										

3.3 Розрахунок параметрів пристрою для заправки кондиціонерів автотранспорту.....	37
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	43
4.1 Економічна доцільність удосконалення процесу технічного обслуговування кондиціонерів автотранспорту.....	43
4.2 Розрахунок економічної ефективності впровадження пристрою для заправки кондиціонерів.....	45
4.3 Шляхи підвищення економічної ефективності ремонтної ділянки.....	46
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	49
5.1 Організація охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту кондиціонерів автотранспорту MANITOU.....	49
5.2 Розрахунок освітлення ремонтної ділянки.....	51
5.3 Заходи пожежної безпеки та виробничої санітарії.....	52
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	57
ДОДАТКИ.....	60

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Сучасний розвиток транспортної та складської логістики неможливо уявити без використання спеціалізованої вантажопідіймальної техніки. Одним із найбільш поширених видів такої техніки є автонавантажувачі, які широко застосовуються на складах, будівельних майданчиках, виробничих підприємствах, аграрних комплексах та в комунальному господарстві. Висока продуктивність, маневреність і надійність автонавантажувачів забезпечують ефективне виконання вантажно-розвантажувальних робіт та значно скорочують витрати часу й трудових ресурсів. Серед провідних виробників спеціальної техніки особливе місце займає компанія Manitou, продукція якої характеризується високою якістю, сучасними технологічними рішеннями та комфортними умовами праці оператора.

В умовах інтенсивної експлуатації автонавантажувачів важливе значення має підтримання справного технічного стану всіх систем машини. Однією з важливих складових комфортної та безпечної роботи оператора є система кондиціонування повітря. Кондиціонер автонавантажувача забезпечує підтримання оптимального мікроклімату в кабіні, що особливо актуально під час роботи у спекотний період року або в закритих виробничих приміщеннях із підвищеною температурою. Належна робота системи кондиціонування позитивно впливає на працездатність оператора, знижує рівень втоми, покращує концентрацію уваги та підвищує загальну ефективність виконання виробничих операцій.

Разом із тим, система кондиціонування автонавантажувача є складним технічним комплексом, до складу якого входять компресор, конденсор, випарник, ресивер-осушувач, трубопроводи, датчики та електронні елементи керування. У процесі тривалої експлуатації окремі вузли системи піддаються значним механічним, температурним та вібраційним навантаженням, що може призводити до виникнення несправностей, витоків холодоагенту, зниження продуктивності системи або повного виходу кондиціонера з ладу. Несвоєчасне

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виявлення та усунення несправностей негативно впливає не лише на комфорт праці оператора, а й на технічний стан самої машини, оскільки перевантаження окремих елементів системи може спричинити додаткові поломки та збільшення витрат на ремонт.

Особливої актуальності набуває питання вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту кондиціонерів автотранспорту в умовах сучасних ремонтних підприємств та станцій технічного обслуговування. Від правильно організованого процесу діагностування, профілактики та ремонту залежить тривалість безвідмовної роботи техніки, рівень експлуатаційних витрат та економічна ефективність підприємства загалом. Своєчасне проведення технічного обслуговування дозволяє попередити значну кількість несправностей, підвищити ресурс роботи обладнання та зменшити витрати на аварійні ремонти.

Для підприємств малого та середнього бізнесу питання ефективної організації технічного обслуговування є особливо важливим, оскільки технічні простої машин безпосередньо впливають на продуктивність виконання робіт та фінансові результати діяльності. Саме тому вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту кондиціонера автотранспорту в умовах ФОП Желем Ігор Васильович є актуальним та практично значущим завданням. Раціональна організація ремонтних робіт, застосування сучасного діагностичного обладнання, вдосконалення методів технічного контролю та оптимізація технологічних операцій сприяють підвищенню якості обслуговування техніки та зниженню експлуатаційних витрат.

У сучасних умовах розвитку автомобільного сервісу дедалі більшого поширення набувають новітні технології діагностики систем кондиціонування. Використання електронних тестерів, автоматизованих станцій обслуговування кондиціонерів, вакуумних насосів та цифрових приладів контролю дозволяє значно підвищити точність визначення несправностей і скоротити тривалість ремонтних робіт. Крім того, сучасні технології дають можливість зменшити

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витрати холодоагенту, підвищити екологічну безпеку процесу ремонту та забезпечити відповідність робіт сучасним вимогам охорони праці.

Важливим напрямом удосконалення технологічного процесу є також впровадження систем планово-попереджувального технічного обслуговування. Такий підхід дозволяє своєчасно виконувати профілактичні роботи, здійснювати контроль технічного стану основних вузлів кондиціонера та попереджати виникнення серйозних несправностей. Регулярна перевірка герметичності системи, очищення теплообмінників, контроль рівня та стану холодоагенту, діагностика компресора й електричних елементів значно підвищують надійність роботи кондиціонера та продовжують термін його експлуатації.

Не менш важливим фактором є підвищення рівня організації праці працівників ремонтної дільниці. Рациональне розташування обладнання, забезпечення необхідними інструментами та пристроями, дотримання технологічної дисципліни й вимог безпеки праці позитивно впливають на якість виконання ремонтних робіт. Удосконалення умов праці сприяє зниженню втомлюваності персоналу, підвищенню продуктивності праці та зменшенню ймовірності виробничого травматизму.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика та структура підприємства ФОП Желем Ігор Васильович

Фізична особа-підприємець Желем Ігор Васильович здійснює підприємницьку діяльність у місті Тернопіль у сфері обслуговування та ремонту автомобілів. Підприємство надає послуги з технічного обслуговування транспортних засобів приватним особам та організаціям, забезпечуючи належний технічний стан автомобілів і безпеку їх експлуатації [6].

Основним напрямом діяльності ФОП є діагностика, технічне обслуговування та ремонт легкових автомобілів. У процесі роботи використовуються сучасні інструменти, обладнання та витратні матеріали, що дозволяє виконувати ремонтні роботи якісно та в установлені терміни відповідно до вимог чинних нормативних документів [2].

Підприємство орієнтоване на індивідуальний підхід до кожного клієнта, дотримання технічних стандартів, а також постійне підвищення якості наданих послуг. Діяльність ФОП Желем Ігор Васильович сприяє розвитку сфери автосервісу в місті Тернопіль та задоволенню потреб автовласників у професійному обслуговуванні [3].

Організаційна структура ФОП Желем Ігор Васильович є лінійною, що є характерним для підприємств малого бізнесу у сфері автосервісу [4]. Така структура забезпечує чіткий розподіл обов'язків і ефективне управління підприємством.

Структура підприємства включає:

- Власник (ФОП Желем Ігор Васильович) — здійснює загальне керівництво діяльністю підприємства, організовує виробничий процес, контролює якість виконання робіт та відповідає за фінансово-господарську діяльність [5].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Автомеханіки — виконують діагностику, технічне обслуговування та ремонт автомобілів, дотримуючись технологічних карт, правил охорони праці та техніки безпеки [2].
- Допоміжний персонал — забезпечує підтримку основного виробничого процесу та належний стан робочих місць.

Завдяки простій організаційній структурі підприємство швидко реагує на потреби клієнтів, забезпечує оперативне прийняття управлінських рішень та ефективну взаємодію між працівниками.

1.2 Характеристика автонавантажувача MANITOU



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд автонавантажувача MANITOU [27]

Manitou Group — французький виробник важкого обладнання, який виготовляє вилкові навантажувачі, збирачі вишні, телескопічні навантажувачі, будівельну техніку та інше важке обладнання. Компанія Manitou розпочала свою діяльність у Франції в 1957 році, коли Марсель Брауд (фр. Marcel Braud) сконструював перший вилковий навантажувач для роботи на пересіченій місцевості^[2]. Штаб-квартира знаходиться в Ансені [28].

Фірма вийшла на міжнародний рівень: у 1971 році було засновано Manitou UK, Manitou Italia у 1985 році, Manitou BeNeLux у 1990 році, Manitou Portugal у

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1993 році, Manitou Australia у 2004 році, Manitou Vostok (Росія) у 2005 році та Manitou Poland у 2007 році [28].

Витоки Manitou Group починаються в 1953 році. У той час Андре Брауд (фр. Andrée Braud) і Анрі Фоше (фр. Henri Faucheux) заснували компанію «Braud & Faucheux». Спочатку компанія присвятила себе виробництву не великих машин для сільського господарства та будівництва. У 1958 році син Андре Марсель Брауд розробив всюдихідний навантажувач із звичайного трактора. У тому ж році була представлена марка Manitou [28].

У 1981 році компанія відмовилася від старої назви компанії «Braud & Faucheux» і використала замість неї назву «Manitou». Також у цьому році розпочато виробництво телескопічних навантажувачів з повним приводом. Завдяки економічному успіху Manitou стала публічною через три роки^[6]. У наступні роки було відкрито кілька іноземних філій і розширився асортимент продукції, у середині 1990-х років, компанія запровадила виробництво роторних телескопічних навантажувачів і підйомних платформ. У 1993 році компанією було придбано французького виробника промислових вантажівок «Lос» [28].

У 2006 році річні продажі вперше досягли позначки в один мільярд євро. Через два роки Manitou придбав американського виробника будівельної техніки «Gehl», якому належить виробник навантажувачів «Mustang Manufacturing Company» з 1997 року [28].

Кожна з модифікацій має свої характеристики і застосування залежно від вимог і завдань на будівельному майданчику або на інших об'єктах. Розглянемо основні параметри найпопулярніших моделей телескопічних навантажувачів [29].

Manitou MT 625 [27]:

- вантажопідйомність: 2.5 т;
- висота підйому: 5.85 м;
- двигун: дизельний, потужністю 75 к.с.;
- швидкість: до 25 км/год;
- габарити (Д х Ш х В): 3.91 м х 1.81 м х 1.92 м;
- вага: 5.2 т.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Manitou MT 732 [27]:

- вантажопідйомність: 3.2 т;
- висота підйому: 6.9 м;
- двигун: дизельний, потужністю 101 к.с.;
- швидкість: до 27 км/год;
- габарити (Д х Ш х В): 4.28 м х 2.02 м х 2.29 м;
- вага: 6.4 т.

Manitou MT 1840 [27]:

- вантажопідйомність: 4 т;
- висота підйому: 18 м;
- двигун: дизельний, потужністю 134 к.с.;
- швидкість: до 35 км/год;
- габарити (Д х Ш х В): 6.52 м х 2.35 м х 2.59 м;
- вага: 10.8 т.

Manitou MT X 732 [27]:

- вантажопідйомність: 3.2 т;
- висота підйому: 6.9 м;
- двигун: дизельний, потужністю 101 к.с.;
- швидкість: до 27 км/год;
- габарити (Д х Ш х В): 4.28 м х 2.02 м х 2.29 м;
- вага: 6.4 т.

Переваги [30]:

- Найвищі показники швидкості виконання гідравлічних операцій
- Панорамне лобове скло з поліпшеною оглядовістю
- Трансмсія M-shift, що дозволяє працювати як в ручному, так і автоматичному режимі
- Регулювання потоку гідравліки для навісного обладнання
- Надійний, перевірений на практиці двигун John Deere
- Шини нового покоління Michelin XMCL

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- Рульова тяга знаходяться нижче від мостів, що запобігає їх пошкодженню
- Максимальна швидкість руху 40 км/год.
- Зниження втоми оператора на 35 % за рахунок опції «розумного керування», яка дозволяє робити до 4 разів менше обертань кермом залежно від швидкості й висоти підйому стріли
- Центральні точки змащення виведені в зручне місце

1.3 Технічні характеристики автовантажувача MANITOU

Manitou MT є серією вантажопідйомних машин, здатних забезпечити надійну та ефективну роботу на будівельних майданчиках і в промислових умовах. Навантажувачі мають різні характеристики, що дає змогу вибрати оптимальне рішення для конкретних завдань [27].

Телескопічні навантажувачі Manitou MT призначені для використання в будівництві, складській логістиці, промисловості та інших галузях. Їх різноманітні параметри і модифікації гарантують виконання завдань з підйому і переміщення вантажів на різних висотах і відстанях [27].

Моделі навантажувачів Manitou MT володіють унікальними характеристиками і функціями, завдяки яким ця спецтехніка користується попитом на ринку [27].

Основні технічні характеристики [27]:

- вантажопідйомність 2500–4000 кг;
- висота підйому 5.85–18 м;
- двигуни потужністю від 75 к.с. до 101 к.с.;
- середня витрата палива 8 л/100 км;
- гідростатична трансмісія;
- дорожній просвіт 45 см;
- швидкість пересування 25–35 км/год;
- максимальні габарити 6.52 м х 2.35 м х 2.59 м.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Крім цього Manitou MT має низку переваг і особливостей [27]:

- сучасний та ергономічний дизайн, який забезпечує зручність оператора та ефективність роботи;
- кабіна оснащена комфортним сидінням, інтуїтивно зрозумілою панеллю керування, системою кондиціонування повітря та іншими зручностями;
- система швидкої заміни обладнання;
- гідравлічне керування;
- система стабілізації та інші опції для поліпшення продуктивності та безпеки роботи.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Конструкційні особливості кондиціонера автотранспорту MANITOU

Сучасний автомобіль перестав бути просто засобом пересування, і причина цього явища – високі вимоги власників до особистого автотранспорту. Виробники прагнуть зробити машини комфортніше, швидше і краще, однак деякі складові залишаються беззмінними супутниками. Мова йде про кондиціонер – пристрій для регулювання рівня холоду або тепла в салоні автомобіля. Щоб зрозуміти переваги обладнання, варто розуміти принцип роботи кондиціонера. Але перед цим важливо розібратися в пристрої кондиціонера [22].

Охолоджувальний пристрій являє велике значення для автовласника і всіх його пасажирів, оскільки здатне не тільки радувати вас прохолодою в спекотні дні літа, але також зігрівати взимку, опалюючи салон автомобіля перед поїздкою. Більш того, додаткова функція кондиціонера в автомобілі – очищення повітря. Устаткування найчастіше взаємодіє з системами опалення та вентиляцією. Основним завданням автокондиціонера залишається створення мікроклімату, оптимального для комфортного перебування в салоні водія і пасажирів [22].

За функції очищення повітря відповідають фільтри [22]:

- електростатичний;
- катехиновий;
- фотокаталітичний;
- вугільний.

Завдяки фільтрує здібностям обладнання повітря в салоні не має шкідливих для здоров'я людини домішок, пилу. Антибактеріальний ефект поряд з можливістю усунення неприємних запахів – додаткові аргументи на користь встановлення автомобільного кондиціонера [22].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Основну функцію кондиціонера виконує компресор, від якого залежить ефективність роботи системи охолодження або обігріву. У деяких випадках агрегат доповнюється ресивером-колектором, покликаним захищати компресор за рахунок випарювання холодоагенту. Якщо допоміжний компонент системи кондиціонування відсутній, потрібно гаряче простір під капотом авто. Так вдається забезпечувати відповідний рівень випаровування охолоджуючого речовини в трубках зворотного контуру, а також в випарнику [22].

У зимову пору року температура підкапотного простору суттєво знижується, а тому потрібна додаткова установка температурного датчика. Завдяки невеликій деталі система дізнається температуру навколишнього середовища, внаслідок чого кондиціонер не включається (при температурі нижче -5°C) [22].

Автомобільний кондиціонер являє собою повністю герметичну систему, яка заповнена газом-холодоагентом, компресорним маслом. За допомогою масла здійснюється ефективна змащення тертьових між собою деталей обладнання. Так вдається знизити знос рухомих деталей компресора, а також досягається ущільнення зазорів. Крім усього, маслу відводиться ще одна корисна функція – відведення частини тепла, що виділяється в процесі тертя, а також видалення дрібних частинок з обладнання. Протягом циркуляції в системі кондиціонування відбувається змішування масла з холодильним газом [22].

2.2 Будова та принцип дії автомобільного кондиціонера

Автомобільний кондиціонер — це важлива частина комфорту та безпеки під час водіння в умовах спекотного літа. Як і будь-яка система кондиціонування, він працює на основі теплового обміну та рефрижерації. Розгляньмо основні етапи роботи автомобільного кондиціонера [23].

Принцип дії та основні етапи роботи автомобільного кондиціонера [23].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Процес починається, коли вентилятор кондиціонера всмоктує повітря з середовища, яке потім проходить через фільтр, щоб очистити його від бруду і пилу [23].

1. Гаряче повітря потрапляє в конденсатор, де компресор починає стискати рефрижераційний газ (найчастіше фреон), перетворюючи його з газоподібного стану в рідкий.

2. Рідкий рефрижераційний газ потрапляє в конденсатор, де відбувається відділення тепла. Тепло виводиться на зовнішню сторону автомобіля, а рефрижераційний газ стає водяно-газовою сумішшю.

3. Вода-газова суміш потрапляє в евапоратор, де відбувається розширення газу і, в результаті, виявляється холодильний ефект. Повітря, що проходить через евапоратор, охолоджується.

4. Охоложене повітря потрапляє в салон автомобіля через вентиляційні отвори та розподіляється по всьому простору для забезпечення комфортного клімату всередині автомобіля.

5. Система також може використовувати рециркуляцію, в якій вже охоложене повітря з салону повторно подається в систему для подальшого охолодження. Крім того, водій може встановити бажану температуру за допомогою регуляторів.

6. Описаний цикл постійно повторюється, забезпечуючи постійний потік охоложеного повітря в салоні автомобіля.

Автомобільні кондиціонери працюють на принципі теплового обміну та перетворення рефрижераційного газу, дозволяючи ефективно контролювати температуру всередині салону. Регулюючи вентиляцію, температуру та рециркуляцію, вони створюють комфортні умови для водіння в будь-якій погоді [23].

Автомобільний кондиціонер є складною системою, яка охоплює декілька ключових компонентів [23].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Компресор — відповідає за стискання рефрижераційного газу (зазвичай фреону), перетворюючи його з газу в рідкий стан. Цей процес відбувається в конденсаторі [23].

Конденсатор — є теплообмінником, де стиснений рефрижераційний газ віддає тепло навколишньому повітрю. Під час цього процесу газ перетворюється в рідину [23].

Евапоратор — також є теплообмінником і розташованим всередині салону автомобіля. Рідкий рефрижераційний газ пропускається через евапоратор, де відбувається його розширення, що призводить до охолодження повітря [23].

Фільтр сушіння — служить для видалення вологи з рефрижераційного газу, щоб попередити конденсацію та замерзання води всередині системи [23].

Електричний вентилятор — витягує повітря через евапоратор, допомагаючи в розподілі охолодженого повітря по салону автомобіля [23].

Регулятор температури та вентиляції — ці компоненти керують роботою системи, дозволяючи водію вибрати бажану температуру та регулювати режими вентиляції [23].

Реле та електроніка управління — сучасні системи кондиціонування містять реле та електроніку управління, які контролюють роботу всіх компонентів [23].

Трубопроводи та рукави — для перенесення рефрижераційного газу від одного компонента до іншого використовуються трубопроводи та рукави [23].

Компоненти системи охолодження двигуна — система кондиціонування пов'язана з системою охолодження двигуна, і деякі компоненти можуть бути спільними, наприклад, конденсатор може використовувати обший радіатор для охолодження [23].

Ці компоненти співпрацюють для створення комфортних умов в салоні автомобіля, забезпечуючи охолодження та витягування вологи з повітря всередині авто [23].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.3 Основні етапи роботи автомобільного кондиціонера

Опис процесу охолодження в системі кондиціонування автомобіля [24]:

1. Початок: Коли ви включаєте кондиціонер в машині, починає працювати компресор. Керований двигуном, він витягує газ низького тиску (фреон) із випарника.

2. Стиснення: Компресор стискає фреон, підвищуючи його тиск і температуру. Тепер у вигляді гарячого стисненого газу фреон направляється в конденсатор.

3. Конденсація: У конденсаторі тепло від газу виділяється назовні автомобіля, конденсуючи газ у рідкий стан. Вентилятор допомагає в цьому процесі, прискорюючи розсіювання тепла.

4. Розширення: Потім зріджений фреон проходить через розширювальний клапан, який знижує його тиск і температуру, готуючи його знову поглинати тепло.

5. Випаровування: Тепер у вигляді рідини низького тиску фреон надходить у випарник. Там він поглинає тепло зсередини автомобіля, що змушує його випаровуватися в газ. Це явище робить повітря в салоні автомобіля більш холодним.

6. Назад до компресора: Газ повертається в компресор, і весь цикл починається знову.

Це основний процес, за допомогою якого кондиціонер в автомобілі охолоджує повітря. Як бачите, це безперервний цикл, який триває, доки ввімкнено кондиціонер. Завдяки цьому навіть у найспекотніші дні ми можемо насолоджуватися прохолодою та комфортом у наших автомобілях [24].

Навіть у найкраще обслуговуваній системі кондиціонування повітря час від часу можуть виникати проблеми. Ось деякі з найпоширеніших проблем, з якими ви можете зіткнутися, і поради щодо їх вирішення [24].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1. Кондиціонер не охолоджує: Якщо ваш кондиціонер не охолоджує належним чином, це може бути ознакою низького рівня холодоагенту. Може знадобитися додати або замінити холодоагент [24].

2. Поганий потік повітря: Якщо потік повітря від вашого кондиціонера поганий, це може означати, що повітряний фільтр забитий. Регулярна заміна повітряного фільтра може вирішити цю проблему [24].

3. Неприємний запах: Якщо з кондиціонера виходить неприємний запах, це може означати, що в системі ростуть бактерії або грибки. У цьому випадку вам може знадобитися професійне очищення системи [24].

4. Шум під час роботи: Якщо ви чуєте дивні звуки під час роботи кондиціонера, можливо, виникла проблема з компресором або іншим компонентом. У цьому випадку слід проконсультуватися з механіком [24].

5. Кондиціонер працює, але не охолоджує: Якщо ваш кондиціонер працює, але не охолоджує, можливо, пошкоджений компресор, витік у системі або проблема з електрикою. Всі ці проблеми вимагають втручання спеціаліста [24].

Регулярне технічне обслуговування кондиціонера може запобігти більшості цих проблем. Однак, якщо ви зіткнулися з будь-яким з них, не зволікайте, звертайтеся в професійний автосервіс [24].

Немає опалення в машині часто пов'язане з проблемами кондиціонування повітря. Система кондиціонування повітря в автомобілі – це пристрій, який потребує регулярного обслуговування та чищення для ефективною та безвідмовної роботи. Ось кілька кроків, які ви можете зробити, щоб подбати про свій кондиціонер [24]:

1. Регулярне використання: Навіть якщо погодні умови не вимагають охолодження, рекомендується регулярно використовувати кондиціонер хоча б на кілька хвилин щотижня. Це допомагає зберегти ущільнення в системі змащеними, запобігаючи їх висиханню та розтріскуванню.

2. Обслуговування: Рекомендується, щоб система кондиціонування повітря проходила технічне обслуговування професійним механіком принаймні

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

раз на рік. Обслуговування повинно включати перевірку системи на наявність витоків, заміну або поповнення охолоджуючої рідини, а також перевірку та очищення компонентів.

3. Очищення випарника та конденсатора: З часом випарник і конденсатор можуть накопичувати бруд і пил, що може знизити ефективність охолодження. Регулярне очищення цих компонентів допоможе підтримувати вашу систему в хорошому стані.

4. Заміна салонного фільтра: Фільтрація повітря, що надходить у систему, має вирішальне значення для підтримки якості повітря в салоні. Салонний фільтр слід замінювати відповідно до рекомендацій виробника, як правило, кожні 12-24 місяці.

5. Перевірка компресора: Компресор є ключовим компонентом системи, і його слід перевіряти на наявність пошкоджень або зносу. Якщо компресор перестає працювати належним чином, може не працювати вся система кондиціонування повітря.

2.4 Дефектування кондиціонера автотранспорту MANITOU

Несправність кондиціонера повинна бути виявлена якомога швидше. Тоді ремонт автомобільної системи кондиціонування проходить простіше і, перш за все, дешевше. Іноді для запобігання виникненню несправностей достатньо належного обслуговування системи кондиціонування автомобіля [15].

Раніше автомобільна система кондиціонування повітря була розкішним аксесуаром для дорогих автомобілів. На цей час функція кондиціонера стала практично обов'язковою частиною обладнання. Системи кондиціонування встановлюються в більшості нових автомобілів. Система кондиціонування автомобіля забезпечує тепловий комфорт усередині автомобіля, ефективно знижуючи температуру. Вона також дуже корисна для осушення повітря, що дозволяє видалити вологу з салону автомобіля і запобігти запотіванню вікон [15].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Однак система кондиціонування вимагає догляду автовласника. Щорічне технічне обслуговування системи кондиціонування дозволяє підтримувати її в належному технічному стані [15].

Обслуговування системи кондиціонування повітря завжди повинно передбачати її дезінфекцію. Популярним методом дезінфекції є озонування системи. Без дезінфекції випарник кондиціонера, встановлений у салоні автомобіля, стане розсадником небезпечних грибків і бактерій, які викликають алергію і навіть небезпечні захворювання, такі як менінгіт [15].

Під час обслуговування перевіряється стан системи кондиціонування, а також рівень холодоагенту та мінерального масла для змащення компресора (R134a для автомобілів до 2017 року випуску, R1234yf для автомобілів випуску після 2018 року) [15].

Температура повітря при певних налаштуваннях кондиціонера також вимірюється і порівнюється з даними виробника. Для закритої системи кондиціонування дуже важлива герметичність, оскільки холодоагент — це газ, який знайде навіть найменшу тріщину і витік. Чим менше газу в системі, тим нижче її ККД. Допустимо, якщо система зливає до 20% холодоагенту на рік. Тому його кількість необхідно перевірити і, якщо помічений дефект, поповнити [15].

У системах кондиціонування, які правильно функціонують і обслуговуються, поповнення холодоагенту може знадобитися кожні кілька років, що впливає на витрати на обслуговування системи. Фахівці перевіряють наявність витоків, підключивши агрегат і створивши розрідження. Також використовуються спеціальні електронні датчики [15].

Не забувайте, що система кондиціонування автомобіля повинна працювати регулярно протягом року. Мінімум 15 хвилин на тиждень, у тому числі і взимку, інакше компресор вимкнеться, оскільки він змащується мінеральним маслом, яке циркулює в закритій системі разом з холодоагентом [15].

Автовласникові необхідно пам'ятати про два важливих фільтри [15].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Перший безпосередньо пов'язаний із системою кондиціонування — це фільтр-осушувач. Шланги високого тиску містять зріджений холодоагент (зріджений у радіаторі-конденсаторі кондиціонера) з мінеральним маслом. Механічні забруднення, які утворюються під час роботи компресора кондиціонера, видаляються з холодоагенту і масла. Крім того, фільтр-осушувач поглинає вологу з холодоагенту і захищає компресор від корозії. Фільтр-осушувач необхідно замінювати кожні 2 роки відповідно до рекомендацій. При виявленні несправностей фільтр замінюється під час кожного ремонту системи кондиціонування (усунення течі, заміна будь-якого елемента системи) [15].

Другий фільтр належить до системи вентиляції, але його правильна робота також важлива для системи кондиціонування. Це салонний фільтр, який затримує пил та інші забруднювачі в повітрі. Найдешевші фільтри паперові, кращі — з тканини з активованим вугіллям. Старий салонний фільтр ускладнює потрапляння повітря в салон. Крім того, він здатний розмножувати грибки та бактерії, тому його також потрібно міняти щороку, а ще краще кожні півроку (особливо, коли транспортний засіб експлуатується в містах і регіонах з високим рівнем забруднення повітря) [15].

Несправності системи кондиціонування автомобіля зазвичай виникають при недбалому обслуговуванні системи або її не обслуговуванні взагалі. Також є ризик, що при купівлі вживаного автомобіля ви будете неприємно здивовані поломкою системи кондиціонування. В такому випадку це також може бути пов'язано з недбалим обслуговуванням системи або наслідками ДТП, в яку потрапив автомобіль [15].

На жаль, трапляються й неприємні афери щодо використання легкозаймистого газу пропан-бутан у системах кондиціонування при купівлі вживаних автомобілів. Таким чином, шахраї заощаджують, замінюючи фактичний холодоагент і збільшують свій прибуток. Кілька сотень грамів у легкозаймистій газовій системі можуть вибухнути на дуже великій потужності в дорожньо-транспортній пригоді. І це ще одна причина, чому при купівлі вживаного автомобіля у ненадійного дилера необхідно відвідати професійну

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

майстерню, яка надає послуги з обслуговування та ремонту систем кондиціонування [15].

Система кондиціонування не охолоджується, кондиціонер не вмикається або не працює — така інформація часто трапляється на різних форумах водіїв, де автовласники звертаються по допомогу. Несправності в системах кондиціонування автомобіля можуть виникнути раптово (наприклад, через раптовий витік великої кількості холодоагенту або пошкодження муфти компресора кондиціонера) або можуть поступово збільшуватися (зниження продуктивності обладнання, збільшення міцності, неприємні пари цвілі з вентиляційної системи) [15].

Типові та поширені ознаки несправності системи кондиціонування автомобіля [15]:

- Неприємний запах цвілі, що виходить від вентиляційної решітки автомобіля. У цьому винні бактерії та грибки, які поширюються на випарник системи кондиціонування. Випарник — це елемент системи кондиціонування, який монтується під панеллю приладів. Повітря, що перекачується вентилятором, проходить через випарник. Його сушать і охолоджують у випарнику. У випарнику постійно накопичується волога, що забезпечує сприятливі умови для поширення бактерій і грибків. Через їх активність виникає неприємний запах. Крім того, вони також можуть викликати різні алергії, респіраторні захворювання і навіть менінгіт.

- Проблеми з управлінням системою кондиціонування. Система має панель управління, встановлену в салоні автомобіля. Старі автомобілі мали просту панель з кнопкою та поворотними елементами управління, тоді як новіші автомобілі використовують багатофункціональні поворотні елементи керування або сенсорні екрани.

- Система може не реагувати на дії водія. Може виникнути проблема з правильною роботою екрана. Проблеми можуть виникнути через знос, коротке замикання тощо.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- Система кондиціонування взагалі не працює. Його ввімкнення не збільшує витрату палива, а холодне повітря не задувається всередину салону. У цьому випадку проблема може бути пов'язана з поломкою компресора кондиціонера. Це погана новина — компресор дуже дорогий. Однак у більшості випадків поломка може бути викликана пошкодженням муфти компресора (привід від шківа) або ременем, який передає привід на шків компресора (ремінь може бути неправильно натягнутий через пошкодження натяжного пристрою; зламанний ремінь може викликати проблему). Причиною несправності може бути занадто мала кількість холодоагенту в системі.

Системи кондиціонування повітря повинні бути захищені від увімкнення, коли концентрація холодоагенту в системі занадто низька [15]:

- Холодне повітря потрапляє в салон через решітку радіатора, але потік повітря дуже слабкий. У цьому випадку причиною несправності може бути забитий, давно не змінений салонний фільтр. Вихід з ладу системи кондиціонування повітря також може призвести до пошкодження вентилятора салону.

- Система кондиціонування повітря має дуже низьку продуктивність. Поки працює управління, система навантажує двигун і збільшує витрату палива, а охолодження дуже слабке. Це дуже поширений симптом, який попереджає про те, що в системі дуже мало холодоагенту, наприклад, витік.

- Система кондиціонування давно перевірялася. Занадто мала кількість холодоагенту та мінерального масла, що циркулює з ним, може призвести до заклинювання компресора. Витік може бути викликаний високим або низьким тиском, пошкодженням шланга, пошкодженням радіатора кондиціонера або пошкодженням з'єднання будь-якого елемента (наприклад, випарника). Конденсатор (радіатор кондиціонера) також може бути забруднений або пошкоджений.

- Дуже гучна робота компресора при ввімкненій системі кондиціонування. Причиною зазвичай є зношений підшипник компресора, рідше — внутрішнє забруднення компресора.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Ремонт систем кондиціонування автомобіля вимагає відповідного обладнання, такого як [15]:

- електронні датчики для виявлення витоків, через які просочується холодоагент;
- агрегати для обслуговування систем кондиціонування повітря, пристосовані для заміни холодоагентів і мінеральних масел і здатні створювати розрідження, з метою виявлення витоків у системі;
- діагностичні комп'ютери для зчитування можливих записаних помилок з пам'яті комп'ютера автомобіля;
- стандартні вимірювальні інструменти, такі як манометр.

2.5 Вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування кондиціонера автотранспорту MANITOU

Технічне обслуговування кондиціонера автотранспорту MANITOU є важливою складовою системи підтримання працездатності машини та створення комфортних умов праці оператора. Кондиціонер працює в умовах підвищеної запиленості, температурних коливань та вібрацій, що негативно впливає на його елементи та зменшує термін служби. Саме тому регулярне та правильно організоване технічне обслуговування дозволяє запобігти передчасному зносу обладнання та знизити ризик виникнення відмов [20].

Основною метою технічного обслуговування є підтримання ефективної роботи системи кондиціонування, своєчасне виявлення несправностей і попередження серйозних поломок. Під час ТО здійснюється контроль герметичності системи, перевірка тиску холодоагенту, очищення фільтрів та теплообмінних поверхонь, а також оцінка технічного стану компресора. Згідно з рекомендаціями з обслуговування автомобільних та спеціалізованих кондиціонерів, регулярна профілактика значно зменшує витрати на ремонт та підвищує надійність обладнання [20].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Технічне обслуговування кондиціонера автотранспорту MANITOU поділяється на кілька видів залежно від періодичності та обсягу виконуваних робіт [16].

Щоденне технічне обслуговування передбачає візуальну перевірку системи оператором перед початком роботи. Перевіряється робота вентилятора, наявність сторонніх шумів, ефективність охолодження повітря в кабіні та відсутність видимих пошкоджень [16].

Періодичне технічне обслуговування (ТО-1) виконується через визначену кількість мотогодин або не рідше одного разу на рік. Воно включає очищення повітряних фільтрів, перевірку тиску холодоагенту, огляд трубопроводів і з'єднань на герметичність, а також діагностику роботи компресора [16].

Поглиблене технічне обслуговування (ТО-2) проводиться при інтенсивній експлуатації або в складних умовах (підвищена запиленість, висока температура навколишнього середовища). Під час такого обслуговування здійснюється вакуумування системи, перевірка кількості холодоагенту, електричних з'єднань та датчиків [16].

Такі підходи відповідають загальноприйнятим стандартам обслуговування систем кондиціонування спеціальної техніки [16].

2.5.1 Технологічна послідовність виконання технічного обслуговування

Технологічний процес технічного обслуговування кондиціонера автотранспорту MANITOU складається з ряду послідовних операцій, які виконуються у встановленому порядку [20].

1. Підготовчі роботи. Перед початком технічного обслуговування автотранспорту встановлюють на рівному майданчику, двигун вимикають, а систему кондиціонування відключають від електроживлення. Забезпечується доступ до елементів кондиціонера, готуються інструменти, манометричний

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

комплект, вакуумний насос та заправне обладнання. Підготовчі роботи спрямовані на забезпечення безпечних умов виконання обслуговування [20].

2. Візуальний огляд системи. На цьому етапі проводиться огляд компресора, трубопроводів, конденсатора та випарника. Особливу увагу приділяють місцям з'єднань, де найчастіше виникають витoki холодоагенту. Також перевіряється стан кріплень, ізоляції та електропроводки. Виявлені дефекти фіксуються для подальшого усунення [20].

3 Очищення фільтрів і теплообмінників. Забруднення фільтрів та теплообмінних поверхонь призводить до зниження ефективності роботи кондиціонера та підвищеного навантаження на компресор. Під час ТО повітряні фільтри очищуються або замінюються, а поверхні конденсатора та випарника очищуються від пилу та бруду. Дані операції є обов'язковими згідно з рекомендаціями з технічного обслуговування кондиціонерів [20].

2.5.2 Перевірка герметичності та заправка системи

Наступним етапом є перевірка герметичності системи кондиціонування. За допомогою манометричного комплекту визначається тиск холодоагенту, а спеціальними засобами або електронними детекторами перевіряється відсутність витоків. Негерметичність системи призводить до зниження ефективності охолодження та може викликати вихід з ладу компресора [20].

Після усунення можливих витоків виконується вакуумування системи для видалення повітря та вологи. Далі система заправляється холодоагентом у кількості, визначеній технічною документацією виробника MANITOU. При необхідності додається компресорне мастило відповідного типу. Процедура заправки відповідає загальноприйнятим вимогам обслуговування автокондиціонерів [20].

Після завершення технічного обслуговування кондиціонер запускається в робочому режимі. Перевіряється температура повітря на виході, стабільність роботи компресора, рівень шуму та вібрацій. Також контролюється тиск у

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системі під час роботи. За результатами контрольної перевірки робиться висновок про справність системи кондиціонування [19].

Організація робочого місця повинна відповідати вимогам охорони праці. Роботи з холодоагентами виконуються в захисних рукавицях та окулярах, приміщення має бути добре вентильованим. Дотримання правил безпеки та технологічної послідовності робіт є обов'язковою умовою якісного технічного обслуговування [19].

2.6 Загальні положення ремонту кондиціонера

Ремонт кондиціонера автотранспорту MANITOU є складним технічним процесом, який виконується з метою відновлення працездатності системи кондиціонування у разі виникнення несправностей, що не можуть бути усунені в процесі планового технічного обслуговування. Умови експлуатації автотранспорту, зокрема робота в запиленних складських приміщеннях, на відкритих майданчиках та за високих температур, призводять до підвищеного зносу елементів системи кондиціонування [19].

Основними причинами проведення ремонту кондиціонера є витіки холодоагенту, відмова компресора, забруднення або механічні пошкодження теплообмінників, несправності електричних елементів керування та зношування ущільнювальних елементів. Ремонтні роботи повинні виконуватися з дотриманням вимог технічної документації виробника та чинних норм охорони праці. Відповідно до рекомендацій з ремонту автокондиціонерів, порушення технології ремонтних операцій може призвести до повторних відмов і значних матеріальних витрат [19].

Перед початком ремонтних робіт обов'язковим етапом є діагностування технічного стану кондиціонера. Метою діагностики є точне визначення несправного елемента, характеру пошкодження та доцільності ремонту або заміни вузла [16].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Діагностування включає перевірку тиску холодоагенту в системі, аналіз температурних параметрів, перевірку роботи компресора, вентилятора та електромагнітної муфти. Також проводиться візуальний огляд трубопроводів, шлангів і з'єднань на предмет механічних пошкоджень і корозії. Для виявлення витоків холодоагенту застосовуються електронні детектори або ультрафіолетові індикатори [16].

Результати діагностики дозволяють скласти перелік необхідних ремонтних операцій і визначити обсяг робіт. Згідно з методичними рекомендаціями з обслуговування кліматичних систем, точна діагностика є ключовим фактором ефективного ремонту [16].

Підготовка до ремонту кондиціонера автотранспорту MANITOU включає організаційні та технічні заходи, спрямовані на забезпечення безпеки та якості виконання робіт. Автотранспорт встановлюється на рівному майданчику, двигун зупиняється, а система кондиціонування відключається від електроживлення [32].

Перед демонтажем елементів системи проводиться повне видалення холодоагенту з використанням спеціального обладнання для рекуперації. Це необхідно для запобігання забрудненню навколишнього середовища та дотримання екологічних норм. Після цього підбирається необхідний інструмент, запасні частини, ущільнювачі та витратні матеріали [32].

Відповідно до вимог техніки безпеки, ремонтні роботи повинні виконуватися у спеціально обладнаному приміщенні з достатньою вентиляцією та освітленням, із застосуванням засобів індивідуального захисту [32].

Демонтаж кондиціонера здійснюється у визначеній технологічній послідовності. Спочатку від'єднуються трубопроводи та шланги, після чого демонтується компресор, конденсатор, випарник та інші елементи системи [17].

Ремонт компресора полягає у перевірці його механічного стану, підшипників, ущільнень та електромагнітної муфти. У разі значного зносу або внутрішніх пошкоджень компресор підлягає заміні. Частковий ремонт можливий лише за умови відповідності технічним вимогам виробника [17].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ремонт теплообмінників (конденсатора та випарника) включає очищення, усунення незначних механічних пошкоджень та перевірку герметичності. При значних пошкодженнях теплообмінники замінюються новими [17].

Ремонт трубопроводів і з'єднань полягає у заміні пошкоджених шлангів, ущільнювальних кілець та фітингів. Усі ущільнювачі під час ремонту рекомендується замінювати незалежно від їх зовнішнього стану, що відповідає стандартам ремонту автокондиціонерів [17].

Після завершення ремонтних робіт виконується монтаж усіх елементів кондиціонера у зворотній послідовності. Особлива увага приділяється правильності з'єднань та моменту затягування різьбових елементів. Після монтажу система піддається вакуумуванню для видалення повітря та вологи [19].

Далі виконується заправка кондиціонера холодоагентом у кількості, визначеній технічною документацією виробника MANITOU. При необхідності додається компресорне мастило відповідного типу. Після заправки проводиться пробний запуск системи, під час якого контролюються тиск, температура повітря, рівень шуму та стабільність роботи компресора [19].

Завершальним етапом є контрольна перевірка ефективності охолодження та відсутності витоків холодоагенту. Лише після успішного проходження контрольних випробувань кондиціонер допускається до експлуатації. Такий підхід відповідає рекомендаціям з ремонту та відновлення систем кондиціонування спеціальної техніки [19].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Використовуване обладнання для діагностики, ремонту та обслуговування кондиціонерів

Сучасний автомобіль оснащується складною кліматичною системою, яка потребує регулярного професійного обслуговування. Надійна робота автомобільного кондиціонера забезпечується своєчасною діагностикою та технічним обслуговуванням. Спеціалізовані тестери для автомобільних кліматичних систем значно підвищують ефективність сервісних робіт. Якість діагностики та обслуговування безпосередньо залежить від використовуваного діагностичного та сервісного обладнання [21].

Спеціалізоване обладнання для обслуговування автомобільних кондиціонерів [21].

MSG Equipment пропонує комплексні рішення для професійної діагностики, ремонту та обслуговування систем кондиціонування автомобілів усіх типів. Стенди для перевірки компресорів кондиціонерів та станції для промивання автокондиціонерів забезпечують усі необхідні операції з відновлення працездатності кліматичних систем. Лінійка обладнання для тестування автомобільних кондиціонерів включає [21]:

- Станції для промивання систем автокондиціонерів – забезпечують якісне промивання системи кондиціонування автомобіля, очищення трубопроводів і елементів від забруднень та старого мастила пульсуючим потоком промивальної рідини
- Стенди для діагностики компресорів автокондиціонерів – дозволяють оцінити технічний стан компресорів з ремінним приводом, що працюють на холодоагентах R134a та R1234yf, з можливістю передпродажної перевірки

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

- Спеціалізовані стенди для діагностики електрокомпресорів – розроблені для тестування високовольтних компресорів кондиціонерів гібридних автомобілів та електромобілів (200-400В)

- Тестери для перевірки електромагнітних муфт компресорів та клапанів – забезпечують діагностику електричних компонентів компресорів як у демонтованому стані, так і безпосередньо на автомобілі

Технічні можливості обладнання для діагностики кондиціонерів автомобіля [21].

Сучасне обладнання для перевірки кондиціонера автомобіля повинно забезпечувати повний цикл діагностичних і сервісних робіт. Діагностика електрокомпресорів кондиціонерів та традиційних компресорів з ремінним приводом вимагає різних технічних рішень, реалізованих в обладнанні MSG Equipment. Професійні діагностичні стенди дозволяють проводити [21]:

- Тестування всіх типів компресорів автомобільних кондиціонерів з ремінним приводом (12В і 24В)

- Перевірку високовольтних електрокомпресорів (200-400В) гібридних автомобілів та електромобілів

- Діагностику електромагнітних муфт і керуючих клапанів компресорів

- Оцінку продуктивності компресорів у різних режимах роботи

- Обкатку компресорів після ремонту та передпродажну перевірку компресорів-аналогів

- Промивання системи кондиціонування автомобіля з подальшим сушінням азотом

- Всебічне тестування автомобільних кліматичних систем різних конфігурацій

Обладнання для обслуговування автомобільних кондиціонерів має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, сенсорне або механічне керування та високий ступінь автоматизації процесів діагностики й обслуговування [21].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Стенди для перевірки компресорів кондиціонерів та спеціалізовані тестери MSG Equipment забезпечують точні результати вимірювань і високу ефективність сервісних робіт. Технічні переваги обладнання [21]:

- Автоматичний і ручний режими діагностики компресорів автокондиціонерів
- Промивання системи кондиціонування пульсуючим потоком для підвищення ефективності очищення
- Автоматичний вибір полярності при підключенні до електромагнітних компонентів
- Комплексна перевірка електромагнітних муфт компресорів з виявленням обривів, коротких замикань та наявності діода
- Тестування високовольтних компресорів кондиціонерів з використанням азоту як робочого тіла
- Спеціалізовані кріплення для підключення до різних типів компресорів
- База даних компресорів у стендах для діагностики електрокомпресорів
- Формування детальних звітів про результати діагностики з можливістю друку

Переваги обладнання MSG Equipment для діагностики автомобільних кондиціонерів [21].

Обираючи обладнання для перевірки кондиціонера автомобіля виробництва MSG Equipment, ви отримуєте [21]:

- Можливість роботи з кондиціонерами автомобілів різних типів, включаючи гібриди та електромобілі
- Високу точність діагностики, що дозволяє виявляти приховані несправності
- Автоматичне оновлення програмного забезпечення діагностичних стендів

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

- Широкий спектр захисних систем, що запобігають поломці обладнання при неправильній експлуатації
- Модульність системи, яка дозволяє підібрати оптимальний комплект для вирішення конкретних завдань
- Технічну підтримку на весь період експлуатації обладнання

Вибір оптимального набору діагностичного та сервісного обладнання залежить від специфіки вашого автосервісу, спектру обслуговуваних автомобілів і планованого обсягу робіт із системами кондиціонування. У нашому каталозі представлені різні моделі станцій, стендів і тестерів для роботи з автокондиціонерами [21].

Вивчіть технічні характеристики обладнання в каталозі нижче або зв'яжіться з нашими спеціалістами для професійної консультації щодо підбору рішень для діагностики та обслуговування автомобільних кондиціонерів, що відповідають вашим завданням і бюджету [21].

3.2 Характеристика вимірних пристроїв для забезпечення технологічного процесу кондиціонування

Установка для обслуговування кондиціонерів THINKCAR AC200

Це комплексне професійне обладнання, яке дозволяє виконувати повний цикл робіт з системами кондиціонування: вакуумування, відновлення, заправку холодоагентом та очищення. Пристрій працює з популярними холодоагентами (R134a, R1234yf) і має автоматизоване керування процесами, що значно підвищує точність обслуговування. Основні функції: автоматична заправка, управління тиском, вакуумування та автоматичне відновлення холодоагенту [9].

Застосування: сервісні центри, СТО та майстерні, що обслуговують системи кондиціонування. PRODIAG

Стенд для діагностики компресорів MS111 (MSG Equipment). Цей стенд призначений для комплексної перевірки компресорів кондиціонерів: механічного стану, електромагнітної муфти, клапанів управління, обкатки після

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

ремонту, а також передпродажної перевірки узгодженості роботи в різних режимах [9].

Переваги: автоматичний та ручний режими діагностики, підтримка різних типів компресорів, можливість друку звітів.

Значення: дозволяє виявляти приховані несправності компресорного вузла та приймати рішення щодо ремонту або заміни.

Станція для промивання систем кондиціонерів (наприклад, MS101P). Станції промивання використовуються для очищення внутрішніх магістралей і компонентів кондиціонера від залишків старого мастила, забруднень або продуктів зносу. Це важливий етап підготовки системи після демонтажу перед ремонтом або повторною заправкою [10].

Призначення: очищення трубопроводів, теплообмінників та інших елементів системи для підвищення ефективності та довговічності роботи.
msg.equipment

Манометри, колектори та адаптери. Для правильного контролю параметрів системи кондиціонування в процесі ремонту та обслуговування використовуються манометричні колектори і шланги. Манометричний колектор – дозволяє вимірювати тиск холодоагенту в лініях високого та низького тиску під час діагностики та заправки системи. Шланги, адаптери та переходники – забезпечують з'єднання обв'язки діагностичного обладнання з конкретним типом системи [18].

Такий інструмент є базовим для будь-якого сервісного центру з ремонту кондиціонерів.

Детектори витоків холодоагенту[18]. Ці прилади використовуються для виявлення негерметичних ділянок системи. Можуть бути як електронними (ультразвуковими або іонними), так і ультрафіолетовими при використанні спеціальних барвників у холодоагенті. Значення: своєчасне визначення місць витoku дозволяє швидко локалізувати несправність і уникнути втрат холодоагенту та продуктивності системи.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Вакуумний насос — це обладнання, що використовується для видалення повітря та вологи з системи кондиціонування перед заправкою холодоагентом. Наявність вакуумного насоса є обов'язковою вимогою для виконання якісного ремонту кондиціонера.

Функція: забезпечити повний вакуум у системі для попередження утворення льодових пробок і корозії.

3.3 Розрахунок параметрів пристрою для заправки кондиціонерів автотранспорту

Для забезпечення якісного технічного обслуговування систем кондиціонування автотранспорту MANITOU у умовах ФОП Желем Ігор Васильович виконується розрахунок основних параметрів пристрою для заправки кондиціонерів. Розрахунок дозволяє визначити необхідну продуктивність обладнання, параметри вакуумування, потужність електродвигуна та інші технічні характеристики установки.

Маса холодоагенту визначається за формулою:

$$m = \rho \cdot V \quad (3.1)$$

m — маса холодоагенту, кг;

ρ — густина холодоагенту R134a, кг/м³;

V — внутрішній об'єм системи кондиціонування, м³.

$$m = 1180 \cdot 0,0009 = 1,06 \text{ кг}$$

Продуктивність заправної станції:

$$Q = \frac{m}{t} \quad (3.2)$$

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Q — продуктивність установки, кг/хв;

t — час заправки, хв.

$$Q = \frac{1,06}{12} = 0,088 \text{ кг/хв}$$

Об'єм ресивера:

$$V_p = 1,25 \cdot V \quad (3.3)$$

V_p — об'єм ресивера, м³;

V — об'єм системи кондиціонування, м³.

$$V_p = 1,25 \cdot 0,0009 = 0,001125 \text{ м}^3 = 1,125 \text{ л}$$

Час вакуумування визначається:

$$t_b = \frac{V \cdot k}{S} \quad (3.4)$$

t_b — час вакуумування, год;

V — об'єм системи, л;

k — коефіцієнт запасу;

S — продуктивність вакуумного насоса, л/хв.

$$t_b = \frac{0,9 \cdot 5}{20} = 0,225 \text{ год}$$

Для забезпечення якісного вакуумування приймаємо нормативний час:

$t_b = 20 \text{ хв}$

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Потужність вакуумного насоса:

$$N = \frac{P \cdot Q}{\eta} \quad (3.5)$$

N — потужність насоса, Вт;

P — робочий тиск, Па;

Q — продуктивність насоса, м³/с;

η — ККД насоса.

$$N = \frac{100000 \cdot 0,00033}{0,75} = 44 \text{ Вт}$$

Робочий тиск нагнітання:

$$P_{\text{н}} = P_{\text{атм}} + P_{\text{над}} \quad (3.6)$$

$P_{\text{н}}$ — тиск нагнітання, МПа;

$P_{\text{атм}}$ — атмосферний тиск, МПа;

$P_{\text{над}}$ — надлишковий тиск, МПа.

$$P_{\text{н}} = 0,1 + 1,4 = 1,5 \text{ МПа}$$

Тиск всмоктування:

$$P_{\text{вс}} = P_{\text{н}} - \Delta P \quad (3.7)$$

$P_{\text{вс}}$ — тиск всмоктування, МПа;

ΔP — перепад тиску, МПа.

$$P_{\text{вс}} = 1,5 - 1,1 = 0,4 \text{ МПа}$$

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Електрична потужність:

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi \quad (3.8)$$

P — потужність, Вт;

U — напруга мережі, В;

I — сила струму, А;

$\cos\varphi$ — коефіцієнт потужності.

$$P = 220 \cdot 3,2 \cdot 0,85 = 598 \text{ Вт}$$

Сила струму електродвигуна:

$$I = \frac{P}{U \cos\varphi} \quad (3.9)$$

P — потужність двигуна, Вт.

$$I = \frac{600}{220 \cdot 0,85} = 3,2 \text{ А}$$

Діаметр шланга:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad (3.10)$$

d — діаметр шланга, м;

Q — витрата холодоагенту, м³/с;

v — швидкість руху холодоагенту, м/с.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000015}{3,14 \cdot 10}} = 0,00138 \text{ м} = 1,38 \text{ мм}$$

Теплове навантаження:

$$Q_T = k \cdot F \cdot \Delta T \quad (3.11)$$

Q_T — теплове навантаження, Вт;

k — коефіцієнт теплопередачі;

F — площа теплообміну, м²;

ΔT — різниця температур, °С.

$$Q_T = 9 \cdot 1,8 \cdot 14 = 226,8 \text{ Вт}$$

Продуктивність вентилятора:

$$L = v \cdot F \cdot 3600 \quad (3.12)$$

L — продуктивність вентилятора, м³/год;

F — площа повітряного каналу, м²;

v — швидкість повітря, м/с.

$$L = 4 \cdot 0,03 \cdot 3600 = 432 \text{ м}^3/\text{год}$$

Коефіцієнт запасу продуктивності:

$$K_3 = \frac{Q_\phi}{Q_p} \quad (3.13)$$

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

K_3 — коефіцієнт запасу;

Q_ϕ — фактична продуктивність;

Q_p — розрахункова продуктивність.

$$K_3 = \frac{0,1}{0,088} = 1,14$$

Коефіцієнт корисної дії:

$$\eta = \frac{N_k}{N_3} \quad (3.14)$$

N_k — корисна потужність, Вт;

N_3 — загальна споживана потужність, Вт.

$$\eta = \frac{480}{600} = 0,8$$

Отримані результати розрахунку свідчать про те, що пристрій для заправки кондиціонерів автотранспорту MANITOU забезпечує необхідну продуктивність, достатню ефективність роботи та відповідає вимогам технічного обслуговування систем кондиціонування в умовах ФОП Желем Ігор Васильович.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Економічна доцільність удосконалення процесу технічного обслуговування кондиціонерів автонавантажувачів

У сучасних умовах розвитку транспортної та складської логістики важливе значення має ефективна експлуатація спеціальної техніки, зокрема автонавантажувачів. Від технічного стану машин значною мірою залежить продуктивність виконання вантажно-розвантажувальних робіт, безперебійність виробничих процесів та рівень економічних витрат підприємства. Однією з важливих систем сучасного автонавантажувача є система кондиціонування повітря, яка забезпечує комфортні умови праці оператора та підтримує оптимальний мікроклімат у кабіні. Особливо це важливо під час роботи в літній період або в умовах підвищених температур у виробничих приміщеннях. Несправності кондиціонера негативно впливають не лише на комфорт оператора, а й на продуктивність його праці, оскільки підвищена температура та погіршення умов праці сприяють швидкій втомлюваності та зниженню концентрації уваги [7, 8].

Для підприємства ФОП Желем Ігор Васильович питання своєчасного технічного обслуговування та ремонту кондиціонерів автонавантажувачів MANITOU є важливим фактором забезпечення ефективної роботи техніки. Під час тривалої експлуатації системи кондиціонування зазнають значних механічних і температурних навантажень, що призводить до зношування компресора, порушення герметичності магістралей, витоків холодоагенту та погіршення роботи електронних елементів керування. У разі несвоєчасного виявлення несправностей підприємство несе додаткові витрати на аварійні ремонти, заміну дорогих деталей та простої техніки. Саме тому вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування дозволяє значно зменшити експлуатаційні витрати та підвищити економічну ефективність діяльності підприємства [7, 25].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливим напрямом удосконалення технологічного процесу є використання сучасного обладнання для діагностики та заправки кондиціонерів. Автоматизовані станції технічного обслуговування дозволяють виконувати вакуумування, перевірку герметичності та заправку системи з високою точністю. Це сприяє зменшенню втрат холодоагенту, скороченню часу виконання робіт та підвищенню якості обслуговування. Крім того, використання сучасного обладнання дає можливість знизити трудомісткість ремонтних операцій та зменшити навантаження на працівників ремонтної дільниці [8, 26].

Економічна доцільність удосконалення процесу технічного обслуговування полягає також у підвищенні ресурсу роботи системи кондиціонування. Регулярне технічне обслуговування дозволяє своєчасно виявляти несправності та попереджати серйозні поломки. Це сприяє збільшенню терміну експлуатації компресора, трубопроводів, випарника та інших елементів системи кондиціонування. У результаті підприємство отримує можливість зменшити витрати на закупівлю запасних частин та проведення капітальних ремонтів [11, 25].

Не менш важливим фактором є скорочення простоїв техніки. Кожен випадок виходу кондиціонера з ладу може призводити до тимчасового припинення роботи автотранспорту або зниження ефективності праці оператора. Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування дозволяє забезпечити безперебійну роботу техніки та стабільне виконання виробничих завдань. Для підприємства малого бізнесу це має особливе значення, оскільки навіть незначні простої можуть негативно впливати на прибутковість та конкурентоспроможність підприємства [7, 11].

Таким чином, удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту кондиціонерів автотранспорту MANITOU є економічно обґрунтованим заходом, який забезпечує зниження експлуатаційних витрат, підвищення надійності роботи техніки, скорочення часу простоїв та покращення умов праці персоналу. Реалізація сучасних методів технічного обслуговування дозволяє підвищити ефективність діяльності підприємства ФОП

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Желем Ігор Васильович та забезпечити стабільну експлуатацію спеціальної техніки [8, 26].

4.2 Розрахунок економічної ефективності впровадження пристрою для заправки кондиціонерів

Для визначення економічної ефективності використання нового пристрою для заправки кондиціонерів необхідно визначити річну економію коштів від скорочення витрат на технічне обслуговування та ремонт.

Річна економія визначається за формулою:

$$E = (C_1 - C_2) \cdot N \quad (4.1)$$

E — річна економія коштів, грн;

C_1 — витрати на обслуговування одного автотранспорту до впровадження нового обладнання, грн;

C_2 — витрати після впровадження нового обладнання, грн;

N — кількість обслуговуваних автотранспорту за рік.

$$E = (4200 - 3100) \cdot 18 = 19800 \text{ грн}$$

Отже, річна економія від впровадження пристрою для заправки кондиціонерів становить 19800 грн, що підтверджує економічну доцільність модернізації технологічного процесу технічного обслуговування. Зменшення витрат досягається завдяки скороченню часу виконання робіт, зниженню втрат холодоагенту та підвищенню точності діагностування систем кондиціонування.

Термін окупності обладнання визначається за формулою:

$$T = \frac{K}{E} \quad (4.2)$$

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

T — термін окупності, роки;
K — вартість обладнання, грн;
E — річна економія, грн.

$$T = \frac{32000}{19800} = 1,62 \text{ років}$$

Таким чином, термін окупності обладнання становить приблизно 1,6 року, що є хорошим показником економічної ефективності для підприємства малого бізнесу.

4.3 Шляхи підвищення економічної ефективності ремонтної дільниці

Підвищення економічної ефективності ремонтної дільниці є одним із найважливіших завдань сучасного підприємства, яке займається технічним обслуговуванням і ремонтом спеціальної техніки. Для ФОП Желем Ігор Васильович ефективна організація ремонтної дільниці дозволяє забезпечити якісне та своєчасне обслуговування автотранспорту MANITOU, зменшити витрати на виконання ремонтних робіт і підвищити продуктивність праці працівників. У сучасних умовах конкуренції важливого значення набуває не лише якість ремонту, а й оптимізація витрат, пов'язаних із технічним обслуговуванням обладнання [7, 8].

Одним із основних напрямів підвищення економічної ефективності є впровадження сучасного технологічного обладнання для обслуговування кондиціонерів. Використання автоматизованих станцій заправки кондиціонерів, вакуумних насосів та електронних діагностичних приладів дозволяє значно скоротити час виконання робіт і підвищити точність діагностики несправностей. Завдяки цьому зменшуються витрати холодоагенту, скорочується кількість повторних ремонтів та підвищується якість обслуговування систем

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

кондиціонування. Крім того, сучасне обладнання дозволяє автоматизувати частину технологічних процесів і знизити трудомісткість робіт [25, 26].

Важливим фактором підвищення економічної ефективності є правильна організація праці працівників ремонтної дільниці. Раціональне розміщення обладнання, забезпечення необхідним інструментом та дотримання технологічної дисципліни дозволяють скоротити непродуктивні витрати робочого часу. Велике значення має також підвищення кваліфікації персоналу, оскільки сучасні системи кондиціонування містять складні електронні елементи керування та потребують використання спеціальних методів діагностики. Кваліфіковані працівники здатні швидше виявляти несправності та виконувати ремонтні роботи з меншими витратами часу і матеріалів [8, 11].

Ще одним важливим напрямом є впровадження системи планово-попереджувального технічного обслуговування. Проведення регулярної діагностики систем кондиціонування дозволяє своєчасно виявляти несправності та запобігати виникненню серйозних поломок. Це значно зменшує витрати на аварійні ремонти та сприяє підвищенню ресурсу роботи обладнання. Своєчасне очищення теплообмінників, перевірка герметичності системи та контроль стану компресора дозволяють підтримувати стабільну роботу кондиціонера та уникати додаткових витрат на заміну дорогих вузлів [7, 26].

Важливу роль у підвищенні економічної ефективності відіграє також зменшення простоїв техніки. Автонавантажувачі використовуються для виконання важливих виробничих операцій, тому їх вихід з ладу призводить до порушення виробничого процесу та фінансових втрат. Організація швидкого та якісного технічного обслуговування дозволяє скоротити тривалість ремонтів та забезпечити стабільну експлуатацію техніки. Крім того, використання сучасного обладнання дозволяє виконувати обслуговування безпосередньо на території підприємства, що також сприяє скороченню часу простою машин [11, 25].

Отже, підвищення економічної ефективності ремонтної дільниці досягається завдяки комплексному впровадженню сучасного обладнання, вдосконаленню організації праці, підвищенню кваліфікації персоналу та

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

застосуванню системи планово-попереджувального технічного обслуговування. Реалізація цих заходів дозволяє підприємству ФОП Желем Ігор Васильович зменшити експлуатаційні витрати, підвищити якість ремонту та забезпечити стабільну і надійну роботу автотранспорту MANITOU.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Організація охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту кондиціонерів автотранспорту MANITOU

Охорона праці є важливою складовою організації виробничого процесу на будь-якому підприємстві, діяльність якого пов'язана з технічним обслуговуванням та ремонтом транспортних засобів і спеціальної техніки. Для ФОП Желем Ігор Васильович забезпечення безпечних умов праці під час обслуговування кондиціонерів автотранспорту MANITOU має особливе значення, оскільки виконання ремонтних робіт пов'язане з використанням електричного обладнання, систем під тиском, хімічних речовин та механізованого інструменту. Недотримання вимог безпеки може призвести до виробничих травм, пошкодження обладнання або виникнення аварійних ситуацій. Саме тому організація охорони праці повинна бути невід'ємною частиною технологічного процесу технічного обслуговування [12, 13].

Одним із головних завдань системи охорони праці є створення безпечних і комфортних умов для працівників ремонтної дільниці. Робоче місце повинно відповідати вимогам санітарних норм та правил безпеки праці. Виробничі приміщення має бути обладнане ефективною вентиляцією, достатнім освітленням та засобами пожежогашіння. Під час роботи з кондиціонерами особливу увагу необхідно приділяти вентиляції приміщення, оскільки витік холодоагенту може негативно впливати на здоров'я працівників. Крім того, необхідно регулярно контролювати справність електрообладнання та проводити перевірку заземлення обладнання [12, 29].

Працівники, які виконують технічне обслуговування кондиціонерів, повинні проходити інструктаж з охорони праці та навчання правилам безпечного виконання робіт. До роботи допускаються лише особи, які пройшли медичний огляд, ознайомлені з технологією виконання робіт та мають необхідну кваліфікацію. Особливе значення має дотримання правил безпеки під час роботи

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

з установками для заправки кондиціонерів, вакуумними насосами та електричними приладами. Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту: рукавички, захисні окуляри та спеціальний робочий одяг [13, 31].

Важливим напрямом організації охорони праці є попередження пожежної небезпеки. У процесі технічного обслуговування кондиціонерів використовуються мастильні матеріали, електрообладнання та газоподібні речовини, які за певних умов можуть становити небезпеку займання. Для запобігання пожежам у ремонтній дільниці необхідно дотримуватися правил зберігання мастильних матеріалів, не допускати перевантаження електромережі та забезпечити наявність справних вогнегасників. Усі працівники повинні бути ознайомлені з порядком дій у разі виникнення пожежі та вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння [14, 29].

Не менш важливим фактором є дотримання вимог електробезпеки. Під час роботи з обладнанням для діагностики та заправки кондиціонерів існує ризик ураження електричним струмом. Для зниження небезпеки необхідно використовувати справне обладнання, проводити регулярну перевірку ізоляції проводів та заземлення електроустановок. Забороняється працювати з пошкодженими кабелями або несправними електроприладами. Працівники повинні знати правила надання першої допомоги у разі ураження електричним струмом [12, 31].

Отже, ефективна організація охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту кондиціонерів автотранспорту MANITOU сприяє зниженню виробничого травматизму, підвищенню безпеки праці та забезпеченню стабільної роботи ремонтної дільниці. Дотримання вимог безпеки дозволяє створити належні умови праці, зменшити ризик аварійних ситуацій та забезпечити ефективну діяльність підприємства ФОП Желем Ігор Васильович [14, 13].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

5.2 Розрахунок освітлення ремонтної дільниці

Для забезпечення безпечних умов праці важливе значення має правильна організація виробничого освітлення. Недостатнє освітлення робочої зони призводить до підвищеної втомлюваності працівників, погіршення якості виконання ремонтних робіт та зростання ризику виробничого травматизму. Тому під час проектування ремонтної дільниці необхідно виконати розрахунок необхідної кількості освітлювальних приладів [12, 13].

Світловий потік визначається за формулою:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{n \cdot \eta} \quad (4.1)$$

F — світловий потік однієї лампи, лм;

E — нормативна освітленість, лк;

S — площа приміщення, м²;

k — коефіцієнт запасу;

z — коефіцієнт нерівномірності освітлення;

n — кількість ламп;

η — коефіцієнт використання світлового потоку.

$$F = \frac{300 \cdot 72 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,55} = 8100 \text{ лм}$$

Отже, для забезпечення нормативного освітлення ремонтної дільниці необхідно використовувати лампи зі світловим потоком приблизно 8100 лм.

Потужність освітлювальної установки визначається за формулою:

$$P = N \cdot P_{\text{л}} \quad (4.2)$$

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

P — загальна потужність освітлення, Вт;

N — кількість ламп;

$P_{л}$ — потужність однієї лампи, Вт.

$$P = 8 \cdot 80 = 640 \text{ Вт}$$

Таким чином, загальна потужність системи освітлення ремонтної ділянки становить 640 Вт.

Правильно організоване освітлення забезпечує комфортні умови праці, покращує видимість під час виконання ремонтних робіт та знижує ризик виробничого травматизму. Для ремонтних ділянок рекомендується використовувати світлодіодні світильники, які характеризуються низьким споживанням електроенергії, тривалим терміном експлуатації та високою ефективністю освітлення [14, 29].

5.3 Заходи пожежної безпеки та виробничої санітарії

Пожежна безпека є одним із найважливіших елементів системи охорони праці на підприємствах, що займаються ремонтом і технічним обслуговуванням транспортної техніки. Під час обслуговування кондиціонерів автотранспорту використовуються електричне обладнання, мастильні матеріали та газоподібні холодоагенти, які можуть становити потенційну небезпеку виникнення пожежі. Тому на підприємстві необхідно забезпечити виконання комплексу організаційних та технічних заходів пожежної безпеки [12, 13].

Однією з основних причин виникнення пожеж у ремонтних майстернях є несправність електрообладнання або порушення правил його експлуатації. Для попередження аварійних ситуацій необхідно регулярно проводити перевірку стану електропроводки, контролювати справність автоматичних вимикачів та не

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

допускати перевантаження електромережі. Усі електроустановки повинні мати надійне заземлення, а працівники повинні дотримуватися правил електробезпеки [12, 29].

Важливим заходом пожежної безпеки є правильне зберігання мастильних матеріалів та балонів із холодоагентом. Забороняється зберігати легкозаймисті речовини поблизу нагрівальних приладів або джерел відкритого вогню. Балони з холодоагентом повинні зберігатися у спеціально відведених місцях із дотриманням вимог безпеки та температурного режиму. Крім того, ремонтна ділянка повинна бути забезпечена достатньою кількістю первинних засобів пожежогасіння — порошковими та вуглекислотними вогнегасниками [13, 31].

Виробнича санітарія також має важливе значення для забезпечення безпечних умов праці. Під час виконання ремонтних робіт у повітря робочої зони можуть потрапляти пари мастильних матеріалів, пил та залишки холодоагенту. Для підтримання нормального мікроклімату необхідно забезпечити ефективну вентиляцію приміщення. Система вентиляції повинна забезпечувати своєчасне видалення шкідливих речовин та подачу свіжого повітря. Оптимальна температура повітря у виробничому приміщенні повинна становити 18–22 °С [14, 29].

Для забезпечення належного санітарного стану ремонтної ділянки необхідно регулярно проводити прибирання приміщення та очищення робочих поверхонь від забруднень. Працівники повинні бути забезпечені спеціальним одягом, засобами індивідуального захисту та мати доступ до санітарно-побутових приміщень. Дотримання вимог виробничої санітарії сприяє зниженню професійних захворювань, покращенню умов праці та підвищенню продуктивності персоналу [12].

Отже, дотримання вимог пожежної безпеки та виробничої санітарії є необхідною умовою безпечної експлуатації ремонтної ділянки. Реалізація комплексу профілактичних заходів дозволяє знизити ризик виникнення аварійних ситуацій, покращити умови праці працівників та забезпечити ефективну роботу підприємства ФОП Желем Ігор Васильович [13].

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломної роботи на тему удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту кондиціонера автотранспорту MANITOU в умовах ФОП Желем Ігор Васильович було проведено комплексне дослідження особливостей роботи системи кондиціонування, організації технічного обслуговування та напрямів підвищення ефективності ремонтних робіт. У ході роботи було встановлено, що система кондиціонування є важливою складовою сучасного автотранспорту, оскільки забезпечує комфортні умови праці оператора, сприяє підвищенню продуктивності праці та позитивно впливає на безпечність виконання вантажно-розвантажувальних робіт.

Під час дослідження було проаналізовано конструкцію та принцип роботи системи кондиціонування автотранспорту MANITOU. Встановлено, що до складу системи входять компресор, конденсор, випарник, ресивер-осушувач, трубопроводи та електронні елементи керування. У процесі експлуатації система кондиціонування зазнає значних механічних, температурних та вібраційних навантажень, що може призводити до витоків холодоагенту, зниження продуктивності системи та виникнення несправностей окремих вузлів. Найбільш поширеними несправностями є порушення герметичності системи, зношування компресора, забруднення теплообмінників та несправності електричного обладнання.

У роботі було розглянуто особливості організації технічного обслуговування і ремонту кондиціонерів автотранспорту у умовах ФОП Желем Ігор Васильович. Проведений аналіз показав, що важливе значення для забезпечення ефективної експлуатації техніки має впровадження сучасних методів діагностики та використання спеціалізованого обладнання для заправки кондиціонерів. Застосування автоматизованих станцій технічного обслуговування дозволяє підвищити точність виконання робіт, скоротити витрати холодоагенту та зменшити тривалість ремонтних операцій.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

У процесі виконання роботи було проведено розрахунок параметрів пристрою для заправки кондиціонерів автотранспорту MANITOU. Визначено основні технічні характеристики установки, зокрема масу холодоагенту, продуктивність заправної станції, параметри вакуумного насоса, потужність електродвигуна, робочий тиск системи та коефіцієнт корисної дії обладнання. Проведені розрахунки підтвердили, що запропонований пристрій забезпечує необхідну продуктивність і відповідає вимогам технічного обслуговування систем кондиціонування.

Окрему увагу в дипломній роботі було приділено економічному обґрунтуванню запропонованих заходів. Проведений аналіз показав, що вдосконалення технологічного процесу технічного обслуговування дозволяє знизити витрати на ремонт і обслуговування кондиціонерів, скоротити кількість простоїв техніки та підвищити ефективність роботи підприємства. Використання сучасного обладнання сприяє зменшенню трудомісткості ремонтних робіт та підвищенню продуктивності праці персоналу. У результаті впровадження запропонованих заходів підприємство отримує економічний ефект за рахунок скорочення експлуатаційних витрат і підвищення надійності роботи автотранспорту.

У роботі також були розглянуті питання охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту кондиціонерів автотранспорту MANITOU. Було встановлено, що виконання ремонтних робіт пов'язане з впливом небезпечних і шкідливих виробничих факторів, серед яких електричний струм, підвищений тиск у системі кондиціонування, витоки холодоагенту та використання електрообладнання. Для забезпечення безпечних умов праці запропоновано комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на підвищення рівня виробничої безпеки. Зокрема, рекомендовано використовувати засоби індивідуального захисту, проводити регулярний інструктаж працівників, забезпечити ефективну вентиляцію приміщення та дотримуватись правил пожежної безпеки.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Крім того, у роботі було виконано розрахунок освітлення ремонтної дільниці, що дозволило визначити необхідну кількість і потужність освітлювальних приладів для забезпечення нормативних умов праці. Правильно організоване освітлення сприяє зниженню втомлюваності працівників, підвищує точність виконання ремонтних робіт та зменшує ризик виробничого травматизму.

Отже, у результаті виконання дипломної роботи було досягнуто поставленої мети — удосконалено технологічний процес технічного обслуговування і ремонту кондиціонера автотранспорту MANITOU в умовах ФОП Желем Ігор Васильович. Запропоновані заходи дозволяють підвищити якість технічного обслуговування, скоротити витрати на ремонт, покращити умови праці персоналу та забезпечити стабільну і надійну роботу автотранспорту. Практичне впровадження розроблених рішень сприятиме підвищенню ефективності діяльності підприємства та зменшенню експлуатаційних витрат у процесі обслуговування спеціальної техніки.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Заверуха Р.Р., Котик М.І., Хіта Ю.І. Методичні рекомендації до підготовки і оформлення кваліфікаційної роботи фахового молодшого бакалавра для здобувачів фахової передвищої освіти за освітньо-професійною програмою «Обслуговування і ремонт електричних та електронних систем автомобілів» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», галузі знань 14 «Електрична інженерія». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025. 48с.

2. Закон України «Про підприємництво» № 698-ХІІ (зі змін. та допов.).

3. Ковальчук В. М. Організація виробництва та управління на підприємстві : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 256 с.

4. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : навч. посіб. Київ : Видавничий дім, 2018. 312 с.

5. Організація автосервісного підприємства: навч. посіб. Львів, 2019. 198 с.

6. Господарський кодекс України : Закон України від 16 січ. 2003 р. № 436-IV (зі змін. та допов.).

7. Болотін О. І. Економіка автотранспортного підприємства : навч. посіб. Київ : Каравела, 2020. 304 с.

8. Ткаченко Н. М. Економіка та організація технічного сервісу : навч. посіб. Харків: ХНАДУ, 2019. 286 с.

9. Кузьмін В. М. Технічне обслуговування і ремонт автомобільних кондиціонерів : навч. посіб. Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. 248 с.

10. Сахно В. П., Поляков А. М. Системи кондиціонування повітря транспортних засобів : підручник. Харків: ХНАДУ, 2016. 312 с.

11. Кузьмін О. Є., Мельник О. Г. Основи менеджменту: підручник. Київ : Академвидав, 2018. 464 с.

12. Березуцький В.В. Охорона праці: навч. посіб. Київ: Кондор, 2021. 412с.

13. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник. Львів : Афіша, 2020. 376 с.

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

14. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підручник. Київ : Каравела, 2019. 408 с.

15. Несправність автомобільного кондиціонера - як її визначити Режим доступу: <https://motointegrator.com/ua/uk/ctatti/obslugovuvannja-ta-dogljad/nespravn-stx-avtomob-lxnogo-kondic-onera-qk-viznachiti> (дата звернення: 20.04.2026).

16. Обслуговування та ремонт автокондиціонерів Режим доступу: <https://repairkit.com.ua/ua/a512488-obsluzhivanie-avtokonditsionera-vhodyaschaya.html> (дата звернення: 21.04.2026).

17. Ремонт кондиціонерів транспортних засобів Режим доступу: <https://avtoholod.com.ua/remont-avtokondicionerov/> (дата звернення: 22.04.2026).

18. Обладнання та інструменти для обслуговування кондиціонерів Режим доступу: <https://ad-instrument.com.ua/ua/g3412619-oborudovanie-dlya-obsluzhivaniya> (дата звернення: 26.04.2026).

19. HVAC Preventive Maintenance Essentials Режим доступу: <https://www.camcode.com/blog/4-hvac-preventive-maintenance-essentials-with-checklist/> (дата звернення: 27.04.2026).

20. Технічне обслуговування автокондиціонерів Режим доступу: <https://www.ids.kiev.ua/obslugovuvannja-kondicionera-v-avto/> (дата звернення: 29.04.2026).

21. Обладнання для діагностики, ремонту та обслуговування кондиціонерів автомобілів Режим доступу: <https://msg.equipment/uk/equipment/autoclimate-system> (дата звернення: 20.04.2026).

22. З чого складається і як працює кондиціонер в автомобілі? Режим доступу: <https://avtosvit.biz/z-choho-skladajetsya-i-yak-pratsyuje-kondytsioner-v-avtomobili/> (дата звернення: 10.05.2026).

23. Як працює автомобільний кондиціонер: принцип дії та основні етапи роботи Режим доступу: <https://repairkit.com.ua/ua/a493805-kak-rabotaet->

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

avtomobilnyj.html?srsltid=AfmBOor_uNU8awm6SqDRqNHkrCPUtpsTcQBBSdtCPm3gK_FLy-_Vx0JA(дата звернення: 01.05.2026).

24. Як працює кондиціонер в автомобілі Режим доступу: <https://www.moje-auto.pl/uk/%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D1%96/%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8/%D1%8F%D0%BA-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%8E%D1%94-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%80-%D0%B2-%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%96/>(дата звернення: 12.05.2026).

25. MANITOU. Офіційний сайт компанії MANITOU. Режим доступу: <https://www.manitou.com> (дата звернення: 20.05.2026).

26. BOSCH Automotive Service Solutions. Офіційний сайт BOSCH. Режим доступу: <https://www.boschautoparts.com> (дата звернення: 21.05.2026).

27. Manitou MT — огляд модельного ряду телескопічних навантажувачів Режим доступу: <https://machineryline.ua/blog/manitou-mt-ohliad-modelnoho-riadu-teleskopichnykh-navantazhuvachiv/?srsltid=AfmBOorKhEO-xmi5XFPto-8VXiySjcIwIcWLC1ATpyDmu4qjb3Yiahhn> (дата звернення: 22.05.2026).

28. Manitou Group Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Manitou_Group (дата звернення: 11.05.2026).

29. Державна служба України з питань праці. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://dsp.gov.ua> (дата звернення: 10.05.2026).

30. Навантажувачі Manitou MLT-X 840 Режим доступу: <https://astra-group.ua/catalogue/tehnika/navantazhuvachi/manitou-25.html> (дата звернення: 22.05.2026).

31. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://dsns.gov.ua> (дата звернення: 23.05.2026).

32. Правила безпеки при роботі з холодоагентами Режим доступу: <https://www.ids.kiev.ua/bezpeka-pri-obslugovuvanni-kondycioneriv/> (дата звернення: 23.05.2026).

					<i>КРФМБ.425.01.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59