

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

**МР.АТ-79.00.00.000 ПЗ**

**Група АТм-24-2**

**Богдан ІЛЬКІВ**

**2025**

Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу Міністерства освіти і науки України  
Інститут інженерної механіки та робототехніки  
Кафедра автомобільного транспорту

Ільків Богдан Михайлович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.314  
(індекс)

## МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Тема: Підвищення безпеки виконання робіт з технічного  
обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та  
електромобілів в умовах Товариство з обмеженою відповідальністю  
«Модерн-Авто».  
(назва роботи)

Автомобільний транспорт  
(назва освітньої програми)

274-Автомобільний транспорт  
(шифр і назва спеціальності)

Б.М. Ільків

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Мельник Василь Миколайович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Криштопа С.І.

(підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра автомобільного транспорту

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність: 274 “Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри АТ

Проф. \_\_\_\_\_ С.І. Криштопа

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

## ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Студенту \_\_\_\_\_ Ільківу Богдану Михайловичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

**1. Тема роботи:** Підвищення безпеки виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів в умовах Товариство з обмеженою відповідальністю «Модерн-Авто».

керівник роботи \_\_\_\_\_ Мельник В.М., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ \_\_\_ ” грудня 2025 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_ 19.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

4.1 ВСТУП. 4.2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ДАНІ ПРО ТОВ «МОДЕРН- АВТО». 4.3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПЛАН ЗОНИ ТО І ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ. 4.4 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ В СФЕРІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ. 4.5 РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВИКОНАННЯ РОБІТ З ТО І ДІАГНОСТУВАННЯ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ. 4.6 ВИСНОВКИ. 4.7 СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ. 4.8 ДОДАТОК А – ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ.

5. Перелік графічного матеріалу

5.1 Презентаційні плакати в PowerPoint.

Консультанти по магістерській роботі із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	доц. Прунько І.Б.		

7. Дата видачі завдання 28.11.2025 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	4.1 ВСТУП. 4.2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ДАНІ ПРО ТОВ «МОДЕРН- АВТО».	01.12.2025 р.	
2	4.3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПЛАН ЗОНИ ТО І ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ.	05.12.2025 р.	
3	4.4 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ В СФЕРІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ.	08.12.2025 р.	
4	4.5 РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВИКОНАННЯ РОБІТ З ТО І ДІАГНОСТУВАННЯ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ.	11.12.2025 р.	
5	4.6 ВИСНОВКИ. 4.7 СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.	15.12.2025 р.	
6	4.8 ДОДАТОК А – ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ.	19.12.2025 р.	
7	Готовність роботи до попереднього захисту.	19.12.2025 р.	

Студент \_\_\_\_\_ **Богдан ІЛЬКІВ** \_\_\_\_\_  
 (Особистий підпис) (Розшифровка підпису)

Керівник \_\_\_\_\_ **Василь МЕЛЬНИК** \_\_\_\_\_  
 (Особистий підпис) (Розшифровка підпису)

## АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі я запропонував заходи з підвищення безпеки виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування електромобілів та гібридних автомобілів в умовах Товариство з обмеженою відповідальністю «Модерн-Авто».

В розділі 1 подали загальну характеристику СТО «Модерн-Авто», описали основні роботи, що виконуються на підприємстві.

В розділі 2 нами розроблено технологічні плани зони ТО та діагностування електромобілів та гібридних автомобілів. Підібрано відповідне обладнання та інструмент, описано основні види робіт що виконуються, їх специфіку та послідовність.

Третій розділ присвячений огляду літературних джерел в сфері технічного обслуговування і діагностування електромобілів та гібридних автомобілів, досліджено стан питання використання гібридних автомобілів та електромобілів, описано основні роботи, що виконуються з електромобілями та гібридними транспортними засобами.

Розділ 4 присвячений розробленню заходів з підвищення безпеки виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів, виконано оцінку ризиків при ТО і діагностуванні електромобілів та гібридних автомобілів, запропоновано загальні рекомендації з безпеки праці при технічному обслуговуванні і діагностуванні електромобілів та гібридних автомобілів.

Також, описано небезпеку при зіткненні електромобіля і пішоходів, заходи безпеки при роботі з високою напругою, високовольтними кабелями та компонентами електромобілів, описано призначення та роботу захисних пристроїв.

Ключові слова: електромобіль, гібридний автомобіль, технічне обслуговування, діагностика, безпека робіт, ризики, зіткнення.

## **ABSTRACT**

In my master's thesis, I proposed measures to improve the safety of performing maintenance and diagnostics of electric vehicles and hybrid vehicles in the conditions of the Limited Liability Company "Modern-Avto".

In section 1, we presented a general description of the "Modern-Avto" service station, described the main works performed at the enterprise.

In section 2, we developed technological plans for the To zone and diagnostics of electric vehicles and hybrid vehicles. The appropriate equipment and tools were selected, the main types of work performed, their specifics and sequence were described.

The third section is devoted to a review of literary sources in the field of maintenance and diagnostics of electric vehicles and hybrid vehicles, the state of the issue of using hybrid vehicles and electric vehicles was investigated, and the main works performed with electric vehicles and hybrid vehicles were described.

Chapter 4 is devoted to the development of measures to improve the safety of performing maintenance and diagnostics of hybrid and electric vehicles, a risk assessment was performed during maintenance and diagnostics of electric and hybrid vehicles, general recommendations on occupational safety during maintenance and diagnostics of electric and hybrid vehicles were proposed.

Also, the danger of collision between an electric vehicle and pedestrians is described, safety measures when working with high voltage, high-voltage cables and components of electric vehicles are described, the purpose and operation of protective devices are described.

Keywords: electric vehicle, hybrid vehicle, maintenance, diagnostics, occupational safety, risks, collisions.

## ABSTRAKT

In meiner Masterarbeit habe ich Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit bei der Wartung und Diagnose von Elektro- und Hybridfahrzeugen im Unternehmen „Modern-Avto“ vorgeschlagen.

Abschnitt 1 beschreibt die Werkstatt von „Modern-Avto“ und die dort durchgeführten Hauptarbeiten.

Abschnitt 2 entwickelt technologische Pläne für den Wartungsbereich und die Diagnose von Elektro- und Hybridfahrzeugen. Die geeigneten Geräte und Werkzeuge werden ausgewählt, die wichtigsten Arbeiten, ihre Besonderheiten und deren Abfolge beschrieben.

Abschnitt 3 befasst sich mit der Literaturrecherche zur Wartung und Diagnose von Elektro- und Hybridfahrzeugen, dem aktuellen Stand der Nutzung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen sowie der Beschreibung der wichtigsten Arbeiten an diesen Fahrzeugen.

Kapitel 4 behandelt die Entwicklung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit bei der Wartung und Diagnose von Hybrid- und Elektrofahrzeugen. Es wird eine Risikobewertung durchgeführt und allgemeine Empfehlungen zur Arbeitssicherheit bei diesen Arbeiten gegeben. Des Weiteren werden die Kollisionsgefahr zwischen Elektrofahrzeugen und Fußgängern, Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Hochspannung, Hochspannungskabeln und Komponenten von Elektrofahrzeugen sowie Zweck und Funktionsweise von Schutzeinrichtungen beschrieben.

Schlüsselwörter: Elektrofahrzeug, Hybridfahrzeug, Wartung, Diagnose, Arbeitssicherheit, Risiken, Kollisionen

## ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ДАНІ ПРО ТОВ «МОДЕРН- АВТО».....	9
1.1 Загальні дані про ТОВ «МОДЕРН- АВТО».....	9
1.2 Організаційна структура управління СТО ТОВ «Модерн- Авто».....	10
1.3 Функції і завдання основних виробничих підрозділів та їх керівників.....	10
1.4 Види послуг, що надаються ТОВ «МОДЕРН-АВТО».....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПЛАН ЗОНИ ТО І ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	14
2.1 Технологічний план зони ТО електромобілів та гібридних автомобілів.....	14
2.2 Технологічний план зони діагностування електромобілів та гібридних автомобілів.....	15
3 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ В СФЕРІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	16
3.1 Дослідження стану питання використання гібридних автомобілів та електромобілів.....	16
3.2 Основні роботи з електромобілями та гібридними транспортними засобами.....	19
4 РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВИКОНАННЯ РОБІТ З ТО І ДІАГНОСТУВАННЯ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ.....	24
4.1 Оцінка ризиків при ТО і діагностуванні електромобілів та гібридних автомобілів.....	24
4.2 Загальні рекомендації з безпеки праці при ТО і діагностуванні електромобілів та гібридних автомобілів.....	28
4.3 Безпека при зіткненні для водіїв та пішоходів.....	31
4.4 Заходи безпеки при роботі з високою напругою.....	34
4.5 Високовольтні кабелі та компоненти електромобілів.....	36
4.6 Захисні пристрої.....	48
4.7 Ризики роботи з електромобілями.....	50
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТОК А – ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ.....	62

					<b>МР.АТ-79.00.00.000 ПЗ</b>			
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Підвищення безпеки виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів в умовах Товариство з обмеженою відповідальністю «Модерн-Авто»	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Ільків Б.М.					6	82	
Перевір.	Мельник В.М.					<b>ІФНТУНГ, АТм-24-2</b>		
Реценз.								
Н. контр.	Прунько І.Б.							
Затверд.	Криштопа С.І.							

## ВСТУП

Україна, будучи розвиненою державою світу, користується усіма видами транспорту. При цьому найбільша частка за загальними обсягами перевезень (до 80%) припадає на автомобільний транспорт.

На сьогодні, у господарському комплексі та у приватному користуванні нараховувалось більше ніж 12 млн. автомобілів різних типів, у тому числі 7,5 легкових та 1,8 млн. вантажних загального призначення. Серед них, постійно зростає частка гібридних автомобілів та повних електромобілі з приводами як від одного так і декількох тягових електродвигунів.

Гібридні автомобілі та електромобілі є відносно новими на автомобільному ринку, а питання вивчення їх будови, принципів роботи та експлуатації на сьогодні є актуальним і погано висвітленим у науково-технічній літературі.

### **Актуальність теми.**

Електромобілі стали доступними з покращеними характеристиками, такими як потужніше прискорення, збільшений запас ходу та можливості швидкої зарядки. Світовий продаж електромобілів, включаючи моделі на акумуляторних батареях (BEV) і гібриди (PHEV), перевищив 5,2 млн. у 2025р. Це викликає актуальні питання щодо їх безпеки експлуатації та обслуговування автосервісах.

**Мета роботи** полягає в підвищенні безпеки виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів в умовах Товариство з обмеженою відповідальністю «Модерн-Авто».

**Об'єкт дослідження** – виробничо-технічна база СТО ТОВ «Модерн-Авто».

**Предмет дослідження** – технологічний процес з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

### **Наукова новизна та практична цінність:**

- розроблено зону ТО та діагностики техніко-експлуатаційних показників гібридних автомобілів та електромобілів;
- запроваджено більш продуктивне обладнання та інструмент;
- підвищено безпеку виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів за рахунок запровадження правил техніки безпеки з виконання відповідних робіт.

**Методи дослідження.** У роботі використано методи аналізу науково-технічної інформації, теоретичні та експериментальні дослідження ризиків при виконанні робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів в умовах СТО ТОВ «Модерн-Авто».

**Особистий внесок автора.** Автором визначено основні завдання роботи, обрано та опановано методи їх вирішення, підбрано та опрацьовано літературні джерела, здійснено аналіз і теоретичне обґрунтування зібраного матеріалу, в тому числі оцінено ризики та запроваджено правила техніки безпеки з виконання робіт по технічному обслуговуванні і діагностуванні гібридних автомобілів та електромобілів, узагальнено та сформульовано висновки.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

# 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ДАНІ ПРО ТОВ «МОДЕРН- АВТО»

## 1.1 Загальні дані про ТОВ «Модерн- Авто».

Акціонерне товариство «Модерн-Авто» зареєстроване у 2011 році рішенням Іваном-Франківського міськвиконкому.

Побудований в минулому цех дав можливість суттєво розширити ділянку кузовного ремонту з встановленням там найсучаснішого обладнання для витяжки кузовів автомобілів.

Повністю виготовлена покрівля цеху рихтування і фарбування автомобілів, що значно покращило умови праці і культуру виробництва на цій ділянці.

З 2012 року «Модерн-Авто» є офіційним атестованим дилером Peugeot. Цей статус постійно заставляє працювати над покращенням свого іміджу в регіоні, бо втратити цей статус значно легше ніж здобути його.

При виборі технології і обладнання в якості основних критеріїв брались: енергозбережливість, енергоємність, трудомісткість і матеріаломісткість процесів, надійність, виробничість, компактність, репутації фірми-виробника і в останню чергу вартість обладнання.

Враховуючи набутий досвід роботи на попередній фірмі, на даній СТО все обладнання, інструмент, розміщення постів, естетичність робочого місця, кімната-відпочинку для працівників, доступ до мережі Інтернет – все це підібрано враховуючи всі побажання робочого персоналу і висококваліфікованих спеціалістів для забезпечення якомога ідеальнішої організації праці.

ТОВ «Модерн- Авто» знаходиться за адресою м. Івано-Франківськ, вул. Максимовича 15. На території підприємства розташовано два корпуси в яких діють 12 постів ТО і ПР.

Показники генерального плану: площа території – 0,38 га; площа забудови - 910 м<sup>2</sup>; коефіцієнт щільності забудови – 0,15; коефіцієнт озеленення – 10 %.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## 1.2 Організаційна структура управління СТО ТОВ «Модерн-Авто».

Структура організації управління персоналом представлена на рис. 1.1.

Управління виробництвом ТО і ПР очолює головний майстер, який здійснює загальне керівництво виробництвом через підпорядковані йому підрозділи.

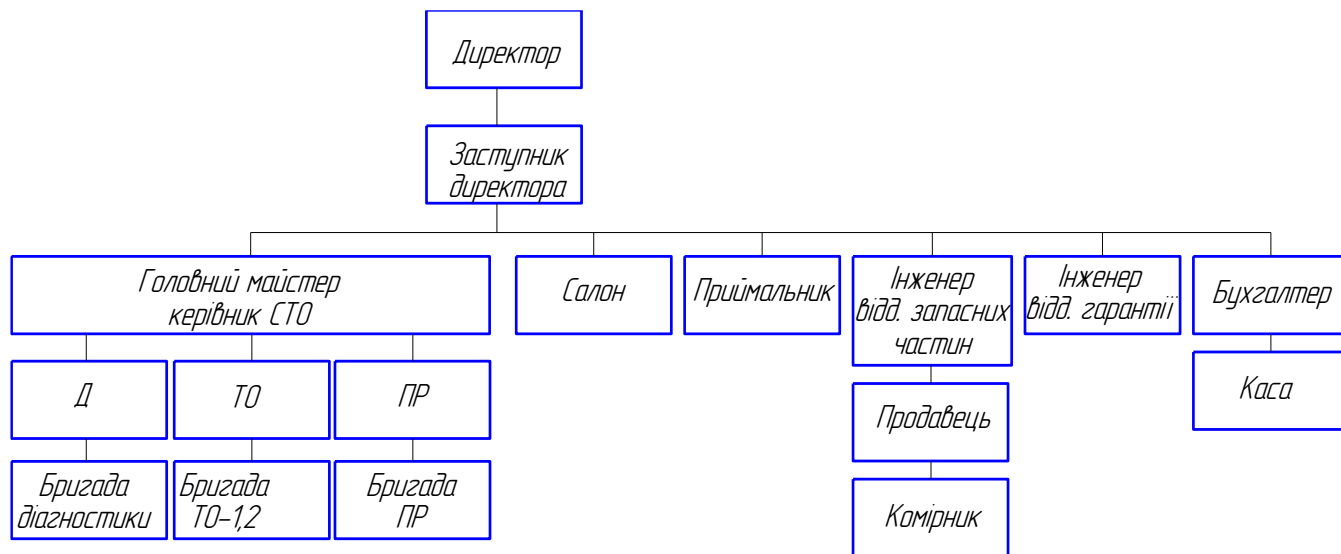


Рисунок 1.1 – Схема структури управління персоналом СТО ТОВ «Модерн- Авто»

## 1.3 Функції і завдання основних виробничих підрозділів та їх керівників.

Начальник відділу запчастин відповідає за матеріально - технічне постачання і організацією складського господарства.

Керівник СТО забезпечує утримання будівель, споруд і технологічного обладнання в справному стані.

Головний майстер здійснює керівництво проведенням всіх робіт по обслуговуванню і ремонту рухомого складу, здійснює його планування,

аналіз і удосконалення, бере участь у розробці і впроваджує заходи по підвищенню ефективності виробництва.

Майстер приймальник здійснюють прийом і випуск автомобілів, перевірку їх технічного стану, контроль якості ТО і ПР рухомого складу.

#### **1.4 Види послуг, що надаються ТОВ «Модерн-Авто».**

У даний час автомобіль для забезпечення його працездатності з моменту випуску до закінчення терміну служби піддається відповідним технічним діям у період експлуатації.

Організація проведення ТО і ремонту автомобілів регламентується “Положенням про гарантійне обслуговування легкових автомобілів, що належать громадянам”, яке визначає принципові основи організації і проведення ТО і ремонту автомобілів в межах гарантійного періоду експлуатації і розповсюджується на автомобілі, що знаходяться у власності громадян. Положення визначає функції і відповідальність підприємств - виготівників продукції; підприємств (організацій), що виконують ТО і ремонт автомобілів при їх експлуатації, виробництві робіт по обслуговуванню і ремонту.

Реалізація гарантійних зобов'язань СТО через ТО продукції протягом гарантійного періоду експлуатації вузла на який надається гарантія передбачає:

- ТО і ремонт автомобіля;
- забезпечення власників запасними частинами, спеціальним інструментом і пристосуваннями;
- забезпечення власників необхідною нормативно-технічною і технологічною документацією;
- навчання персоналу підприємств, що виконують обслуговування і ремонт автомобіля;

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- організацію нагляду за дотриманням правил виконання і якістю ТО автомобіля при експлуатації;

- збір, аналіз і використання інформації про результати експлуатації автомобілів;

- проведення корекції конструкції автомобілів і технологічних процесів його виготовлення за наслідками аналізу одержаної інформації.

Гарантійне обслуговування є комплексом робіт (операцій), пов'язаних з реалізацією гарантійних зобов'язань СТО на попередження відмов і несправностей, шкідливого впливу на оточуючу середовище, забезпечення повної працездатності вузлів що замінювалися на СТО. В перебіг гарантійного періоду експлуатації ТО автомобіля полягає в проведенні прибиральних, контрольно-діагностичних, кріпильних, регулювальних і змащувальних-заправних робіт, що забезпечують технічно справний стан систем, агрегатів, вузлів і автомобіля в цілому, і виконується за рахунок власника автомобіля, якщо інше не передбачене підприємством-виготівником.

Гарантійний ремонт - це комплекс робіт (операцій), пов'язаних з реалізацією гарантійних зобов'язань СТО і направлених на усунення несправностей, що виникли як прояв прихованих дефектів конструктивного і виробничого характеру, і відновлення повної працездатності вузла що замінювався. За умови дотримання правил експлуатації автомобіля гарантійний ремонт проводиться за рахунок СТО.

Агрегат (вузол) підлягає заміні у випадку, якщо після двократного усунення одного і того ж дефекту цей дефект виявляється знову.

Гарантійні зобов'язання на вузол втрачають силу до закінчення гарантійного періоду в наступних випадках:

- при невиконанні автовласником вимог керівництва по експлуатації в частині вживання експлуатаційних матеріалів;

- при недотриманні періодичності і об'єму виконання робіт ТО;

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- при перевищенні допустимих експлуатаційних параметрів;
- при пошкодженні, у тому числі в результаті ДТП, унаслідок якого потрібна заміна одного з агрегатів (вузлів), або ремонт (заміна) базової деталі цих агрегатів, або заміна або правка підстави;
- при використуванні автомобіля в спортивних заходах і учбових цілях.

Незалежно від форм організації ТО відповідальність за його своєчасне проведення покладається на власника автомобіля відповідно до рекомендацій інструкції по експлуатації.

Періодичність і перелік виконуваних при ТО робіт вказані в сервісних книжках автомобіля і інструкціях по його експлуатації. Кожний вигляд ТО включає строго встановлений перелік робіт (прибирально-мийні, контрольньо-діагностичні, кріпильні, змащувальні, заправні, регулювальні, електротехнічні і інші роботи, виконувані, як правило, без розбирання агрегатів і зняття з автомобіля окремих вузлів і механізмів). Всі операції діляться на дві складові частини - контрольну і виконавську. Контрольна частина (діагностична) операцій ТО повинна бути обов'язковою, а виконавська частина виконується по потребі. Це значно скорочує матеріальні і трудові витрати при ТО автомобілів. Діагностика є частиною технологічного процесу ТО і ремонту автомобіля, забезпечуючи отримання початкової інформації про його технічний стан.

Номенклатурі і об'єму технічних дій, СТО повинна забезпечити виконання будь-якого їх поєднання в строк і в повному об'ємі, тобто володіти достатньою гнучкістю управління і виробництва.

Технічне обслуговування і ремонт автотранспортних засобів виконуються на СТО відповідно до вимог діючої законодавчої, нормативно-технічної і іншої керівної документації, затвердженої в установленому порядку.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПЛАН ЗОНИ ТО І ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ

### 2.1 Технологічний план зони ТО електромобілів та гібридних автомобілів.

Зона ТО призначена для виконання контрольно-діагностичних, регулювальних, ремонтних та інших робіт з метою зменшення інтенсивності зміни параметрів технічного стану механізмів та агрегатів автомобіля у процесі експлуатації.

Роботи в зоні виконують 2 слюсарі-авторемонтники. Зона працює в одну зміну. За зміну через зону ТО проходять приблизно 3 автомобілі.

Для механізації робіт, що входять в об'єм ТО передбачене відповідне устаткування. Технологічне обладнання, яке використовується в зоні ТО підбираємо по технологічній необхідності.

В даній роботі передбачено виконання ТО на 1 тупиковому пості.

Зона ТО в плані має прямокутну форму 6,1x8,2 м, що обмежена з одного боку зоною ПР. Природне освітлення здійснюється крізь вікна та світильник, а штучне – газорозрядними люмінесцентними лампами денного світла. Відстань між елементами обладнання, обладнанням і елементами будівель відповідає нормам. При технологічному плануванні зони діагностування використовувалася маршрутна технологія. Розташування обладнання відповідає технологічному процесу виконання діагностування.

Зона ТО складається з 1 поста, на якому виконуються операції ТО вузлів та механізмів гібридного автомобіля.

Пост обладнано підіймачем, вентиляційними установками для відсмоктування відхідних газів тощо.

Відомість про технологічне обладнання зони ТО наведена на слайді 4 (додаток – А).

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

## **2.2 Технологічний план зони діагностування електромобілів та гібридних автомобілів.**

Зона діагностування призначена для виконання контрольних, діагностичних, регулювальних та інших робіт з метою зменшення інтенсивності зміни параметрів технічного стану механізмів та агрегатів автомобіля у процесі експлуатації.

Роботи в зоні виконують 2 слюсарі-авторемонтники. Зони працюють в одну зміну. За зміну через зону діагностування проходять приблизно 5 автомобілів.

Для механізації робіт, що входять в об'єм діагностування передбачене відповідне устаткування. Технологічне обладнання, яке використовується в зоні діагностування підбираємо по технологічній необхідності.

В даному проекті передбачено виконання діагностування на одному тупиковому пості.

Зона діагностування в плані має прямокутну форму 11,2х6,2 м, що обмежена з одного боку зоною ремонту. Природне освітлення здійснюється крізь вікна та світильник, а штучне – газорозрядними люмінесцентними лампами денного світла. Відстань між елементами обладнання, обладнанням і елементами будівель відповідає нормам. При технологічному плануванні зони діагностування використовувалася маршрутна технологія. Розташування обладнання відповідає технологічному процесу виконання діагностування.

Зона діагностування складається з 1 поста, на якому виконуються операції діагностування.

Пост обладнано канавою, вентиляційною установкою для відсмоктування відхідних газів тощо.

Відомість про технологічне обладнання зони діагностування наведена на слайді 5 (додаток – А).

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

## **3 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ В СФЕРІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ**

### **3.1 Дослідження стану питання використання гібридних автомобілів та електромобілів.**

На сьогодні, дуже важливо адаптувати автомобілі та обладнання до вимог щодо капітального ремонту та технічного обслуговування. Незважаючи на численні переваги та вигоду від використання BEV (електричних транспортних засобів на акумуляторах), потенційні користувачі висловлюють занепокоєння щодо технічного обслуговування та використання акумуляторних електромобілів. Водії стурбовані обмеженим запасом ходу та недостатніми можливостями заряджання. Їм доводиться змінювати свій розпорядок дня, коли вони переходять зі звичайного бензинового транспортного засобу (з двигуном внутрішнього згоряння) на BEV.

Побоювання щодо недостатнього запасу ходу транспортного засобу для досягнення пункту призначення виявилось значною перешкодою для прийняття BEV на ринок. В опитуванні, проведеному серед ентузіастів технології електромобілів та потенційних покупців, обмеження запасу ходу вважались найбільшою проблемою.

Тривога щодо запасу ходу серед водіїв виникає, коли вони не можуть передбачити запас ходу, що залишився від акумулятора. або коли їхні поїздки несподівано подовжуються. Можливим рішенням цієї проблеми є краще (більш ефективно) використання ємності акумулятора шляхом надання водіям більш надійних оцінок запасу ходу [1].

Інші літературні дані вказують на три проблеми, які заважають потенційним споживачам приймати BEV [2-4], а саме:

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- Перша - це обмежений запас ходу лише на електротязі, який стосується загальної відстані, яку BEV може подолати з повністю зарядженим акумулятором (у цьому дослідженні запас ходу називається запасом ходу акумулятора). Водії стурбовані пошуком громадських зарядних станцій, коли їм потрібно зарядити електромобіль, оскільки зарядні станції не такі поширені, як заправні станції.

- Друга проблема - це тривалий час зарядки та пов'язані з ним незручності. На відміну від заправки автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння (ICEV), яку можна виконати за лічені хвилини, повна зарядка BEV може тривати кілька годин, залежно від ємності акумулятора та потужності заряджання.

- Третя проблема - це відносно висока ціна BEV.

Занепокоєння щодо ємності акумулятора наразі є однією з найбільших перешкод для придбання електромобіля. Рішення цієї проблеми включають два основні варіанти розширення запасу ходу.

BEV: збільшена ємність акумулятора та краща доступність інфраструктури швидкої зарядки [5, 6].

Із зростанням екологічних проблем та енергетичною кризою автомобільна промисловість переживає глибоку технологічну трансформацію від транспортних засобів з двигуном внутрішнього згоряння (ICEV) до транспортних засобів з низьким рівнем викидів (LEV).

LEV складаються з акумуляторних електромобілів (BEV), гібридних електромобілів (HEV) та електромобілів на паливних елементах (FCEV). Технологічні зміни можуть революціонізувати основи автомобільної промисловості [7].

Зокрема, трансмісія BEV може замінити компоненти трансмісії ICEV акумуляторними блоками, електродвигуном та зарядним пристроєм [8].

Як нова технологія чистої енергії, BEV користуються зростаючим глобальним інтересом та постійно зростають на ринках багатьох країн.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Багато досліджень зосереджені на технологічних інноваціях (ТІ) на національному рівні, що має перевагу в тому, що пояснює, як покращити розвиток технології LEV з часом завдяки тісному зв'язку між вбудованою територіальністю та просторово розподіленими зовнішніми ефектами. Однак, спосіб інновацій та характеристики продукту в галузі BEV змінюються [7].

Фактична відстань, яку електромобіль може подолати з повністю зарядженим акумулятором, значно варіюється в реальних умовах водіння через низку факторів, включаючи стиль водіння, дорожні умови, рельєф місцевості, температуру навколишнього середовища та використання кондиціонера та інших допоміжних систем (допоміжні операції, такі як розморожування та обігрів, споживають від 10 до 50 відсотків енергії) [9].

Щоб визначити оптимальний (мінімальний) необхідний запас ходу від акумулятора, необхідно враховувати такі ключові фактори:

- Вимоги користувачів до подорожі (наприклад, відстань подорожі та місця початку та кінця подорожі);
- Зарядна інфраструктура (наприклад, розташування дому, роботи та громадських зарядних станцій);
- Індивідуальна поведінка під час заряджання (наприклад, за яких умов водії заряджають електромобілі з повністю зарядженим акумулятором) [3].

Аналіз літературних джерел вказує на постійне збільшення кількості електромобілів з повністю зарядженим акумулятором на ринку та розвиток систем, що підтримують управління енергією. В останні роки також з'явилася концепція планування заряджання для оптимізації часу та відстані подорожі. Усі ці заходи спрямовані на підвищення обізнаності користувачів щодо експлуатації та використання електромобілів на базі акумуляторних батарей (BEV), зменшення страху перед використанням BEV та збільшення кількості цих транспортних засобів на ринку.

Зростаюча енергетична криза та постійні проблеми забруднення змусили замінити транспортні засоби, що працюють на традиційному паливі,

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

на електромобілі [9, 10]. У 2020 році на транспортний сектор припадало 27% загальних викидів парникових газів (ПГ) у США, і понад 97% цих викидів ПГ становили викиди вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) від транспортних засобів на викопному паливі, як свідчать дані Агентства з охорони навколишнього середовища США за 2022 рік [11].

У світовому масштабі основним джерелом забруднюючих речовин в повітря та ПГ є транспортний сегмент. Численні дослідження вказують на перспективність використання електромобілів для навколишнього середовища з низьким рівнем викидів CO<sub>2</sub> та рухом до сталого розвитку. Зміна клімату змушує нас шукати альтернативні джерела енергії та рішення для захисту навколишнього середовища та повітря [12-15].

### **3.2 Основні роботи з електромобілями та гібридними транспортними засобами.**

Працівникам, які працюють у галузі ремонту та евакуації автомобілів, може знадобитися розвинути ширший спектр навичок і знань, а також мати доступ до спеціалізованих інструментів та обладнання, щоб мати змогу працювати безпечно.

Напруга в електричних та гібридних транспортних засобах значно вища – наразі сягає 650 вольт постійного струму (dc), ніж напруга в інших транспортних засобах (12/24 вольта dc).

У сухих умовах випадковий контакт з деталями, що перебувають під напругою понад 110 вольт постійного струму, може бути смертельним. Для електричних та гібридних транспортних засобів напруга постійного струму від 60 до 1500 вольт називається «високою напругою». Ця термінологія використовується в цьому посібнику, хоча в інших галузях промисловості висока напруга визначається по-різному.

Системи акумуляторів можуть містити хімічні речовини, які можуть бути шкідливими у разі витoku. Вони також накопичують значну кількість

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

енергії, яка може призвести до вибуху, якщо з ними не поводитися належним чином.

Існують суттєві відмінності в конструкціях електричних та гібридних транспортних засобів різних виробників. Наявність інформації, що стосується виробника та транспортного засобу, з яким проводяться роботи, важлива для визначення того, які дії необхідні для безпечної роботи.

Електромобілі використовують акумулятор великої ємності та електродвигун(и) для керування транспортним засобом. Акумулятор потрібно заряджати від мережі електропостачання, коли транспортний засіб не використовується, хоча деяка енергія може бути рекуперована під час гальмування.

Гібридні автомобілі зазвичай мають 2 джерела енергії: двигун внутрішнього згоряння, який використовує дизельне паливо або бензин, та акумулятор. Гібридні автомобілі автоматично використовують два джерела енергії та можуть використовувати обидва одночасно. Для заряджання акумулятора використовуються двигун внутрішнього згоряння та енергія, що рекуперується гальмівними системами автомобіля.

Акумулятор гібридного автомобіля з підзарядкою від мережі може заряджатися безпосередньо від електромережі.

Ризики роботи з електричними та гібридними транспортними засобами.

Електричні та гібридні транспортні засоби створюють небезпеки на робочому місці, окрім тих, що зазвичай пов'язані з ремонтом та технічним обслуговуванням транспортних засобів, евакуацією на дорогах та іншими видами діяльності, пов'язаними з транспортними засобами (рис. 3.1). До них належать:

- наявність високовольтних компонентів та кабелів, здатних спричинити смертельне ураження електричним струмом;
- накопичення електричної енергії, яке може призвести до вибуху або пожежі;

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- компоненти, які можуть залишатися під небезпечною напругою навіть після вимкнення автомобіля;
- електродвигуни або сам транспортний засіб можуть перебувати під дією магнітних сили;
- ризики враження електричним струмом, пов'язані із заміною батареї;
- потенційний викид вибухонебезпечних газів та шкідливих рідин, якщо акумулятори пошкоджені або неправильно модифіковані;
- можливість того, що люди не помічають руху транспортних засобів, оскільки під час роботи на електротязі вони працюють безшумно;
- потенційний вплив електричних систем автомобіля на медичні пристрої, такі як кардіостимулятори.

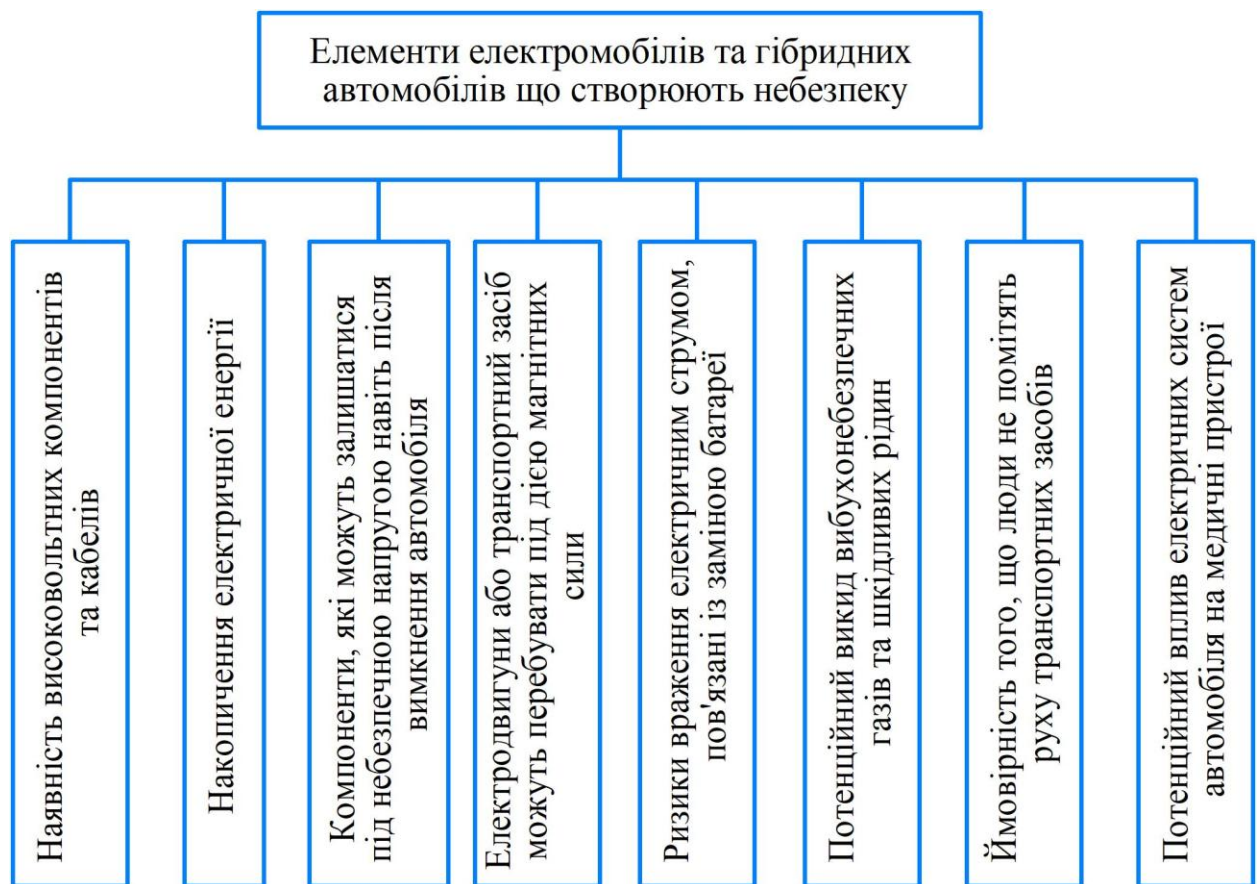


Рисунок 3.1 – Основні види небезпеки на робочому місці від електромобілів та гібридних автомобілів

Для безпечної роботи з електричними та гібридними транспортними засобами знадобляться додаткові навички та навчання. Необхідні рівні компетентності значно відрізнятимуться та залежатимуть від типу роботи, яку від людей очікують. Наприклад, усвідомлення додаткових ризиків, ймовірно, буде достатньо для людей, які займаються продажем або паркуванням автомобілів.

Однак людям, які займаються ремонтом та технічним обслуговуванням транспортних засобів, ймовірно, знадобиться набагато вищий рівень компетентності, щоб безпечно працювати з цими типами транспортних засобів рис. 3.2.

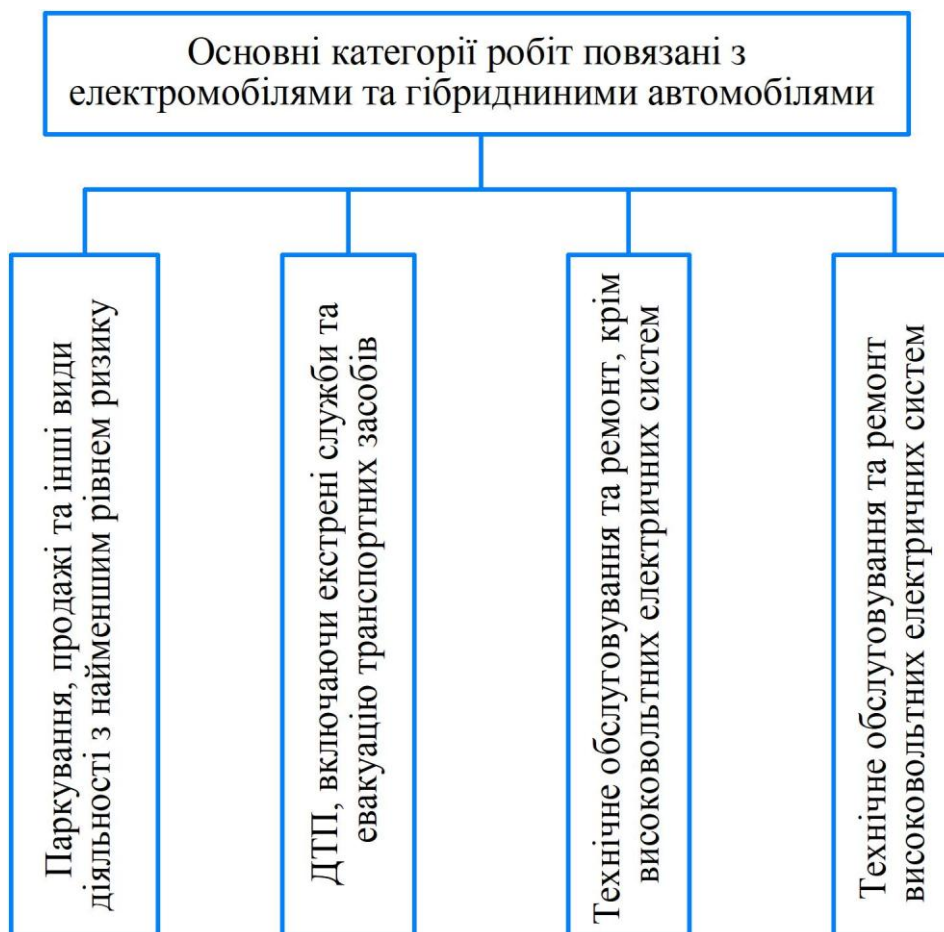


Рисунок 3.2 – Основні категорії робіт пов'язані з електромобілями та гібридними автомобілями

Визначено чотири категорії робіт. Це:

- паркування, продажі та інші види діяльності з меншим рівнем ризику;
- реагування на інциденти, включаючи екстрені служби та евакуацію транспортних засобів;
- технічне обслуговування та ремонт, крім високовольтних електричних систем;
- робота з високовольтними електричними системами.

У нашій роботі піднімаються питання, пов'язані з експлуатацією та використанням електричних, гібридних та транспортних засобів з двигунами внутрішнього згоряння. У ній аналізуються ризики при обслуговуванні та ремонту, відмови та безпека електричних, гібридних та транспортних засобів з двигунами внутрішнього згоряння.

Проміжна мета полягає в тому, щоб представити всі чотири аспекти використання електричних та гібридних транспортних засобів порівняно з транспортними засобами з двигунами внутрішнього згоряння, які завдяки своїй тривалій присутності на ринку були ретельно проаналізовані.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

## **4 РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВИКОНАННЯ РОБІТ З ТО І ДІАГНОСТУВАННЯ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ**

### **4.1 Оцінка ризиків при ТО і діагностуванні електромобілів та гібридних автомобілів.**

Безпечні методи праці при обслуговуванні усіх видів автомобілів та їх систем є важливими для безпеки працівників та інших осіб. Під час роботи з високовольтними системами техніка безпеки стає ще актуальнішою.

Електромобілі або гібриди використовують високовольтні акумулятори, звідки енергія передається до приводного двигуна або повертається до акумуляторного блоку в дуже короткий час. Наприклад система Honda Insight, використовує акумуляторний модуль на 144 В для зберігання рекуперованої енергії. Toyota Prius спочатку використовувала акумуляторний блок на 273,6 В, але його було змінено у 2004 році на блок на 201,6 В. Напруга 400 В зараз є досить поширеною, а деякі автомобілі з напругою 700 В, тому очевидно, що існують проблеми з електробезпекою під час роботи з цими транспортними засобами.

Акумулятори та двигуни електромобілів мають високий електричний та магнітний потенціал, який може призвести до серйозних травм або смерті, якщо з ними не поводитися належним чином. Під час роботи з ними важливо, враховувати всі попередження та рекомендації з безпеки, що подають виробники.

Більшість високовольтних компонентів об'єднані в силовому блоці. Він часто розташований за задніми сидіннями або під підлогою багажного відсіку (або на всій підлозі в Tesla).

Блок являє собою повністю закриту металеву коробку. Перемикач модуля акумулятора, якщо він використовується, може бути розташований під невеликою надійною кришкою на силовому блоці.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Електродвигун розташований між двигуном і коробкою передач або як частина коробки передач на гібриді, а на чистому електромобілі, він є основним рушійним компонентом.

Деякі транспортні засоби також використовують колісні двигуни.

Електрична енергія подається до або від двигуна як правило товстими помаранчевими дротами. Якщо ці дроти потрібно від'єднати, то обов'язково слід вимкнути або знеструмити високовольтну систему. Це запобіжить ризику ураження електричним струмом або короткого замикання високовольтної системи.

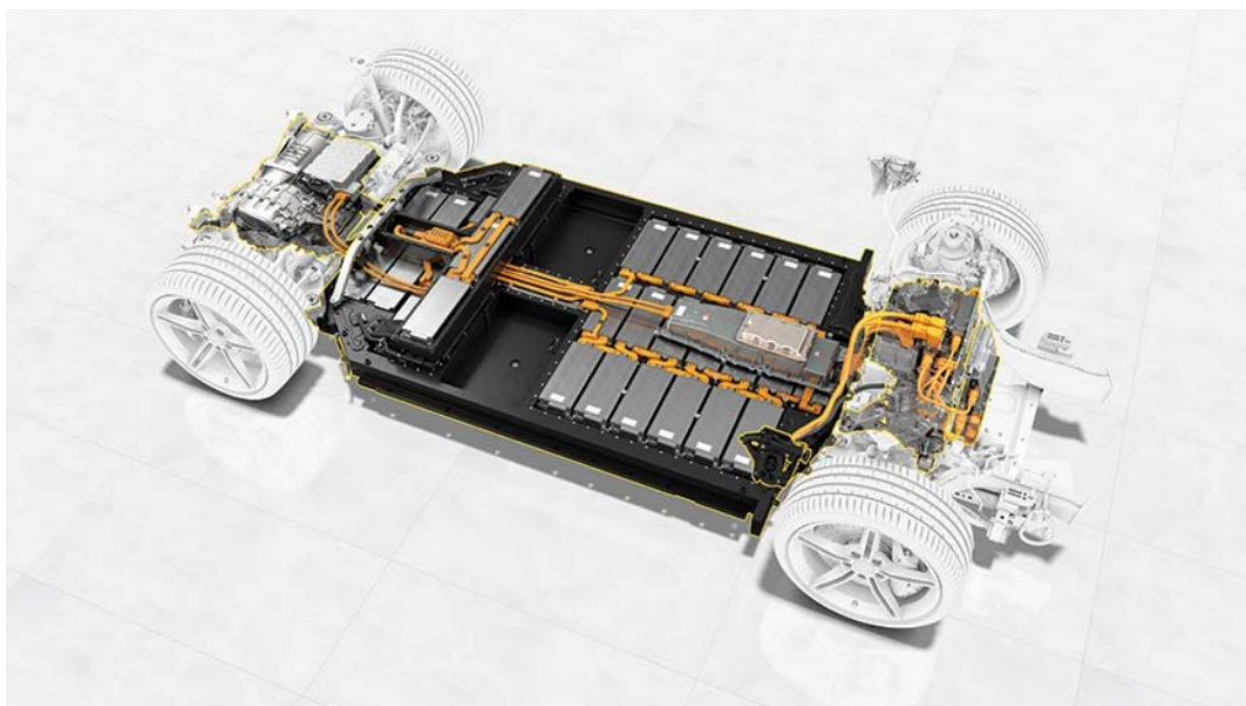


Рисунок 4.1 – Компоненти акумулятора та приводу електромобіля [1]

IMI TechSafe™ – це професійне визнання в рамках Професійного реєстру IMI. Вона підтверджує професіоналізм та безпечну практику роботи в галузі електромобілів (EV) та інших критично важливих для безпеки систем транспортних засобів, таких як автономні або вдосконалені системи допомоги водієві (ADAS) рис. 4.2.

Окрім підтвердження компетентності шляхом досягнення національно визнаних кваліфікацій або акредитацій IMI, наявність визнання IMI TechSafe

означає, що член постійно відповідає обов'язковим вимогам щодо безперервного професійного розвитку (CPD). Ці вимоги до CPD визначаються та узгоджуються консультативною групою ІМІ галузевого сектору та регулярно переглядаються [2].



**IMI TechSafe** — це набагато більше, ніж просто професійне визнання, що підтверджує професіоналізм та безпечну практику роботи в галузі електромобілів (EV) та інших критично важливих для безпеки систем транспортних засобів, таких як автономні або вдосконалені системи допомоги водієві (ADAS).

**Це також:**

- Платформа, яка заохочує вас бути в курсі останніх новинок, гарантуючи, що ви завжди будете на передовій автомобільних технологій завдяки дотриманню обов'язкових вимог CPD
- Інструмент, який допомагає вам забезпечити дотримання міжнародних урядових норм та вимог страхових компаній
- Спосіб вселити впевненість у ваших клієнтів, колег чи роботодавців у вашу здатність безпечно працювати з цими новими технологіями.
- Свідчення вашої відданості безпеці та професіоналізму в автомобільній галузі.
- Почесний знак, який ви можете з гордістю демонструвати.

Рисунок 4.2 – Професійне визнання в рамках IMI TechSafe™

Роботодавці несуть відповідальність та обов'язок дбати про те, щоб їхній персонал був компетентним до роботи з електромобілями (EV) та щоб вони відповідали вимогам правил безпеки на робочому місці.

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



компетентності. Тому безперервний професійний розвиток (CPD) є основною вимогою для того, щоб залишатися у ІМІ TechSafe.

#### 4.2 Загальні рекомендації з безпеки праці при ТО і діагностуванні електромобілів та гібридних автомобілів.

Перед технічним обслуговуванням електромобілів та гібридних автомобілів рис. 4.4:

- вимкнути запалювання та вийняти ключ;
- вимкнути вимикач модуля акумулятора або знеструмити систему;
- зачекати не менше п'ять хвилин, перш ніж виконувати будь-які процедури технічного обслуговування системи. Це дозволяє розрядити конденсатори.



Рисунок 4.4 – Операції що виконуються перед технічним обслуговуванням електромобілів та гібридних автомобілів

Під час технічного обслуговування електромобілів та гібридних автомобілів:

- завжди використовувати ізолюючі рукавички;
- використовувати ізольовані інструменти під час виконання сервісних процедур високовольтної системи. Це дозволить запобігти випадковим коротким замиканням.

**Вимоги під час технічного обслуговування електромобілів та гібридних автомобілів:**

При роботі з високовольтними елементами використовувати ізолюючі рукавички



Використовувати ізольовані інструменти під час виконання сервісних процедур високовольтних систем



Рисунок 4.5 – Використання захисних пристроїв під час технічного обслуговування електромобілів та гібридних автомобілів

Коли процес ТО необхідно перервати, поки деякі високовольтні компоненти відкриті або розібрані, необхідно переконатися, що (рис. 4.6):

- запалювання вимкнено, а ключ вийнято;
- вимикач акумуляторного модуля вимкнено;
- не підготовлені особи не мають доступу до цієї зони та не матимуть будь-якому випадкового дотику до компонентів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

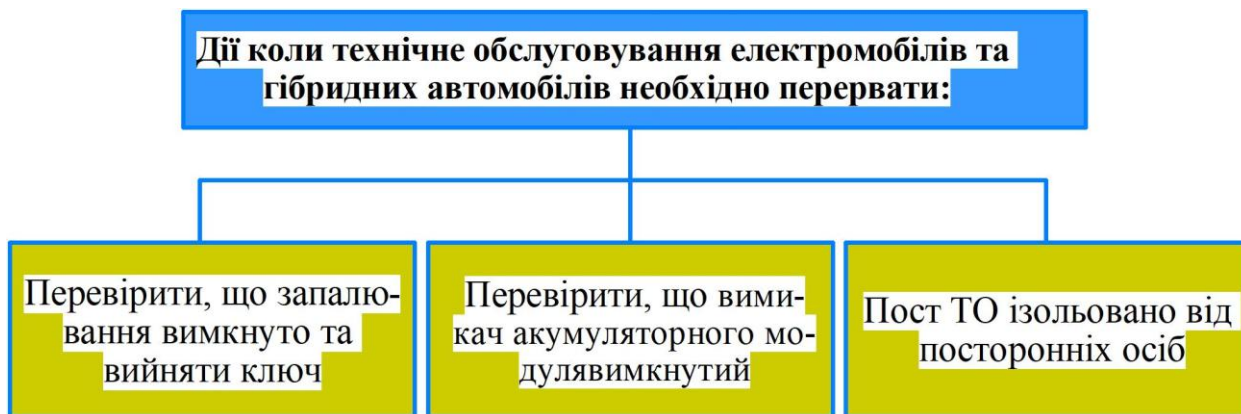


Рисунок 4.6 – Дії що виконуються коли технічне обслуговування електромобілів та гібридних автомобілів необхідно перервати

Після технічного обслуговування електромобілів та гібридних автомобілів перед увімкненням або повторним підключенням акумуляторного модуля після завершення ремонту необхідно переконатися, що рис. 4.7:



Рисунок 4.7 – Дії після технічного обслуговування електромобілів та гібридних автомобілів



показали, що шум шин попереджатиме пішоходів про наявність транспортного засобу на швидкостях понад 20 км/год.

У табл. 4.1 перелічені деякі виявлені ризики, пов'язані з транспортними засобами.

Таблиця 4.1 – Перелік ризиків пов'язаних з транспортними засобами

Ризики	Джерело негативного впливу
1	2
Ураження електричним струмом	Напруга та потенціал ураження електричним струмом під час роботи з електромобілем означають високий рівень ризику.
	<p>Висока напруга запалювання (ВН) є найімовірнішим місцем ураження електричним струмом під час роботи з ДВЗ до 40 тис. В. Необхідно використовувати ізольовані інструменти, якщо необхідно працювати з високовольтними ланцюгами запалювання при працюючому двигуні. Висока напруга також присутня в ланцюгах, що містять обмотки, через зворотну електромережу, коли вони вимкнені. Електроінструменти, що живляться від мережі, та їхні дроти повинні бути в справному стані, а також рекомендується використовувати автоматичний вимикач.</p> <p>Робота з HEV та електромобілями дозволяється лише після того, як пройдено навчання для робіт з високовольтними системами.</p>



#### 4.4 Заходи безпеки при роботі з високою напругою.

Низька напруга – це відносний термін, визначення якого залежить від контексту. Різні визначення використовуються в передачі та розподілі електроенергії, а також в електронній промисловості.

Кодекси електробезпеки визначають низьковольтні ланцюга, які звільняються від захисту, необхідного для вищих напруг. Ці визначення залежать від країни та конкретного кодексу.

Міжнародна електротехнічна комісія (IEC) надає визначення напругам табл. 4.2.

Для електромобілів згідно з документ Організації Об'єднаних Націй (ООН): Додаток 99: Правило № 100, редакція 3 зазначає: «Висока напруга» означає класифікацію електричного компонента або кола, якщо його робоча напруга становить  $> 60 \text{ В}$  та  $\leq 1500 \text{ В}$  постійного струму або  $> 30 \text{ В}$  та  $\leq 1000 \text{ В}$  змінного струму середньоквадратичне значення (RMS).

Таблиця 4.2 – Визначення напругам згідно міжнародної електротехнічної комісії

Діапазон напруги IEC	Змінний струм	Постійний струм	Визначальний ризик
Висока напруга (система живлення)	$>1000 \text{ В}$	$>1500 \text{ В}$	Електрична дуга
Низька напруга (система живлення)	$50\text{--}1000 \text{ В}$	$120\text{--}1500 \text{ В}$	Ураження електричним струмом
Надто низька напруга (система живлення)	$<50 \text{ В}$	$<120 \text{ В}$	Низький ризик

Окрім звичайних автомобільних ЗІЗ, для роботи з високовольтними системами також рекомендується використовувати наступне рис. 4.9:

- комбінезон з непровідними застібками;
- електрозахисні рукавички;
- захисне взуття з гумовою підошвою та неметалевими захисними підносками;
- захисні окуляри/захисний щиток для обличчя (за необхідності).

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) є необхідними для роботи з електромобілями.



Рисунок 4.9 – Засоби індивідуального захисту для роботи з високовольтними системами

Рукавички з електробезпеки класифікуються за рівнем захисту від напруги, який вони забезпечують. Розподіл напруги для рукавичок, що підходять для роботи з електромобілями, є таким:

- Клас 00 розрахований на максимальну робочу напругу 500 В змінного струму, 750 В постійного струму та перевірений на 2500 В змінного струму та 10 000 В постійного струму;

- Клас 0 розрахований на максимальну робочу напругу 1000 В змінного струму, 1500 В постійного струму та перевірений на 5000 В змінного струму та 20 000 В постійного струму;

- Клас 1 розрахований на максимальну робочу напругу 7500 В змінного струму, 11,250 В постійного струму та перевірений на 10 000 В змінного струму та 40 000 В постійного струму.

Використання класу 00 є достатнім, але клас 0 рекомендується, оскільки напруга електромобілів має тенденцію до зростання.

Рукавички слід перевіряти на наявність розривів, дірок, порізів та інших дефектів перед кожним використанням.

Якщо рукавички мають будь-які ознаки дефектів, їх слід вивести з експлуатації.

#### **4.5 Високовольтні кабелі та компоненти електромобілів.**

Електромобілі використовують високовольтні кабелі для передачі енергії від акумулятора для приводу на двигуни або повернення її до акумуляторної батареї за дуже короткий час.

З точки зору безпеки важливо вміти правильно ідентифікувати високовольтні кабелі та пов'язані з ними компоненти. Це як правило робиться за допомогою рис. 4.10-4.13:

- розфарбовування;
- попереджувальних символів;
- попереджувальних знаків.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

На наступних зображеннях показано розташування високовольтних компонентів та проводів (помаранчевий колір) разом з деякими попереджувальними наклейками.



Рисунок 4.10 – Помаранчеві високовольтні кабелі



Рисунок 4.11 – Наклейка «Небезпека»

										Арк.
										37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP.AT-79.00.00.000 ПЗ



Рисунок 4.12 – Попереджувальні етикетки



Рисунок 4.13 – Наклейка із загальним попередженням

						MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			38

Коли змінний струм силою понад 30 мА проходить через частину людського тіла, особа перебуває в серйозній небезпеці, якщо струм не переривається за дуже короткий час.

Захист осіб від ураження електричним струмом повинен бути забезпечений відповідно до національних стандартів, законодавчих норм, кодексів практик, офіційних посібників та циркулярів.

Ураження електричним струмом – це фізичний вплив проходження електричного струму через тіло людини. Він впливає на м'язову, кровоносну та дихальну функції, а іноді призводить до серйозних опіків. Ступінь небезпеки для потерпілого залежить від сили струму, частин тіла, через які проходить струм, та тривалості його проходження.

У публікації ІЕС 60479–1 визначено чотири зони величини струму/тривалості, в кожній з яких описано патофізіологічні ефекти.

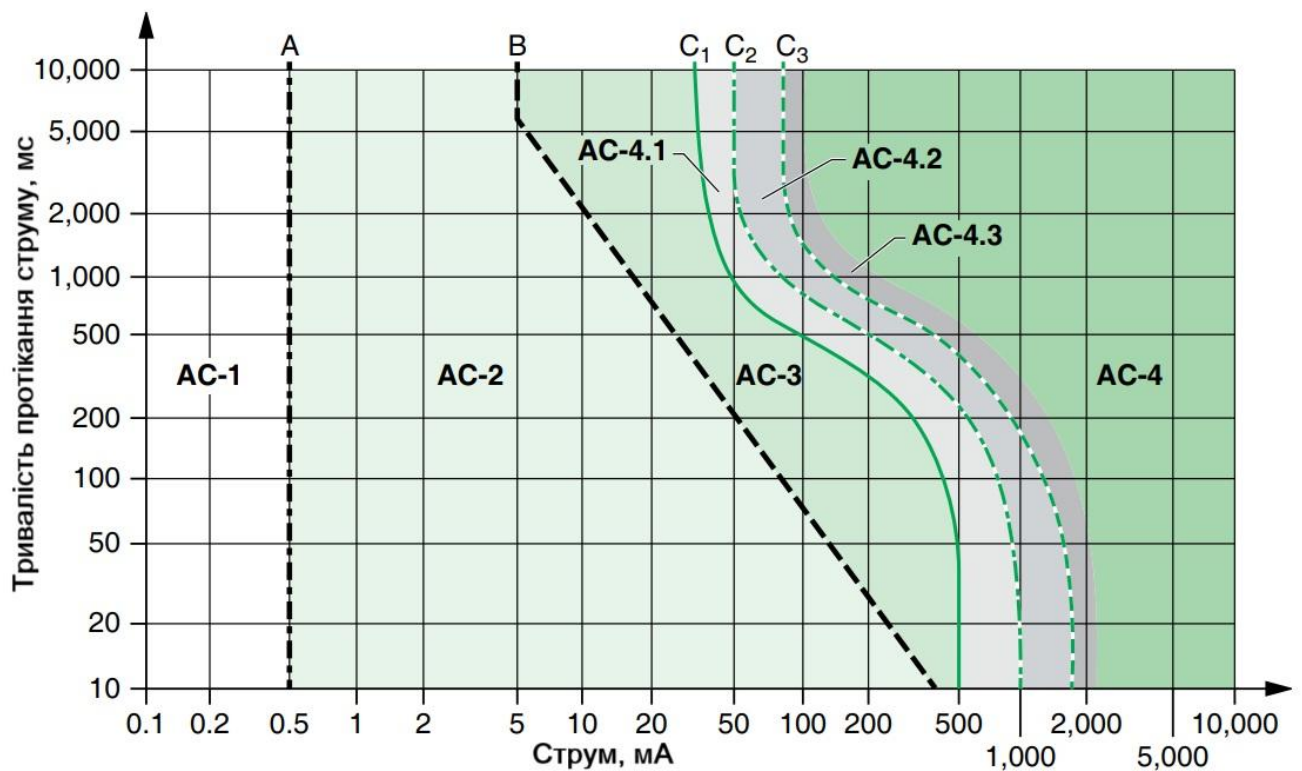
Будь-яка людина, яка контактує з металом під напругою, ризикує отримати ураження електричним струмом рис. 4.14.

Крива  $C_1$  на рис. 4.14 показує, що коли струм більше 30 мА проходить через тіло людини від однієї руки до ніг, відповідна людина, ймовірно, загине, якщо струм не буде перервано за відносно короткий час. Тому, необхідно широко застосовувати сучасні автоматичні вимикачі захисного відключення, оскільки вони можуть спрацювати до отримання серйозної травми або смерті.

Ось витяги з деяких відповідних міжнародних стандартів:

ІЕС 60479–1: Для заданого шляху струму через тіло людини небезпека для людей залежить головним чином від величини та тривалості протікання струму. Однак, часові/струмові зони, зазначені в цій публікації, у багатьох випадках не є безпосередньо застосовними на практиці для проектування заходів захисту від ураження електричним струмом. Необхідним критерієм є допустима межа напруги дотику (тобто добуток струму, що проходить через тіло, називається струмом дотику, та імпедансу тіла) як функції часу.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



зона AC-1 – непомітна; AC-2 – відчутна; AC-3 – оборотні ефекти, мязове скорочення; AC-4 – можливість незворотних ефектів: AC-4.1 – ймовірність фібриляції серця до 5%, AC-4.2 – ймовірність фібриляції серця до 50 %, AC-4.3 – ймовірність фібриляції серця понад 50%; крива А – поріг сприйняття струму; крива В – поріг м’язових реакцій; крива С<sub>1</sub> – поріг 0% ймовірності фібриляції шлуночків; С<sub>2</sub> – поріг 5% ймовірності фібриляції шлуночків; С<sub>3</sub> – поріг 50% ймовірності фібриляції шлуночків

Рисунок 4.14 – Зони впливу змінного струму на організм людини при переході з лівої руки на ноги

Зв'язок між струмом і напругою не є лінійним, оскільки імпеданс людського тіла змінюється залежно від напруги дотику, і тому потрібні дані про цей зв'язок. Різні частини людського тіла (такі як шкіра, кров, м'язи, інші тканини та суглоби) надають електричному струму певний імпеданс, що складається з резистивної та ємнісної складових. Значення імпедансу тіла

залежать від низки факторів, зокрема, від шляху струму, напруги дотику, тривалості протікання струму, частоти, ступеня зволоженості шкіри, площі поверхні контакту, тиску, що чиниться, та температури. Значення імпедансу, зазначені в цій технічній специфікації, є результатом ретельного вивчення експериментальних результатів, отриманих з вимірювань. Ця технічна специфікація має статус базової публікації з безпеки відповідно до Керівництва ІЕС 104.1.

ІЕС 60479–2: Ця технічна специфікація описує вплив на організм людини при проходженні через нього синусоїдального змінного струму в діапазоні частот понад 100 Гц. Вплив струму, що проходить через організм людини, для:

- змінного синусоїдального струму з постійними компонентами;
- змінного синусоїдального струму з фазовим регулюванням;
- змінного синусоїдального струму з багатоцикловим регулюванням

наведено, але вони вважаються застосовними лише для змінного струму частотою від 15 Гц до 100 Гц.

Цей стандарт також описує вплив струму, що проходить через організм людини, у вигляді одиночних односпрямованих прямокутних імпульсів, синусоїдальних імпульсів та імпульсів, що виникають внаслідок розрядів конденсаторів.

Зазначені значення вважаються застосовними для тривалості імпульсів від 0,1 мс до 10 мс включно. Цей стандарт розглядає лише кондуктивний струм, що виникає внаслідок безпосереднього прикладання джерела струму до тіла, як і ІЕС 60479–1 та ІЕС 60479–3. Він не розглядає струм, індукований всередині тіла, спричинений впливом на нього зовнішнього електромагнітного поля. Це третє видання скасовує та замінює друге видання, опубліковане в 1987 році, та є технічним переглядом.

					МР.АТ-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ураження електричним струмом постійного струму. Три основні фактори, що визначають, який вид ураження ви відчуваєте, коли струм проходить через тіло, це:

- величина струму;
- тривалість;
- частота.

Постійний струм має нульову частоту, оскільки струм постійний. Постійний струм викликає одне безперервне скорочення м'язів порівняно зі змінним струмом, який викликає серію скорочень залежно від частоти. Що стосується смертельних випадків, обидва вбивають, але потрібно більше міліампер постійного струму, ніж змінного струму при тій самій напрузі.

Як змінний, так і постійний струм можуть викликати фібриляцію серця при досить високих рівнях. Це зазвичай відбувається при 30 мА змінного струму (середньоквадратичне значення, 50-60 Гц) або 300–500 мА постійного струму.

Факти про ураження електричним струмом рис. 4.15:

- Сама величина струму та його тривалість викликають ефект. Це означає, що струм низького значення протягом тривалого часу може також бути смертельним. Ліміт струму/часу для виживання жертви при 500 мА становить 0,2 секунди, а при 50 мА – 2 секунди.

- Напруга електромережі важлива лише тому, що вона визначає величину струму. Оскільки Струм = Напруга/Опір, опір тіла є важливим фактором. Спітнілі або мокрі люди мають нижчий опір тіла, тому вони можуть бути смертельно уражені електричним струмом при нижчих напругах.

- Струм відпускання – це найвищий струм, при якому піддослідний може відпустити провідник. Вище цієї межі мимовільне стискання провідника: це 22 мА у змінному струмі та 88 мА у постійному струмі.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Тяжкість ураження електричним струмом залежить від опору тіла, напруги, сили струму, шляху проходження струму, площі контакту та тривалості контакту.

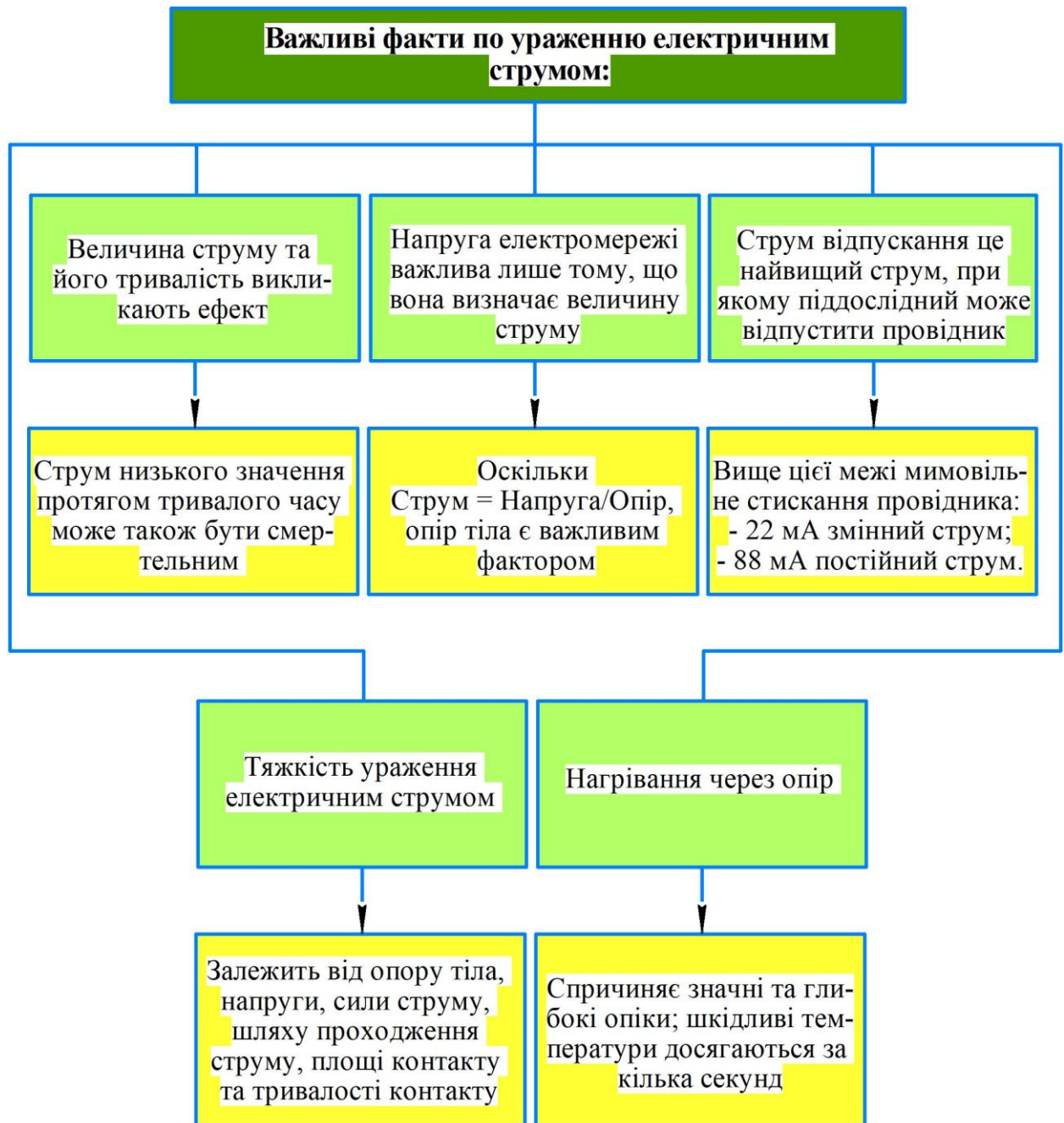


Рисунок 4.15 – Види впливу електричного струму на людину

- Нагрівання через опір може спричинити значні та глибокі опіки; шкідливі температури досягаються за кілька секунд.

Дуговий спалах – це світло та тепло, що утворюються від електричної дуги, що постачається з достатньою кількістю електричної енергії, щоб спричинити значну шкоду, шкоду здоров'ю, пожежу або травму.

Отже, окрім потенційної можливості ураження електричним струмом, необережна робота з електричними системами (за будь-якої напруги) може призвести до:

- пожежі;
- вибуху;
- викиду хімічних речовин, газів/випарів.

Ці категорії викладено нижче разом із запропонованими основними засобами контролю.

Прибирання, продажі та інші види діяльності з меншим рівнем ризику. Ключі дистанційного керування, які потрібно лише піднести до автомобіля для його ввімкнення, слід тримати подалі від транспортних засобів. Це запобігає випадковому руху автомобіля.

Люди, які переміщують ці транспортні засоби на робочому місці, повинні знати, що інші можуть не почути, як вони наближаються до них. Так само люди, які працюють поруч із електричними та гібридними транспортними засобами, повинні знати, що вони можуть рухатися без попередження.

Миття під тиском може пошкодити високовольтні електричні компоненти та кабелі. Високовольтні кабелі зазвичай мають помаранчевий колір. Перед миттям будь-яких ділянок днища кузова, включаючи моторний відсік, ознайомтеся з інструкціями виробників.

Реагування на інциденти, включаючи екстрені служби та евакуацію транспортних засобів

Транспортні засоби слід візуально перевірити на наявність ознак пошкодження високовольтних електричних компонентів або кабелів (зазвичай помаранчевого кольору). Врахуйте, чи є ймовірність порушення

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

цілісності акумулятора. Коротке замикання або втрата охолоджувальної рідини можуть стати джерелами займання у разі розливу палива. Якщо транспортний засіб пошкоджений або несправний, і якщо це безпечно зробити, ізолюйте високовольтну акумуляторну систему за допомогою ізоляційного пристрою на транспортному засобі. Зверніться до інструкцій виробника для отримання вказівок.

Під час будь-якої евакуації на евакуаторі ключ дистанційного керування слід вийняти на відповідну відстань, а стандартний акумулятор 12/24 В від'єднати, щоб запобігти активації/запуску автомобіля.

Мати доступ до надійних джерел інформації для конкретних типів транспортних засобів. Наприклад, мобільні термінали передачі даних, що використовуються пожежно-рятувальними службами, або посилення на дані виробника.

Уникайте буксирування електричних та гібридних транспортних засобів, якщо не можна переконатися, що це безпечно. Рух ведучих коліс може генерувати небезпечну напругу.

Технічне обслуговування та ремонт, крім високовольтних електричних систем

Зверніться до джерел інформації від виробника та торгових організацій щодо конкретного транспортного засобу, щоб визначити запобіжні заходи, необхідні для запобігання небезпеці.

Ключі дистанційного керування слід тримати подалі від транспортного засобу, щоб запобігти випадковому спрацьовуванню електричних систем та випадковому руху транспортного засобу. Ключі слід замкнути, щоб доступ до них контролював працівник, який працює з транспортним засобом. Якщо ключ потрібен під час роботи, працівник, який працює з транспортним засобом, повинен перевірити, чи транспортний засіб знаходиться в безпечному стані, перш ніж діставати ключ.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Візуально перевірте транспортний засіб на наявність ознак пошкодження високовольтної проводки (зазвичай помаранчевого кольору) або електричних компонентів, перш ніж розпочинати будь-які роботи з транспортним засобом.

Якщо для певного завдання не потрібне живлення транспортного засобу, завжди ізолюйте або від'єднуйте високовольтний акумулятор відповідно до інструкцій виробника.

Визначте розташування високовольтних кабелів перед виконанням таких робіт, як заміна панелей, різання або зварювання. Вживайте відповідних запобіжних заходів, щоб запобігти їх пошкодженню.

Робота з високовольтними електричними системами

Зверніться до джерел інформації від виробника (та торгових організацій) щодо конкретного транспортного засобу, щоб визначити запобіжні заходи, які необхідно вжити для запобігання небезпеці.

Ключі дистанційного керування завжди слід тримати подалі від транспортного засобу, щоб запобігти випадковому спрацьовуванню електричних систем та випадковому руху транспортного засобу. Ключі слід замкнути, щоб доступ до них контролювала особа, яка працює з транспортним засобом. Якщо ключ потрібен під час роботи, особа, яка працює з транспортним засобом, повинна перевірити, чи транспортний засіб знаходиться в безпечному стані, перш ніж діставати ключ.

Візуально перевірте транспортний засіб на наявність ознак пошкодження високовольтних електричних компонентів або кабелів (зазвичай помаранчевого кольору).

Високовольтні системи повинні бути ізольовані (тобто відключені від живлення та закріплені таким чином, щоб його неможливо було випадково знову ввімкнути) та підтвержені шляхом тестування перед початком будь-яких робіт. Завжди ізолюйте та блокуйте джерело електроенергії відповідно до інструкцій виробника. Ви завжди повинні перевіряти та доводити, що

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

будь-який високовольтний кабель або електричний компонент не працює, перш ніж виконувати будь-які роботи з ним.

Навіть ізолювані, акумулятори транспортних засобів та інші компоненти можуть містити велику кількість енергії та зберігати високу напругу. Слід використовувати лише відповідні інструменти та випробувальне обладнання. До них можуть належати електрично ізолювані інструменти та випробувальне обладнання, що відповідає стандарту GS38.

Деякі електронні компоненти можуть накопичувати небезпечну кількість електроенергії, навіть коли автомобіль вимкнений, а акумулятор ізолюваний. Зверніться до даних виробника щодо розрядки накопиченої енергії.

Можуть виникнути обставини (наприклад, після пошкодження внаслідок зіткнення), коли неможливо повністю ізолювати високовольтні електричні системи та розрядити накопичену в системі енергію. Перш ніж намагатися виконувати подальші ремонтні роботи, зверніться до інструкцій виробника щодо заходів контролю.

Акумуляторні блоки чутливі до високих температур. Зазвичай на транспортному засобі є маркування з інформацією про його максимальну температуру, і це слід враховувати під час виконання таких операцій, як фарбування, де температура в кабіні може перевищувати цю межу. Слід вжити заходів для зменшення будь-яких потенційних ризиків, наприклад, шляхом видалення акумуляторів або забезпечення ізоляції для обмеження будь-якого підвищення температури в акумуляторах.

Роботу на електрообладнанні під напругою слід розглядати лише тоді, коли немає іншого способу виконати роботу. Навіть тоді її слід розглядати лише тоді, коли це доцільно та безпечно. Вам слід враховувати ризики роботи на цьому обладнанні під напругою та вживати відповідних запобіжних заходів, включаючи, як останній захід, використання засобів

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

індивідуального захисту (ЗІЗ). Зверніться до інструкцій виробника щодо запобіжних заходів під час роботи під напругою, включаючи вимоги до ЗІЗ.

Можливо, знадобиться розмістити транспортний засіб у зоні, яку можна убезпечити таким чином, щоб люди, які можуть наражатися на небезпеку, не могли підійти до нього. Слід використовувати попереджувальні знаки, щоб попередити людей про небезпеку.

#### **4.6 Захисні пристрої.**

Захист першої лінії від високої напруги включає прямі методи, такі як:

- корпус (закриття);
- ізоляція (завжди помаранчевого кольору);
- розташування (розташування для запобігання випадковому втручанню).

Чотири основні непрямі методи захисту від високої напруги та надмірного струму це:

- запобіжники;
- мініатюрний автоматичний вимикач (МСВ);
- пристрій захисного відключення (RCD);
- автоматичний вимикач захисного відключення з перевантаженням по струму (RCBO).

Опишімо ці чотири методи більш детально.

Запобіжник – це навмисно створена слабка ланка в електричному ланцюзі, яка діє як жертвний пристрій для забезпечення захисту від перевантаження по струму. Це металевий дріт або стрічка, яка плавиться, коли через неї протікає занадто великий струм, що призводить до розриву кола.

Короткі замикання, перевантаження, невідповідні навантаження або відмова пристрою є основними причинами надмірного струму.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

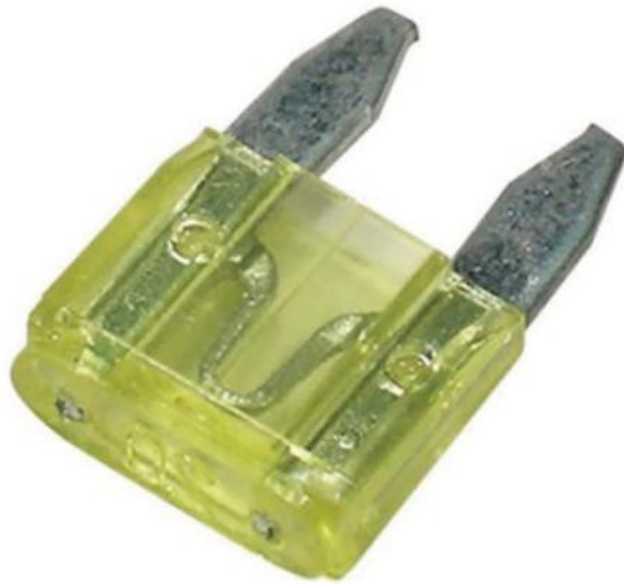


Рисунок 4.16 – Зовнішній вигляд мініатюрного запобіжника

Мініатюрний автоматичний вимикач (МСВ) виконує ту саму роботу, що й запобіжник, тобто автоматично вимикає електричне коло під час перевантаження. МСВ чутливіші до перевантаження по струму, ніж запобіжники. Їх швидко і легко скинути, просто увімкнувши знову. Більшість МСВ працюють за рахунок термічного або електромагнітного ефекту перевантаження по струму. Теплова робота досягається за допомогою біметалевої пластини.

Прогин біметалевої пластини під час її нагрівання надлишковим струмом звільняє механічну засувку та розмикає коло.

Електромагнітний тип використовує магнетизм для діяння контактів. Під час короткого замикання раптове збільшення струму змушує шток рухатися та розмикати контакти.

					МР.АТ-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49



Рисунок 4.17 – Автоматичний вимикач RCD

Пристрій захисного відключення (RCD) призначений для запобігання смертельному ураженню електричним струмом у разі дотику до з'єднання під напругою. RCD пропонують рівень особистого захисту, який звичайні запобіжники та автоматичні вимикачі не можуть забезпечити. Якщо пристрій виявляє електрику, що протікає непередбачуваним шляхом, наприклад, через людину, яка торкнулася частини під напругою, пристрій дуже швидко вимкне коло, значно знижуючи ризик смерті або серйозних травм.

(RCBO) – це тип автоматичного вимикача, призначений для захисту життя так само, як і RCD, але він також захищає від перевантаження в колі.

RCBO зазвичай має два кола для виявлення дисбалансу та перевантаження, але використовує той самий метод переривання.

#### 4.7 Ризики роботи з електромобілями.

Електромобілі створюють небезпеки на робочому місці, окрім тих, що зазвичай пов'язані з ремонтом та технічним обслуговуванням транспортних

						Арк.
					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

засобів, евакуацією на дорозі та іншими видами діяльності, пов'язаними з транспортними засобами. До них належать:

- наявність високовольтних компонентів та кабелів, здатних спричинити смертельне ураження електричним струмом;
- накопичення електричної енергії з потенціалом може спричинити вибух або пожежу;
- компоненти, які можуть зберігати небезпечну напругу навіть коли транспортний засіб вимкнено;
- електродвигуни або сам транспортний засіб, які можуть несподівано запуснутися через магнітні сили всередині двигунів;
- ризики ураження, пов'язані з заміною акумулятора;
- потенційний викид вибухонебезпечних газів та шкідливих рідин, якщо акумулятори пошкоджені або неправильно модифіковані;
- можливість того, що люди не знають про рух транспортних засобів, оскільки при електричному приводі вони працюють безшумно;
- потенційний вплив електричних систем на транспортному засобі на медичні пристрої, такі як кардіостимулятори та інсулінові контролери.

Існують правила контролю за речовинами, небезпечними для здоров'я (COSHH) щодо небезпечних хімічних речовин та сполук в акумуляторах, щоб допомогти у витоку з акумуляторних блоків.

Однак акумулятори знаходяться в захисних корпусах, і навіть якщо корпус пошкоджено, акумулятори не витікають значної кількості електроліту. NiMH та Li-ion – це сухі акумулятори, і при роздавлюванні витоку практично не буде.

З деяких моделей можуть витікати охолоджувальні рідини, і це не слід плутати з електролітом.

Отже, як ми говорили вище виділяють чотири категорії робіт:

- послуги паркувальника, продажі та інші види діяльності з меншим рівнем ризику;

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- реагування на інциденти, включаючи аварійні послуги та евакуацію транспортних засобів;

- технічне обслуговування та ремонт, за винятком високовольтних електричних систем;

- ремонт та технічне обслуговування високовольтних електричних систем.

На основі інформації від HSE ці категорії викладемо далі разом із запропонованими основними засобами контролю.

**4.7.1 Послуги паркування, продажі та інші діяльності з меншим рівнем ризику.** Ключі дистанційного керування, які потрібно перебувати поруч із транспортним засобом лише для його запуску, слід тримати подалі від транспортних засобів. Це запобігає випадковому руху транспортного засобу. Люди, які переміщують ці транспортні засоби на робочому місці, повинні бути свідомі, що інші можуть не почути, як вони наближаються до них. Аналогічно, люди, які працюють поруч із електромобілями, повинні знати, що вони можуть рухатися без попередження.

Миття під тиском може пошкодити високовольтні електричні компоненти та кабелі. Високовольтні кабелі зазвичай забарвлені в помаранчевий колір. Тому завжди слід звертатися до інструкцій виробників, перш ніж очищати будь-які ділянки днища кузова, включаючи моторний відсік.

**4.7.2 Реагування на інциденти, включаючи аварійні служби та евакуацію транспортних засобів.** Транспортні засоби слід візуально перевірити на наявність ознак пошкодження високовольтних електричних компонентів або кабелів (зазвичай пофарбованих в помаранчевий колір). Слід завжди враховувати, що може бути порушена цілісність акумулятора.

Коротке замикання або втрата охолоджувальної рідини можуть стати джерелами займання у разі розливу палива.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Якщо транспортний засіб пошкоджений або несправний і якщо це безпечно зробити, ізолюйте високовольтну акумуляторну систему за допомогою ізоляційного пристрою на транспортному засобі.

Слід звертатися до інструкцій виробника для отримання вказівок. Під час будь-якої евакуації на буксирувальний транспортний засіб, ключ дистанційного керування слід видалити на відповідну відстань, а стандартний акумулятор 12/24 В відключити, щоб запобігти активації/запуску транспортного засобу.

Слід враховувати те, що джерела інформації повинні бути для конкретних типів транспортних засобів. Наприклад, мобільні термінали передачі даних, що використовуються пожежними та рятувальними службами, або за допомогою даних виробника.

Необхідно уникати буксирування електромобілів, якщо не можна переконатися, що це безпечно, оскільки обертання ведучих коліс може генерувати небезпечну напругу.

**4.7.3 Технічне обслуговування та ремонт, за винятком високовольтних електричних систем.** Завжди слід використовувати джерела інформації щодо конкретного транспортного засобу від виробника та торгових організацій, щоб визначити запобіжні заходи, необхідні для запобігання небезпеці.

Ключі дистанційного керування слід тримати подалі від транспортного засобу, щоб запобігти будь-якому випадковому спрацьовуванню електричних систем та випадковому руху транспортного засобу.

Ключі слід заблокувати, а доступ до них контролювати особа, яка працює на транспортному засобі. Якщо ключ потрібен під час роботи, особа, яка працює на транспортному засобі, повинна перевірити, чи транспортний засіб знаходиться в безпечному стані, перш ніж ключ буде вилучено.

Необхідно візуально перевіряти транспортний засіб на наявність ознак пошкодження високовольтної кабелю (зазвичай помаранчевого кольору) або

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

електричних компонентів, перед початком будь-яких робіт на транспортному засобі. Якщо конкретне завдання не вимагає спеціалізації транспортного засобу, завжди слід ізолювати або від'єднувати високовольтний акумулятор відповідно до інструкцій виробника.

Потрібно чітко визначити розташування високовольтних кабелів перед виконанням таких завдань, як заміна панелі, різання або зварювання. Вживати відповідних запобіжних заходів, щоб запобігти їх пошкодженню.

**4.7.4 Робота з високовольтними електричними системами.** Перед початком роботи слід звернутися до джерел інформації щодо конкретного транспортного засобу від виробника та торгових організацій, щоб визначити запобіжні заходи, які вам потрібно вжити, які необхідні для запобігання небезпеці.

Ключі дистанційного керування завжди слід тримати подалі від транспортного засобу, щоб запобігти випадковому спрацьовуванню електричних систем та випадковому руху транспортного засобу.

Ключі слід замкнути, а доступ до них має контролювати особа, яка працює з транспортним засобом. Якщо ключ потрібен під час роботи, особа, яка працює з транспортним засобом, повинна перевірити, чи транспортний засіб знаходиться в безпечному стані, перш ніж дістати ключ.

Візуально перевіряти транспортний засіб на наявність ознак пошкодження високовольтних електричних компонентів або кабелів (зазвичай помаранчевого кольору).

Високовольтні системи повинні бути ізольовані (тобто живлення відключено та закріплено таким чином, щоб його не можна було випадково знову ввімкнути) та доведено несправність шляхом тестування перед початком будь-яких робіт.

Завжди слід ізолювати або блокувати джерело електрики відповідно до інструкцій виробника.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Слід завжди перевіряти та переконуватися, що будь-який високовольтний кабель або електричний компонент знеструмлено, перш ніж виконувати будь-які роботи з ним.

Навіть ізольовані, акумулятори транспортних засобів та інші компоненти можуть все ще містити велику кількість енергії та зберігати високу напругу. Слід використовувати лише відповідні ізольовані інструменти та випробувальне обладнання.

До них можуть належати електрично ізольовані інструменти та випробувальне обладнання, що відповідає стандарту GS38.

Деякі електронні компоненти можуть накопичувати небезпечну кількість електроенергії, навіть коли транспортний засіб вимкнено, а акумулятор ізольовано. Слід уважно вивчити інструкцію виробника щодо того, як розряджати накопичену енергію.

Слід пам'ятати, що можуть виникнути обставини (наприклад, після зіткнення), коли неможливо було повністю ізолювати високовольтні електричні системи та розрядити накопичену в системі енергію. Тому, необхідно звернутися до інструкцій виробника щодо того, які контрольні заходи слід вжити, перш ніж спробувати виконати подальші ремонтні роботи.

Акумуляторні блоки чутливі до високих температур. Транспортний засіб зазвичай має маркування з інформацією про його максимальну температуру, і це слід враховувати під час виконання таких операцій, як фарбування, де температура в кабіні може перевищувати цю межу.

Слід вжити заходів для зменшення будь-яких потенційних ризиків (наприклад, шляхом видалення акумуляторів або забезпечення ізоляції для обмеження будь-якого підвищення температури в акумуляторах).

Роботу з електричним обладнанням під напругою слід розглядати лише тоді, коли немає іншого способу виконати роботу. Проте, навіть тоді її слід розглядати лише коли це є доцільним та безпечним. Завжди слід враховувати

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ризика роботи з цим обладнанням під напругою та вжити відповідних запобіжних заходів, включаючи, як, останній, використання засобів індивідуального захисту. В інструкції виробника має бути інформація щодо запобіжних заходів під час роботи під напругою, включаючи вимоги до ЗІЗ.

**4.7.5 Техніка безпеки під час робіт з електромобілем.** Існує чотири етапи або процеси, які слід враховувати для безпечної роботи з електромобілем:

***Перед початком робіт.*** Електромонтажні роботи не слід розпочинати, доки не буде вжито захисних заходів від ураження електричним струмом, коротких замикань та дуг. Роботи не слід виконувати на струмопровідних частинах електричних систем та обладнання. Для цього ці системи та обладнання повинні бути переведені у ненапружений стан до та протягом робіт. Це досягається шляхом виконання цих трьох кроків (але завжди перевіряйте дані виробника):

1) Ізольуйте: вимкніть запалювання, вийміть сервісний штекер/роз'єм для обслуговування або вимкніть головний вимикач акумулятора, вийміть запобіжники/низьковольтний акумулятор, де це доречно.

2) Забезпечте захист від повторного підключення: вийміть ключ запалювання, зберігайте сервісний штекер/роз'єм для обслуговування і захищайте його від доступу, захистіть головний вимикач акумулятора від повторного підключення, наприклад, за допомогою замка, дотримуйтеся будь-яких додаткових інструкцій виробника або компанії.

3) Перевірте стан без напруги: для перевірки стану без напруги необхідно дотримуватися положень виробника транспортного засобу, необхідно використовувати відповідні тестери напруги або випробувальну апаратуру, специфічні для виробника, доки стан без напруги не буде перевірено, систему слід вважати під напругою, зачекайте ще п'ять хвилин перед виконанням будь-яких процедур технічного обслуговування системи,

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56



розібрані, переконайтеся, що транспортний засіб залишається знеструмленим та ізольованим; запалювання вимкнене, а ключ вийнято; вимикач модуля акумулятора або сервісний роз'єм залишаються вимкненими.

Непідготовлені особи не повинні мати доступу до цієї зони, щоб запобігти випадковому дотику до компонентів.

**Завершення роботи.** Після завершення роботи процес безпеки можна скасувати. Усі інструменти, матеріали та інше обладнання повинні бути спочатку видалені з місця виконання робіт та небезпечної зони. Захисні огороження, зняті перед початком робіт, повинні бути належним чином встановлені на місце, а попереджувальні знаки видалені.

Перед увімкненням акумуляторного модуля або після повторного ввімкнення живлення та після завершення ремонту переконайтеся, що всі клеми затягнуті з заданим моментом затягування, і жодні високовольтні дроти чи клеми не пошкоджені. Також слід перевірити опір ізоляції між кожною високовольтною клемою розібраної деталі та кузовом автомобіля.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

## ВИСНОВКИ

В магістерській роботі я запропонував заходи з підвищення безпеки виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування електромобілів та гібридних автомобілів в умовах Товариство з обмеженою відповідальністю «Модерн-Авто».

В розділі 1 подали загальну характеристику СТО «Модерн-Авто», описали основні роботи, що виконуються на підприємстві.

В розділі 2 нами розроблено технологічні плани зони ТО та діагностування електромобілів та гібридних автомобілів. Підібрано відповідне обладнання та інструмент, описано основні види робіт що виконуються, їх специфіку та послідовність.

Третій розділ присвячений огляду літературних джерел в сфері технічного обслуговування і діагностування електромобілів та гібридних автомобілів, досліджено стан питання використання гібридних автомобілів та електромобілів, описано основні роботи, що виконуються з електромобілями та гібридними транспортними засобами.

Розділ 4 присвячений розробленню заходів з підвищення безпеки виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів, виконано оцінку ризиків при ТО і діагностуванні електромобілів та гібридних автомобілів, запропоновано загальні рекомендації з безпеки праці при технічному обслуговуванні і діагностуванні електромобілів та гібридних автомобілів.

Також, описано небезпеку при зіткненні електромобіля і пішоходів, заходи безпеки при роботі з високою напругою, високовольтними кабелями та компонентами електромобілів, описано призначення та роботу захисних пристроїв.

В загальному, оцінено ризики при виконання робіт з електромобілями, які розділяються чотири категорії робіт:

					МР.АТ-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

- послуги паркувальника, продажі та інші види діяльності з меншим рівнем ризику;
- реагування на інциденти, включаючи аварійні послуги та евакуацію транспортних засобів;
- технічне обслуговування та ремонт, за винятком високовольтних електричних систем;
- ремонт та технічне обслуговування високовольтних електричних систем.

По кожному виду робіт нами запропоновані заходи та алгоритми дій, що забезпечать високий рівень безпеки праці при виконанні відповідних видів робіт.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Li, J.; Liang, M.; Cheng, W.; Wang, S. Life cycle cost of conventional, battery electric, and fuel cell electric vehicles considering traffic and environmental policies in China. *Int. J. Hydrogen Energy* 2021,46, 9553–9566.
2. Guo, J.; Jiang, Y.; Yu, Y.; Liu, W. A novel energy consumption prediction model with combination of road information and driving style of BEVs. *Sustain. Energy Technol. Assess.* 2020,42, 100826.
3. Wicki, M.; Brückmann, G.; Quoss, F.; Bernauer, T. What do we really know about the acceptance of battery electric vehicles?—Turns out, not much. *Transp. Rev.* 2023,43, 62–87.
4. Zhou, Y.; Wen, R.; Wang, H.; Cai, H. Optimal battery electric vehicles range: A study considering heterogeneous travel patterns, charging behaviors, and access to charging infrastructure. *Energy* 2020,197, 116945.
5. Funke, S.A.; Plotz, P.; Wietschel, M. Invest in fast-charging infrastructure or in longer battery ranges? A cost efficiency comparison for Germany. *Appl. Energy* 2019,235, 888–899.
6. Chang, T.-W. An indispensable role in promoting the electric vehicle Industry: An empirical test to explore the integration framework of electric vehicle charger and electric vehicle purchase behavior. *Transp. Res. Part A* 2023,176, 103824.
7. Yuan, X.; Li, X. Mapping the technology diffusion of battery electric vehicle based on patent analysis: A perspective of global innovation systems. *Energy* 2021,222, 119897.
8. Zhu, T.; Wills, R.G.A.; Lot, R.; Kong, X.; Yan, X. Optimal sizing and sensitivity analysis of a battery-supercapacitor energy storage system for electric vehicles. *Energy* 2021,221, 119851.

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

9. Dong, J.; Wu, X.; Liu, C.; Lin, Z.; Hu, L. The impact of reliable range estimation on battery electric vehicle feasibility. *Int. J. Sustain. Transp.* 2020,14, 833–842.

10. Veza, I.; Zacky Asy'ari, M.; Idris, M.; Epin, V.; Rizwanul Fattah, I.M.; Spraggon, M. Electric vehicle (EV) and driving towards sustainability: Comparison between EV, HEV, PHEV, and ICE vehicles to achieve net zero emissions by 2050 from EV. *Alex. Eng. J.* 2023,82, 459–467.

11. Wang, A. Economic efficiency of high-performance electric vehicle operation based on neural network algorithm. *Comput. Electr. Eng.* 2023,112, 109026.

12. Zhang, D.; Li, Y.; Li, Y.; Shen, Z. Service Failure Risk Assessment and Service Improvement of Self-Service Electric Vehicle. *Sustainability* 2022,14, 3723.

13. Bukola, P.A. Electric vehicles survey and a multifunctional artificial neural network for predicting energy consumption in all-electric vehicles. *Results Eng.* 2023,19, 101283.

14. Mehmet, S.; Sami Yigiter, M.; Ozcan, M. Why are consumers switching to electric vehicles? Analyzing consumers preferences for electric vehicles. *Case Stud. Transp. Policy* 2023,14, 101108.

15. Zeng, S.; Tanveer, A.; Fu, X.; Gu, Y.; Irfan, M. Modeling the influence of critical factors on the adoption of green energy technologies. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2022,168, 112817.

16. Expertise on the Practical Application of the Requirements of the Common Safety Method for Risk Assessment (CSM RA) by Rail Sector Entities Developed in the Form of a Guide. Available online: <https://www.era.europa.eu/> (accessed on 10 June 2023)

					MP.AT-79.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

**Комплект ілюстративного матеріалу до захисту  
магістерської роботи**

**студент групи АТм-24-2  
Ільків Богдан Михайлович**

**ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВИКОНАННЯ РОБІТ З ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ І ДІАГНОСТУВАННЯ ГІБРИДНИХ  
АВТОМОБІЛІВ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ В УМОВАХ  
ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ  
«МОДЕРН-АВТО»**

**Науковий керівник: доц. Мельник В.М.**

**Івано-франківськ  
2025р.**

# МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1

**Актуальність.** Електромобілі стали доступними з покращеними характеристиками, такими як потужніше прискорення, збільшений запас ходу та можливості швидкої зарядки. Світовий продаж електромобілів, включаючи моделі на акумуляторних батареях (BEV) і гібриди (PHEV), перевищив 5,2 млн. у 2025р. Це викликає актуальні питання щодо їх безпеки експлуатації та обслуговування автосервісах.

**Мета роботи** полягає в підвищенні безпеки виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів в умовах Товариство з обмеженою відповідальністю «Модерн-Авто».

**Об'єкт дослідження** – виробничо-технічна база СТО ТОВ «Модерн-Авто».

**Предмет дослідження** – технологічний процес з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів.

**Наукова новизна та практична цінність:**

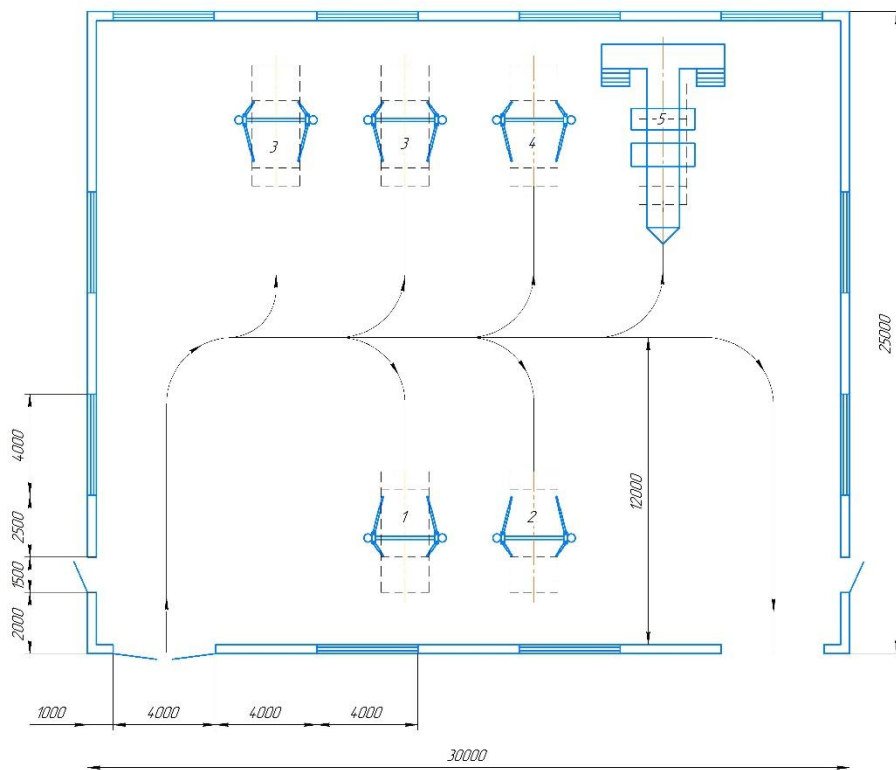
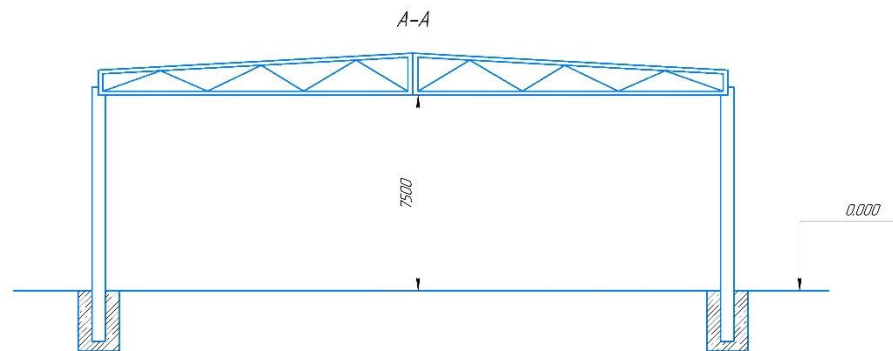
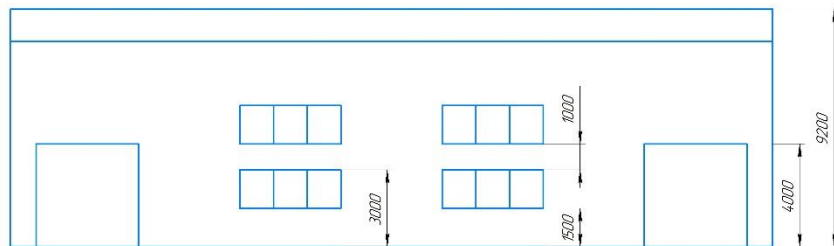
- розроблено зону ТО та діагностики техніко-експлуатаційних показників гібридних автомобілів та електромобілів;
- запроваджено більш продуктивне обладнання та інструмент;
- підвищено безпеку виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів за рахунок запровадження правил техніки безпеки з виконання відповідних робіт.

**Методи дослідження.** У роботі використано методи аналізу науково-технічної інформації, теоретичні та експериментальні дослідження ризиків при виконанні робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів в умовах СТО ТОВ «Модерн-Авто».

**Особистий внесок автора.** Автором визначено основні завдання роботи, обрано та опановано методи їх вирішення, підібрано та опрацьовано літературні джерела, здійснено аналіз і теоретичне обґрунтування зібраного матеріалу, в тому числі оцінено ризики та запроваджено правила техніки безпеки з виконання робіт по технічному обслуговуванні і діагностуванні гібридних автомобілів та електромобілів, узагальнено та сформульовано висновки.

# ГОЛОВНИЙ ВИРОБНИЧИЙ КОРПУС СТО ТОВ «Модерн-Авто»

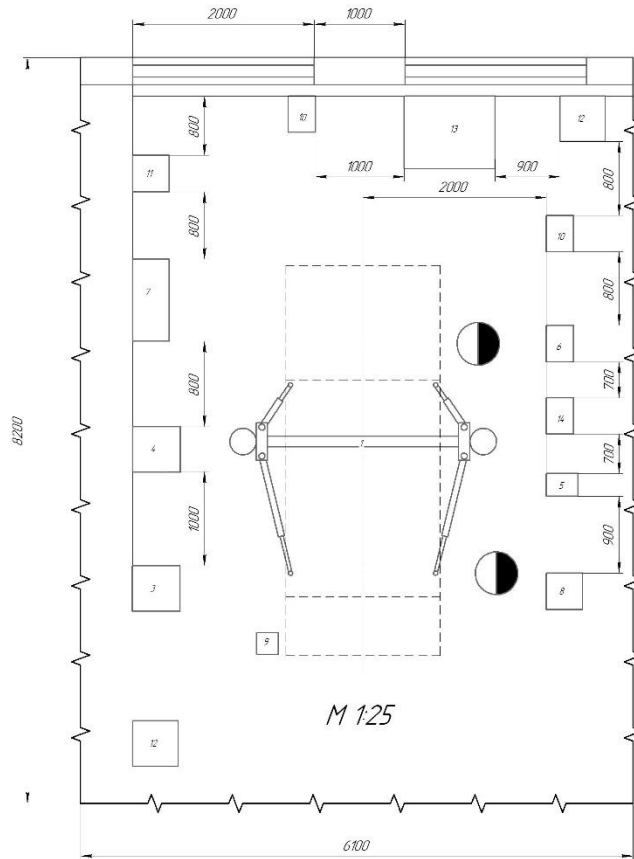
# 3



Поз.	Назва ділянки	Площа, м <sup>2</sup>
1	Зона передпродажної підготовки	36
2	Зона гарантійного ремонту	36
3	Зона ТО	72
4	Зона ТО електромобілів	36
5	Зона діагностики електромобілів	62

# РОЗРОБЛЕНА ЗОНА ТО ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ

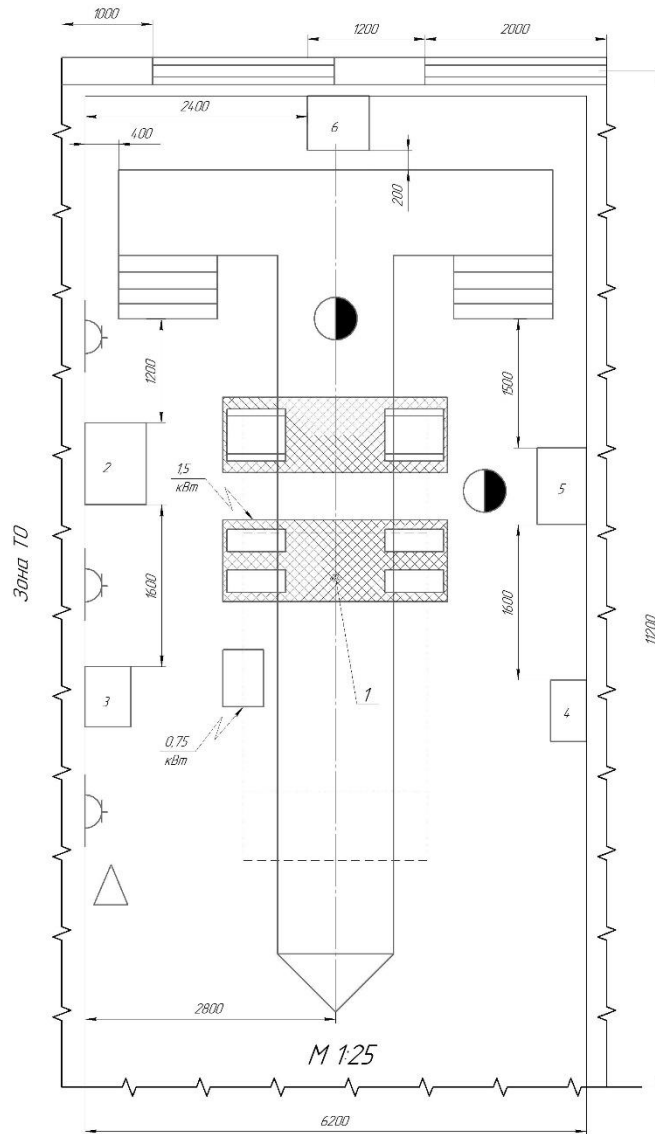
# 4



№	Назва устаткування	Модель	Бренд	Клас	Габарити	Площа, м <sup>2</sup>	
					довж. м	шир. м	Зона
1	Об'єкт електро живлення	МТРАПС 5 4000	МТРАПС	5	1000x800	80	80
2	Зона для підзарядки авто	400	Видовищ	1	1700x900	153	81
3	Поміщення для роботи персоналу	1000x5 1000	1000x5	1000	500x1000	50	50
4	Кабінет для обслуговування клієнтів	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
5	Кабінет для роботи персоналу	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
6	Кабінет для роботи персоналу	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
7	Зона для обслуговування клієнтів	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
8	Зона для обслуговування клієнтів	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
9	Зона для роботи персоналу	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
10	Зона для роботи персоналу	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
11	Зона для роботи персоналу	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
12	Зона для роботи персоналу	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
13	Зона для роботи персоналу	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
14	Зона для роботи персоналу	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
15	Зона для роботи персоналу	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10
16	Зона для роботи персоналу	100 x 100	Видовищ	1	100x100	10	10

- Умовні позначення
- розетка трифазного струму
  - місце спливаючого повітря
  - спливач електричного струму
  - робоче місце

# РОЗРОБЛЕНА ЗОНА ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ



Лист	Назва	Тип	Тех. характеристика	Габ.	Кол.	Площа, м <sup>2</sup>	
					Вдлина	Ширина	
1	Діагностична лінійка з п/дис. датчатами	Висота: 1 ПК, К, 2 Е	Цікава голландська стріла з трітот 14-3 вказує підвілку Еуропа своєю перебірку кривої укажітьи кривої Трік Test 2500	2000x2700	1	4,4	4,4
2	Пульт дистанційного керування	Висота: 1 ПК, К, 1 Е	Переносний	800x600	1	0,48	0,48
3	Потужніший-вентильний компресор повітря	254 5500	№15 кВт, U-220 В золь-0, 152, 16, 127 100 В/мин	590x450	1	0,26	0,26
4	Пульт для паркування авто автомобіля	Інтернет 2X	Переносний	600x350	1	0,18	0,18
5	Станд. для точної заливки дисків	140 8 700	140, 10 кВт, U-220 В диференціальне зч. 220/380 В	750x480	1	0,36	0,36
6	Спінні для регулювання розробки-свідчення	1.0.1-3	Діаметр диска: 12-18", 140, 15 кВт, 140, 15 кВт	690x580	1	0,4	0,4

- Умовні позначення
- розетка трифазного струму,
  - підвіл стиснутого повітря,
  - розетка електричного струму,
  - робоче місце.

# ОСНОВНІ РИЗИКИ ПОВ'ЯЗАНІ З ЕЛЕКТРОМОБІЛЯМИ ТА ГІБРИДНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

6

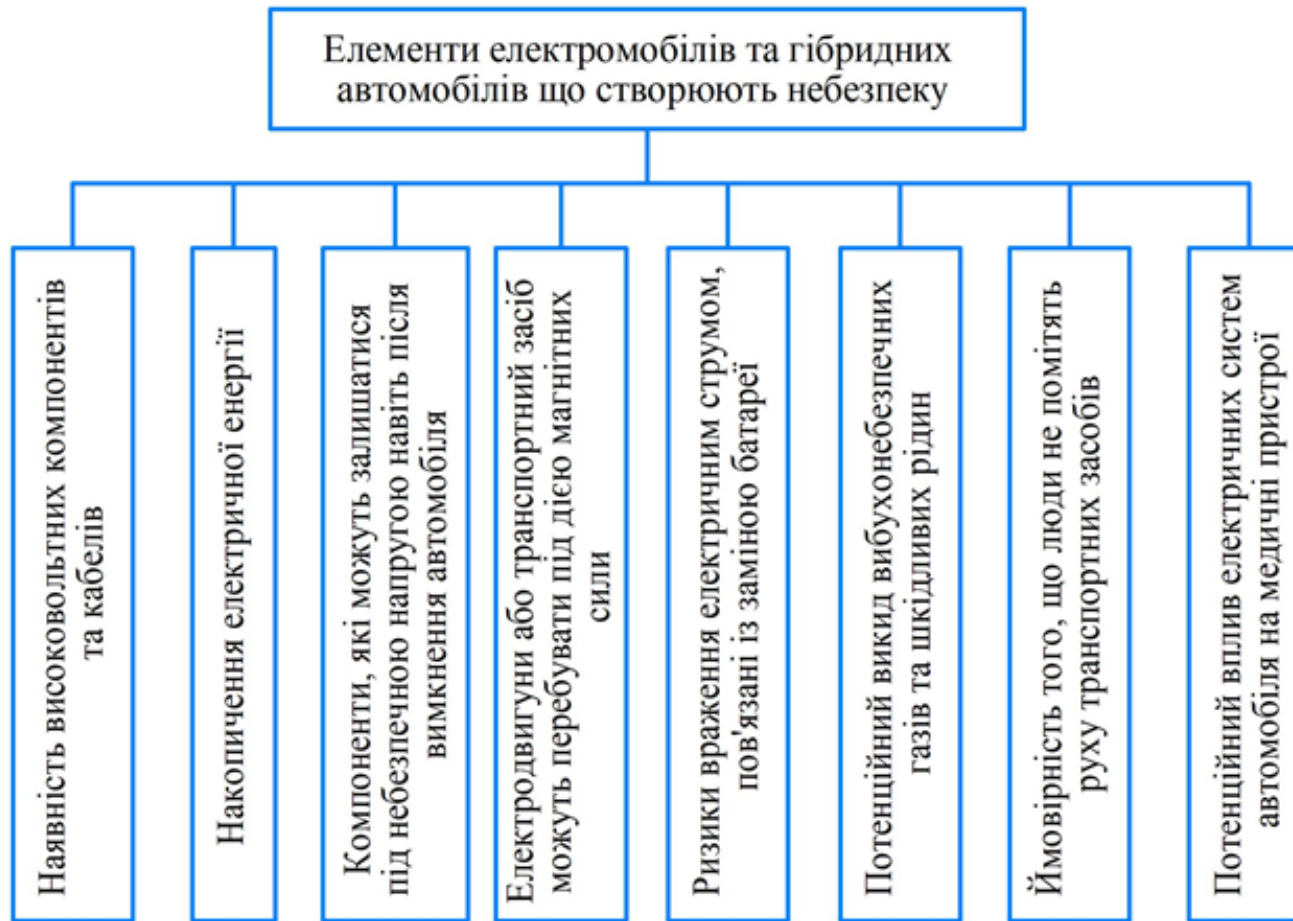


Рисунок 1 – Основні види небезпеки на робочому місці від електромобілів та гібридних автомобілів

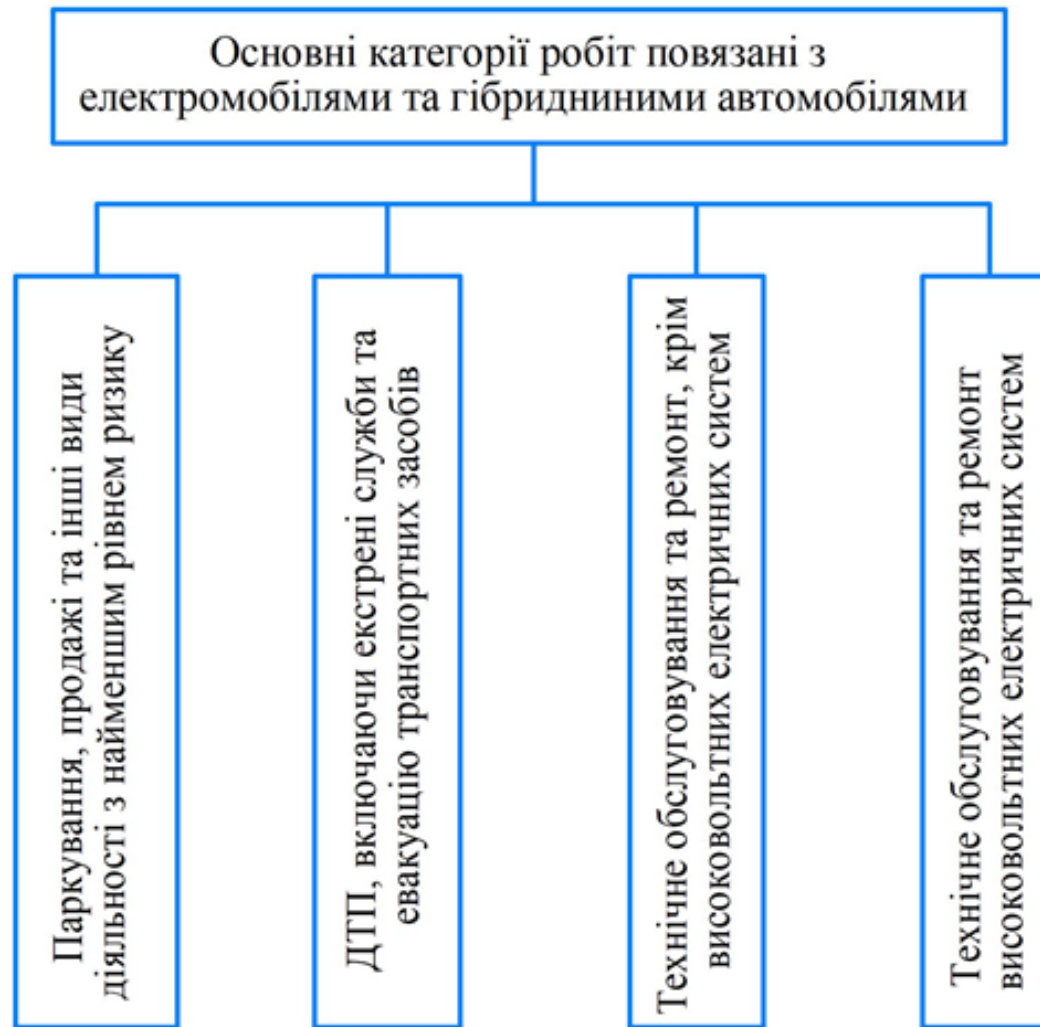


Рисунок 2 – Основні категорії робіт пов'язані з електромобілями та гібридними автомобілями

# РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВИКОНАННЯ РОБІТ З ТО І ДІАГНОСТУВАННЯ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

8

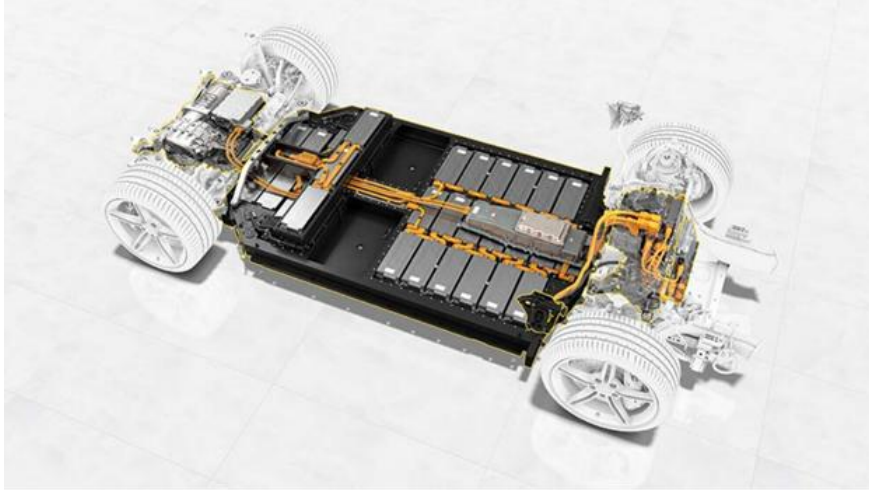


Рисунок 3 – Компоненти акумулятора та приводу електромобіля [1]



**IMI TechSafe** — це набагато більше, ніж просто професійне визнання, що підтверджує професіоналізм та безпечну практику роботи в галузі електромобілів (EV) та інших критично важливих для безпеки систем транспортних засобів, таких як автономні або вдосконалені системи допомоги водієві (ADAS).

**Це також:**

- Платформа, яка заохочує вас бути в курсі останніх новинок, гарантуючи, що ви завжди будете на передовій автомобільних технологій завдяки дотриманню обов'язкових вимог CPD
- Інструмент, який допомагає вам забезпечити дотримання міжнародних урядових норм та вимог страхових компаній
- Спосіб вселити впевненість у ваших клієнтів, колег чи роботодавців у вашу здатність безпечно працювати з цими новими технологіями.
- Свідчення вашої відданості безпеці та професіоналізму в автомобільній галузі.
- Почесний знак, який ви можете з гордістю демонструвати.

Рисунок 4 – Професійне визнання в рамках IMI TechSafe™

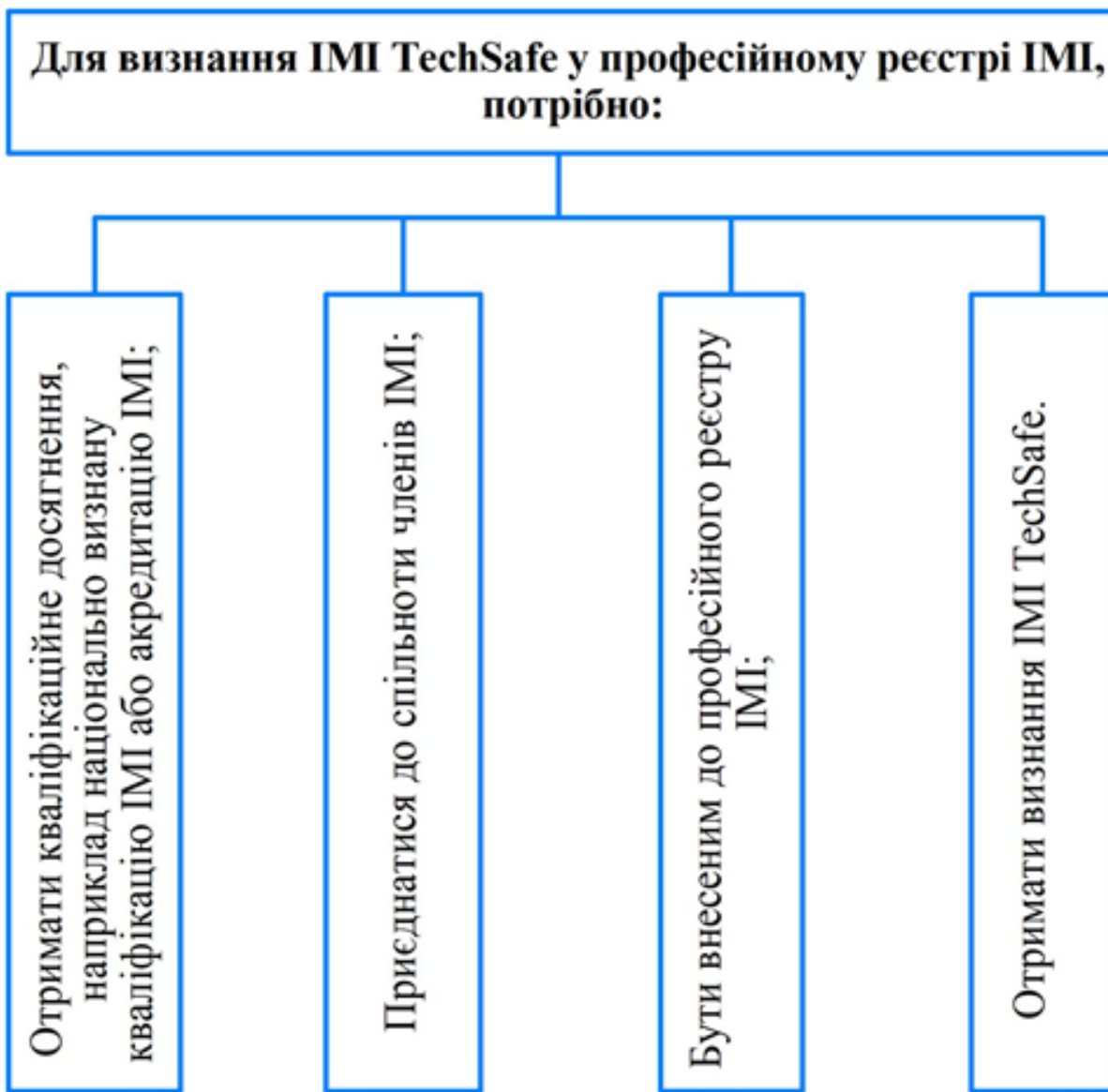


Рисунок 5 – Визнання IMI TechSafe у професійному реєстрі IMI

# ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ТО І ДІАГНОСТУВАННІ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ

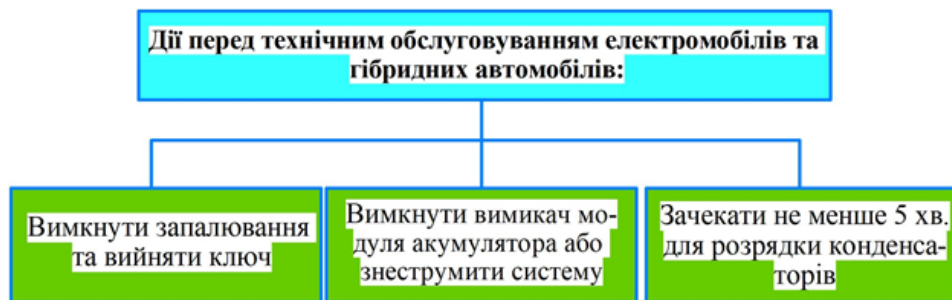


Рисунок 6 – Операції що виконуються перед технічним обслуговуванням електромобілів та гібридних автомобілів



Рисунок 7 – Використання захисних пристроїв під час технічного обслуговування електромобілів та гібридних автомобілів

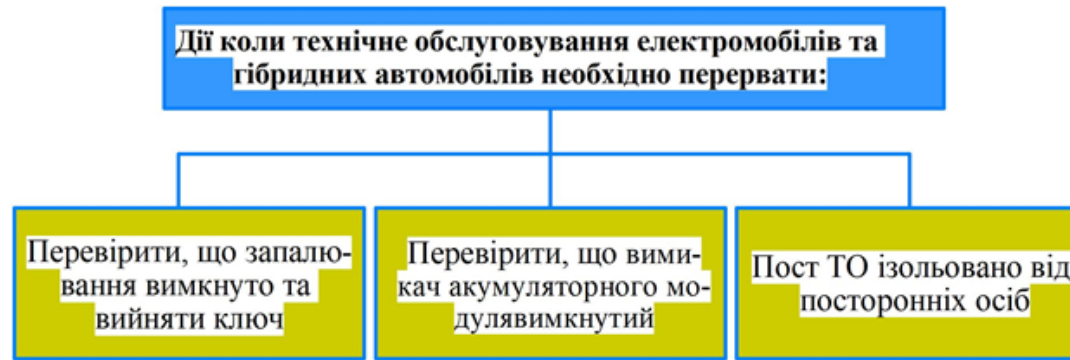


Рисунок 8 – Дії що виконуються коли технічне обслуговування електромобілів та гібридних автомобілів необхідно перервати



Рисунок 9 – Дії після технічного обслуговування електромобілів та гібридних автомобілів

**Таблиця 1 – Перелік ризиків пов'язаних з транспортними засобами**

<b>Ризики</b>	<b>Джерело негативного впливу</b>
Ураження електричним струмом	<p>Напруга та потенціал ураження електричним струмом під час роботи з електромобілем означають високий рівень ризику.</p> <p>Висока напруга запалювання (ВН) є найімовірнішим місцем ураження електричним струмом під час роботи з ДВЗ до 40 тис. В. Необхідно використовувати ізольовані інструменти, якщо необхідно працювати з високовольтними ланцюгами запалювання при працюючому двигуні. Висока напруга також присутня в ланцюгах, що містять обмотки, через зворотну електромережу, коли вони вимкнені. Електроінструменти, що живляться від мережі, та їхні дроти повинні бути в справному стані, а також рекомендується використовувати автоматичний вимикач.</p> <p>Робота з HEV та електромобілями дозволяється лише після того, як пройдено навчання для робіт з високовольтними системами.</p>
Акумуляторна кислота	<p>Сірчана кислота є сильно корозійною речовиною, тому завжди слід використовувати належні засоби індивідуального захисту. У цьому випадку, комбінезон та, за необхідності, гумові рукавички. Також гумовий фартух та захисні окуляри, якщо робота пов'язана з АКБ.</p>
Підйом	<p>Під час підйому на домкраті або підйомнику транспортні засоби слід загальмувати та/або закріпити колеса. Піднімати домкратом транспортні засоби тільки під міцними шасі та конструкціями підвіски. Обов'язково використовувати підставки для осей на випадок, якщо домкрат вийде з ладу.</p>
Працюючі двигуни	<p>Заборонено одягати вільний одяг. Ключі увімкнення слід тримати при собі під час роботи з двигуном, щоб запобігти його запуску іншими. Слід бути особливо обережні, якщо робота відбувається поблизу працюючих приводних ременів.</p>
Вихлопні гази	<p>Якщо двигун працює в приміщенні, необхідно обов'язково використовувати витяжку.</p>
Переміщення вантажів	<p>Піднімати слід вантажі які допускається; за потреби слід використати підйомне обладнання.</p>
Короткі замикання	<p>Пусковий дріт слід використовувати із вбудованим запобіжником, щоб запобігти пошкодженню через коротке замикання під час перевірки. Від'єднайте акумулятор, якщо існує небезпека короткого замикання.</p>
Вогонь	<p>Палити під час роботи з транспортним засобом заборонено. Витоки палива необхідно негайно усунути. Слід пам'ятати про трикутник вогню: тепло – паливо – кисень. Не допускати зближення цих трьох елементів.</p>

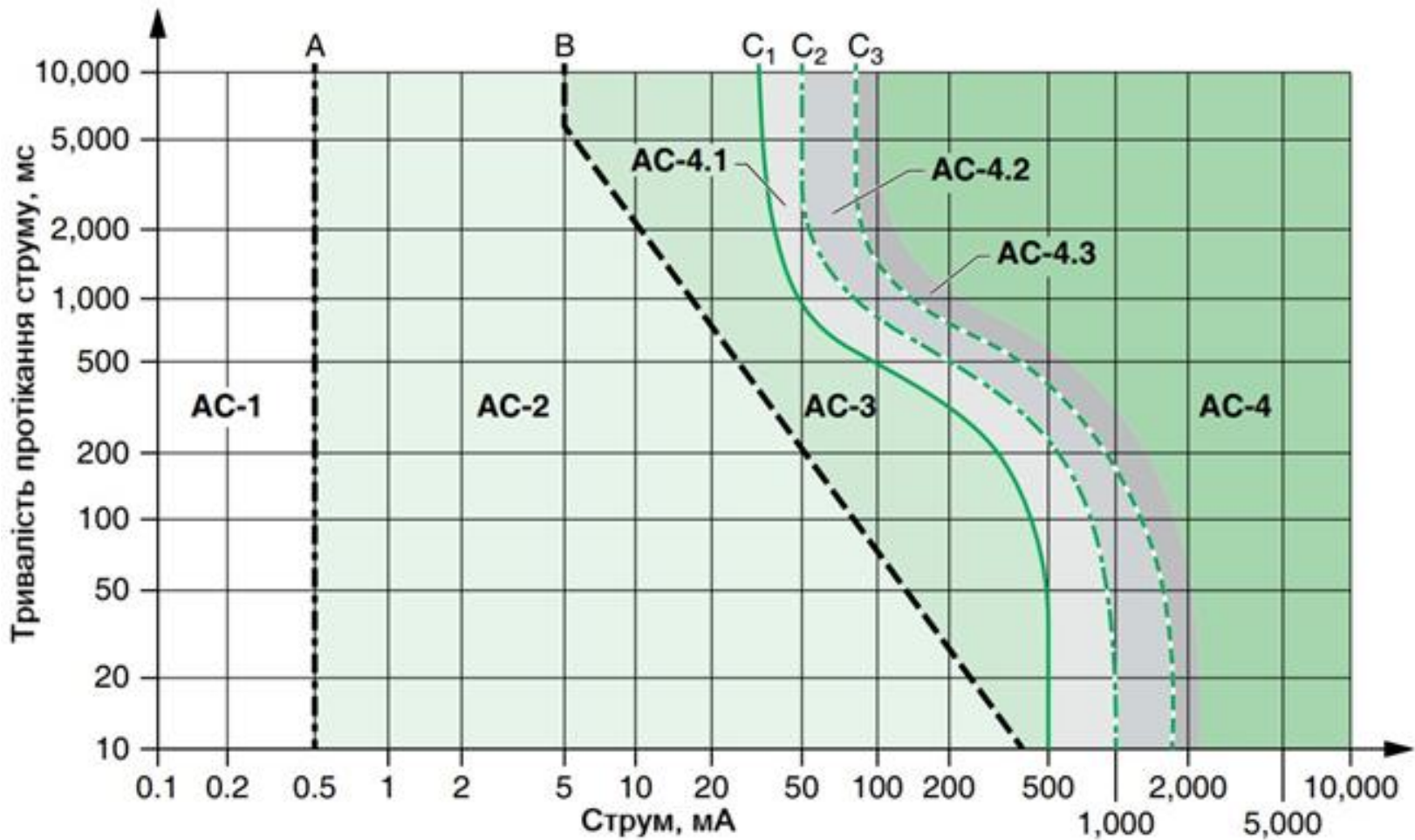
Таблиця 2 – Визначення напругам згідно міжнародної електротехнічної комісії

Діапазон напруги ІЕС	Змінний струм	Постійний струм	Визначальний ризик
Висока напруга (система живлення)	>1000 В	>1500 В	Електрична дуга
Низька напруга (система живлення)	50–1000 В	120–1500 В	Ураження електричним струмом
Надто низька напруга (система живлення)	<50 В	<120 В	Низький ризик



Рисунок 10 – Засоби індивідуального захисту для роботи з високовольтними системами





зона AC-1 – непомітна; AC-2 – відчутна; AC-3 – оборотні ефекти, мязове скорочення; AC-4 – можливість незворотних ефектів: AC-4.1 – ймовірність фібриляції серця до 5%, AC-4.2 – ймовірність фібриляції серця до 50 %, AC-4.3 – ймовірність фібриляції серця понад 50%; крива A – поріг сприйняття струму; крива B – поріг м'язових реакцій; крива C1 – поріг 0% ймовірності фібриляції шлуночків; C2 – поріг 5% ймовірності фібриляції шлуночків; C3 – поріг 50% ймовірності фібриляції шлуночків

Рисунок 15 – Зони впливу змінного струму на організм людини при переході з лівої руки на ноги

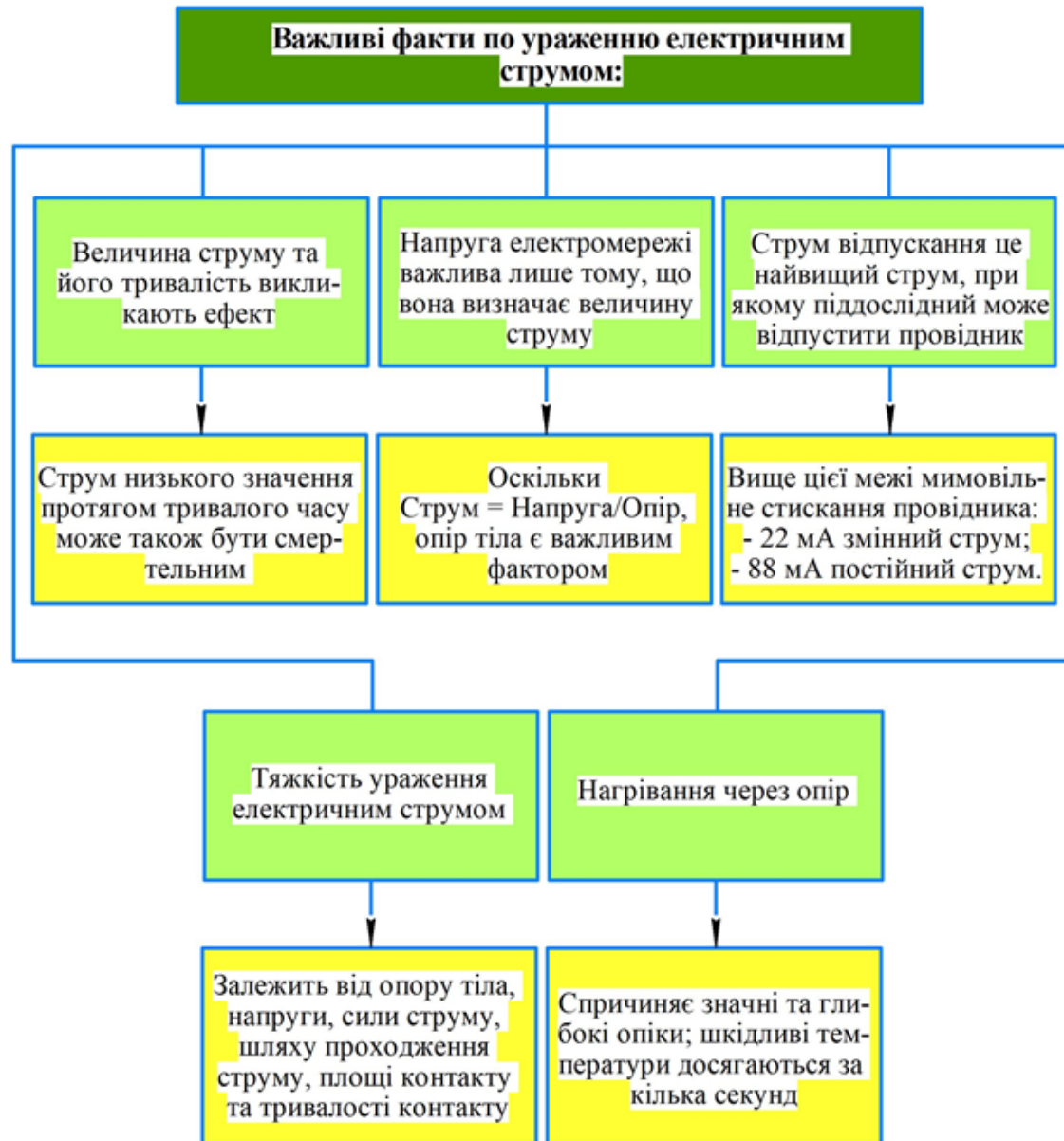


Рисунок 16 – Види впливу електричного струму на людину



Рисунок 17 – Зовнішній вигляд мініатюрного запобіжника



Рисунок 18 – Автоматичний вимикач RCD



Рисунок 19 – Роз'єм для обслуговування (зелений компонент)

В магістерській роботі я запропонував заходи з підвищення безпеки виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування електромобілів та гібридних автомобілів в умовах Товариство з обмеженою відповідальністю «Модерн-Авто».

В розділі 1 подали загальну характеристику СТО «Модерн-Авто», описали основні роботи, що виконуються на підприємстві.

В розділі 2 нами розроблено технологічні плани зони ТО та діагностування електромобілів та гібридних автомобілів. Підібрано відповідне обладнання та інструмент, описано основні види робіт що виконуються, їх специфіку та послідовність.

Третій розділ присвячений огляду літературних джерел в сфері технічного обслуговування і діагностування електромобілів та гібридних автомобілів, досліджено стан питання використання гібридних автомобілів та електромобілів, описано основні роботи, що виконуються з електромобілями та гібридними транспортними засобами.

Розділ 4 присвячений розробленню заходів з підвищення безпеки виконання робіт з технічного обслуговування і діагностування гібридних автомобілів та електромобілів, виконано оцінку ризиків при ТО і діагностуванні електромобілів та гібридних автомобілів, запропоновано загальні рекомендації з безпеки праці при технічному обслуговуванні і діагностуванні електромобілів та гібридних автомобілів.

Також, описано небезпеку при зіткненні електромобіля і пішоходів, заходи безпеки при роботі з високою напругою, високовольтними кабелями та компонентами електромобілів, описано призначення та роботу захисних пристроїв.

В загальному, оцінено ризики при виконання робіт з електромобілями, які розділяються чотири категорії робіт:

- послуги паркувальника, продажі та інші види діяльності з меншим рівнем ризику;
- реагування на інциденти, включаючи аварійні послуги та евакуацію транспортних засобів;
- технічне обслуговування та ремонт, за винятком високовольтних електричних систем;
- ремонт та технічне обслуговування високовольтних електричних систем.

По кожному виду робіт нами запропоновані заходи та алгоритми дій, що забезпечать високий рівень безпеки праці при виконанні відповідних видів робіт.