

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗООВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ І БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ. С.З.ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

Організація технічного обслуговування акумуляторних батарей гібридних
автомобілів Тойота Пріус в умовах ТзОВ "Сервісний центр "Діамант", м. Львів

Виконав: студент групи АТ-44Сп
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
Віталій АРТИМ

Керівник: Мирослав ОЛІСКЕВИЧ

Дубляни 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

Олег СУКАЧ

“ ” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту

Артиму Віталію Васильовичу

1. Тема роботи: *Організація технічного обслуговування акумуляторних батарей гібридних автомобілів Тойота Пріус в умовах ТзОВ "Сервісний центр "Діамант", м. Львів*

Керівник роботи: *Оліскевич Мирослав Стефанович, д.т.н., професор*

Затверджена наказом по університету від 25.02.2025 р. № 123/к-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 06.06.2025 року.

3. Вихідні дані: *Об'єкти ТО акумуляторні батареї автомобілів Тойота Пріус. Розглянути технологію заряджання. Робоче місце для ТО АКБ. Середній пробіг автомобілів до відмови – 8,2 тис. км*

4. Перелік питань, які необхідно розробити: *1. Аналіз особливостей конструкції та відмов системи живлення гібридних автомобілів. 2. Виробнича діяльність підприємства та її аналіз 3. технологічна частина. 4. Охорона праці 5. Економічна частина*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *Слайди №: 1, 2. Атрибути досліджень. 3. Аналіз конструкції електричної системи гібридних автомобілів 4. Схема кріплення високовольтної АКБ 5. План СТО Діамант 6. Схема процесу. 7. Електрична схема пристрою. 8. План ділянки. 9. Показники роботи ділянки.*

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Мирослав ОЛІСКЕВИЧ, д.т.н., професор кафедри автомобілів і тракторів			
4	Іван ГОРОДЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 26 квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання першого розділу</i>	<i>23.04.25-10.05.25</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Характеристика підприємства»</i>	<i>10.05.25-23.05.25</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Розроблення технології і процесу»</i>	<i>24.05.25-10.06.25</i>	
4.	<i>Написання розділу «Охорона праці»</i>		
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	<i>10.06.25-13.06.25</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>15.06.25</i>	

Студент _____ Віталій АРТИМ
(підпис)

Керівник роботи _____ Мирослав ОЛІСКЕВИЧ

Артим В. В. Організація технічного обслуговування акумуляторних батарей гібридних автомобілів Тойота Пріус в умовах ТзОВ "Сервісний центр "Діамант", м. Львів. Бакалаврська кваліфікаційна робота. Дубляни: Національний університет зооветеринарної медицини і біотехнологій ім С.З. Гжицького. – 68 с.

Зроблено технологічний розрахунок чинної ділянки обслуговування акумуляторів. Детально подана виробнича програма з обслуговування і ремонту акумуляторних батарей. Удосконалено технологію робіт на ділянці. Застосовано технологію заряджання асиметричним струмом. Також пропонується відновлення ємності шляхом тренувальних циклів. Розроблені заходи з охорони праці, виробничої санітарії. Обчислено економічні показники проекту.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВІДМОВ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	5
1.1 Аналіз конструкції електричної системи гібридних автомобілів Тойота Пріус.....	5
1.2 Вплив умов експлуатації на дієздатність акумуляторних батарей.....	8
1.3 Визначення технічного стану акумуляторних батарей.....	12
1.4 Заряджання акумуляторів асиметричним струмом	16
2 ВИРОБНИЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА ТА ЇЇ АНАЛІЗ	21
2.1 Загальні дані про підприємство.....	21
2.2 Показники виробничого процесу.....	21
2.3 Структура виробничих потужностей.....	24
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	27
3.1 Призначення ділянки і виробнича програма	27
3.2 Вибір зарядного пристрою.....	38
3.3 Технологічний процес демонтажу високовольної батареї	39
3.4 Технологічний процес монтажу високовольної батареї.....	42
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	47
4.1 Вимоги до приміщення	47
4.2 Електробезпека.....	48
4.3 Заходи безпеки під час ремонту та зарядки акумуляторів	51
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	53
5.1 Розрахунок прямих витрат.....	53
5.2 Непрямі витрати.....	56
5.3 Сумарні річні витрати	56
5.4 Капітальні витрати.....	57
5.5 Валові доходи.....	58
5.5 Визначення економічної ефективності.....	59
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	62

ВСТУП

Повне та своєчасне задоволення потреб народного господарства та населення в перевезеннях неможливе без значного підвищення ефективності та надійності роботи підприємств транспорту, які забезпечують підтримання рухомого складу в працездатному стані.

Важливою умовою високопродуктивної роботи рухомого складу автомобільного транспорту є забезпечення його сучасною виробничо-технічною базою з ТО і ремонту автомобілів та агрегатів.

У відповідності з цими основними напрямками розвитку та підвищення ефективності ремонтного підприємства є:

- вдосконалення організаційної структури авторемонтного виробництва на базі впорядкування економічних та технологічних зв'язків з суміжними підприємствами;
- підвищення технічного рівня і технічної дисципліни ремонтного виробництва на основі реалізації технологічної і організаційної спадковості автомобілебудування;
- систематичне зниження витрат на всі види ремонту за рахунок постійного вдосконалення властивостей автомобілів у напрямку підвищення їх надійності;
- посилення контролю за охороною праці на підприємстві.

Тому питанню підвищення довговічності автомобілів шляхом забезпечення своєчасного і якісного технічного обслуговування й ремонту надається виключно велике значення.

Перераховані вище актуальні питання в організації нового для підприємства процесу обслуговування гібридних автомобілів, які враховані при виконанні даної бакалаврської роботи.

1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВІДМОВ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ

1.1 Аналіз конструкції електричної системи гібридних автомобілів

Тойота Пріус

В автомобілі Тойота Пріус 20 (рис. 1.1) застосована нікель-металгідридна батарея виробництва Panasonic.

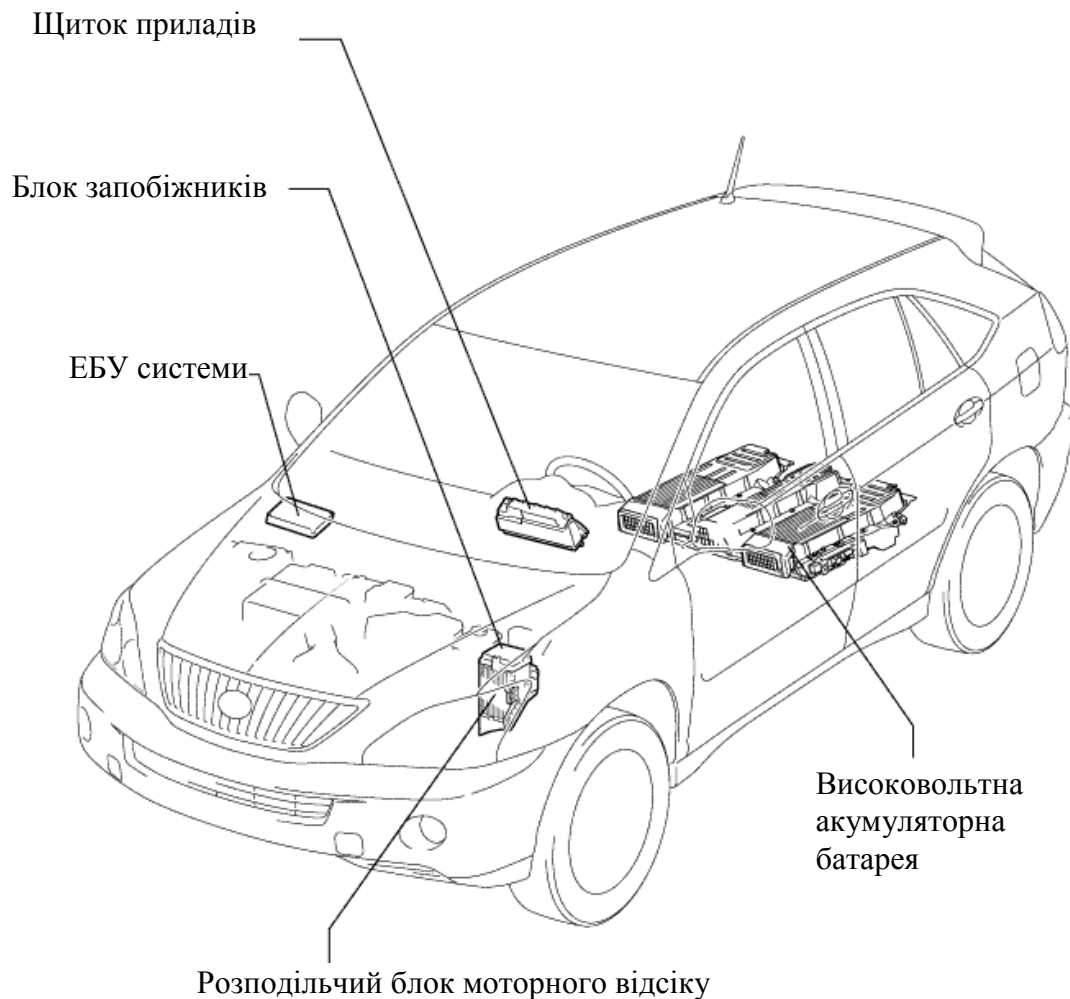


Рисунок 1.1 – Схема розташування електричної частини високовольтної АКБ
Тойота Пріус

Батарея розташована в багажнику за спинкою заднього сидіння (рис. 1.2). Зібрана в металевому корпусі. Елементи, як їх називають в народі, або сегменти батареї Toyota Prius NHW20 зовні дуже нагадують елементи Пріус 11, мають схожі характеристики і досить схожі зовні. В єдиному корпусі зібрані 6 сегментів по 1,2 Вольта. Напруга модуля з 6 сегментів становить 7,2

Вольта. Вага батареї 45 кілограм. Це на п'ять кілограм менше ніж в 11 кузові. Модулів стало менше, тепер їх кількість – 28. Відповідно зменшилась напруга. Мінімальна робоча напруга 201 Вольт, робоча – близько 420V. Ємність батареї 6,5 А год.

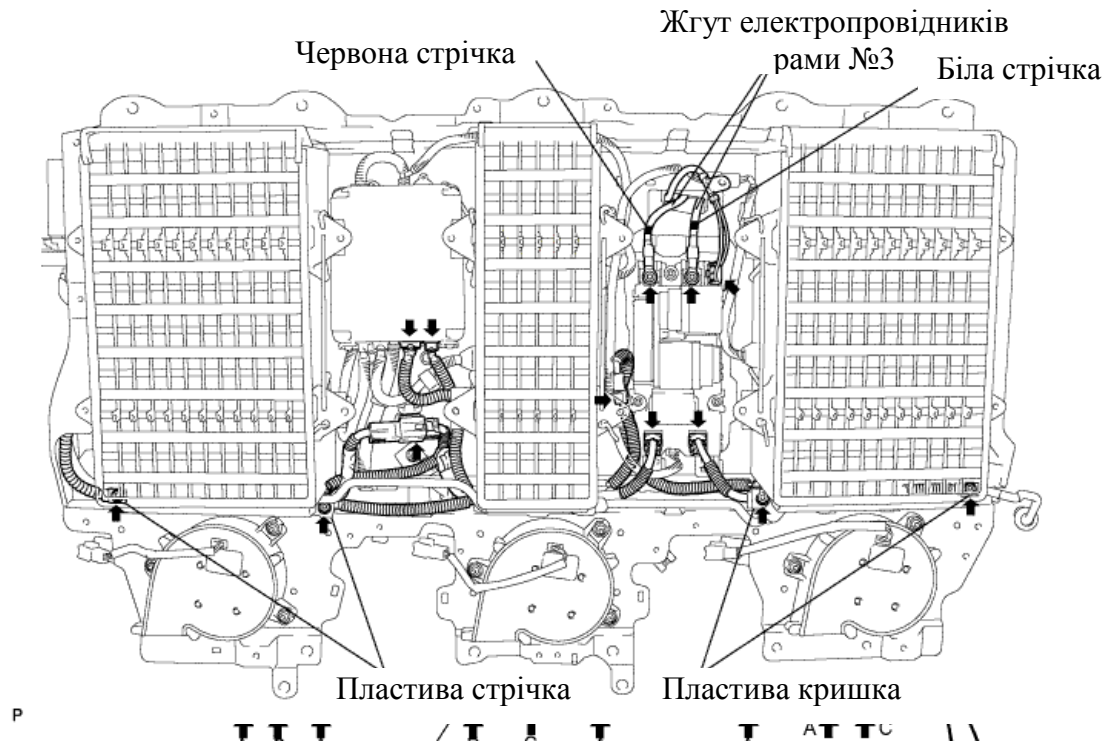


Рисунок 1.3 – Схема кріплення високовольтної АКБ

У елементів є струми саморозряду, і ці струми відрізняються. Тому при стоянні автомобіля тривалий час деякі елементи розряджаються швидше. В результаті так званий SOC (State of charge), по російськи "рівень заряду" елементів стає різним. Комп'ютер ВВБ відстежує рівні заряду на парах елементів. (Відстежувати на кожному модулі, а тим більше на кожному сегменті, японські інженери порахували недоцільним.



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд високовольтної акумуляторної батареї
Тойота Пріус 20

Це призвело б до необґрунтованого ускладнення блоку управління ВВБ. При зниженні рівня заряду до мінімального на самій парі модулів, блок управління ВВБ вважає батарею розрядженою загалом і видає помилку (в основному P3000). А заряджену батарею починає вважати при досягненні всієї батареєю деякого максимально рівня. При цьому елементи з низьким SOC залишаються недозарядженими. В результаті вся батарея в цілому недозаряджається при заряді і недоразряджається при розряді. При збільшенні різниці SOC пар елементів до якогось критичного рівня, комп'ютер ВВБ видає помилку на екран у вигляді трикутника [8].

Крім різниці в токах саморазряда, є ще й різниця у внутрішніх опорі елементів. При підвищеному опорі елемента частина енергії витрачається на нагрів елемента, що також призводить до різниці зарядів елементів.

В цьому випадку для ремонту ВВБ потрібно стерти помилку в блоці управління ВВБ і вирівняти заряди елементів. Для вирівнювання зарядів необхідно розібрати всю батарею і окремо поелементно провести ряд циклів розрядки і зарядки, далі, отримавши задовільні дані, збирати. На практиці цей спосіб працює вкрай рідко через відсутність належного зарядного обладнання. Тому на даний момент найвдалішим способом ремонту є заміна дефектних елементів – модулями від більш свіжих поколінь (\$30-40 за

елемент). У разі, коли кількість дефектних елементів ВВБ занадто велике, то доцільніше і дешевше замінити всю батарею цілком. Вартість такої заміни близько 1000 \$.

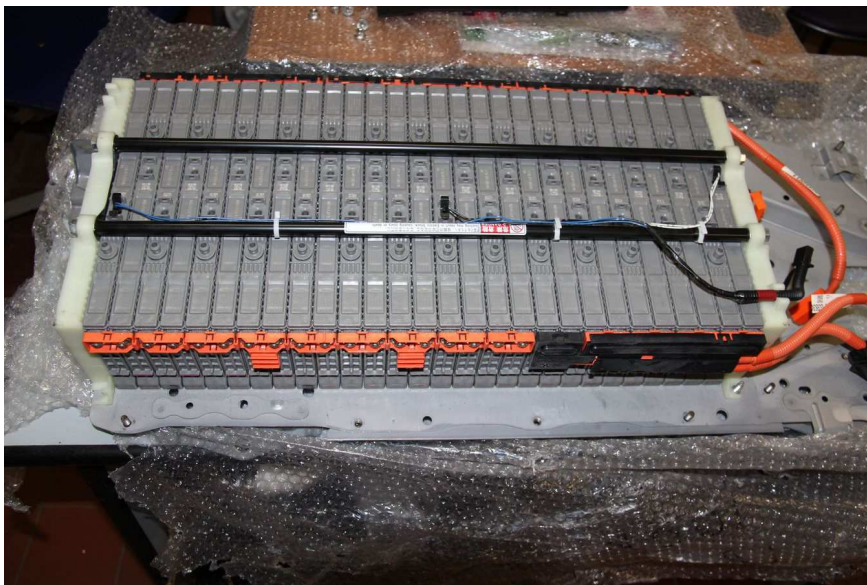


Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд демонтованих елементів ВВБ



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд елемента ВВБ

1.2 Вплив умов експлуатації на дієздатність акумуляторних батарей

Найбільший вплив на дієздатність і термін служби акумуляторних батарей мають: температурні умови; сила струму; напруга, що розвивається генераторним пристроєм.

З пониженням температури дієздатність акумуляторних батарей знижується. При температурі електроліту нижче мінус 20°C акумуляторні батареї не забезпечують надійного запуску двигуна і не спроможні заряджатися від генераторного пристрою [11].

Погіршення дієздатності акумуляторних батарей відбувається тому, що при низьких температурах збільшується опір електроліту проходженню струму. Підвищення густини електроліту призводить до погіршення перемішування і проникнення свіжого електроліту в пори активної маси електродів. Отже, при низьких температурах запуск двигуна стартером ускладнений не тільки через збільшення моменту опору прокрутці колінчастого вала, але й внаслідок значного зниження потужності і ємності акумуляторної батареї. У цьому полягає основне протиріччя між умовами пуску холодного двигуна і характеристиками акумуляторної батареї. Звичайно стартерні акумуляторні батареї стають непрацездатними при температурі електроліту нижче мінус 30°C . Залежність ємності і напруги акумуляторної батареї від температури електроліту показана на рис. 1.7.

При низьких температурах виникає небезпека замерзання електроліту, що призводить до появи тріщин в моноблоці та механічних пошкоджень електродів і сепараторів, тобто до виходу з ладу акумуляторної батареї. Залежність температури замерзання електроліту від його густини показана (рис. 1.8).

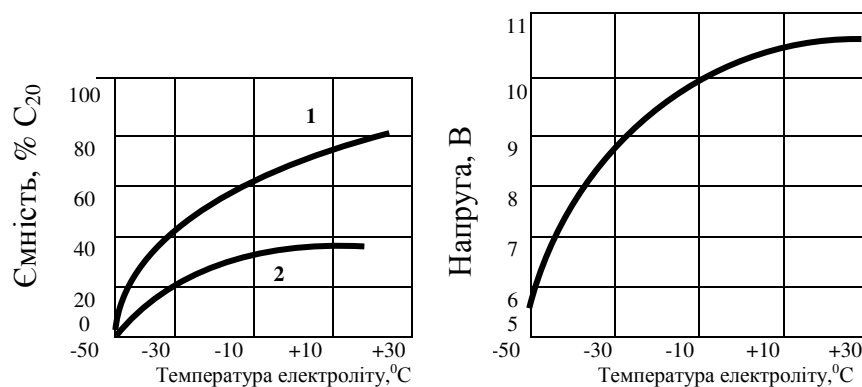


Рисунок 1.7– Залежність ємності і напруги батареї від температури електроліту

При високих температурах утворюється корозія струмовідводів (решіток), збільшується саморозрядження батареї, швидше знижується рівень електроліту в акумуляторах.

При підвищених температурах, як правило, спостерігається перезарядження батарей на машинах, що призводить до корозії електродів і скорочення терміну служби батарей. Акумуляторні батареї, що експлуатуються в холодних і спекотних районах, швидше виходять з ладу, тому в таких районах експлуатації амортизаційні терміни служби батарей скорочені на 15–50%.

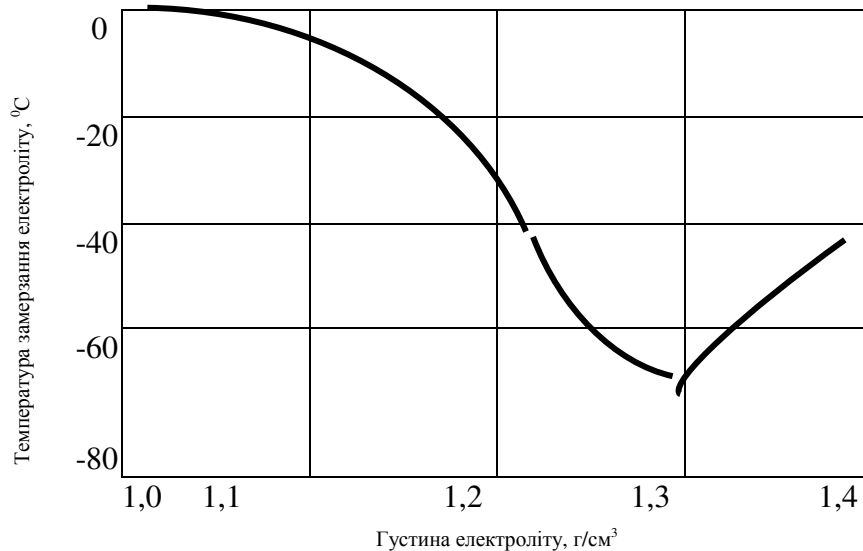


Рисунок 1.8 – Залежність температури замерзання електроліту від його густини

Для зменшення впливу низьких і високих температур на дієздатність і термін служби батарей необхідно вживати заходи щодо зменшення коливань температури електроліту при зимовій і літній експлуатації машин.

Напруга і ємність акумуляторних батарей великою мірою залежать від величини розрядного струму.

На вольт-амперну характеристику впливає температура електроліту (рис. 1.8). Чим більший розрядний струм, тим більше падіння напруги в батареї і тим менша напруга на її полюсних виводах. У режимі стартерного розрядження не тільки зменшується напруга батареї, але і значно погіршується її ємність. При великому розрядному струмі поверхні електродів швидко розряджаються і сірчаноокислий свинець закупорює пори активної маси, що ускладнює дифузію електроліту у внутрішні її шари, які

практично не беруть участі в реакції. Отже, чим більший розрядний струм, тим менший коефіцієнт активної маси, тим менша ємність батареї (рис. 1.9).

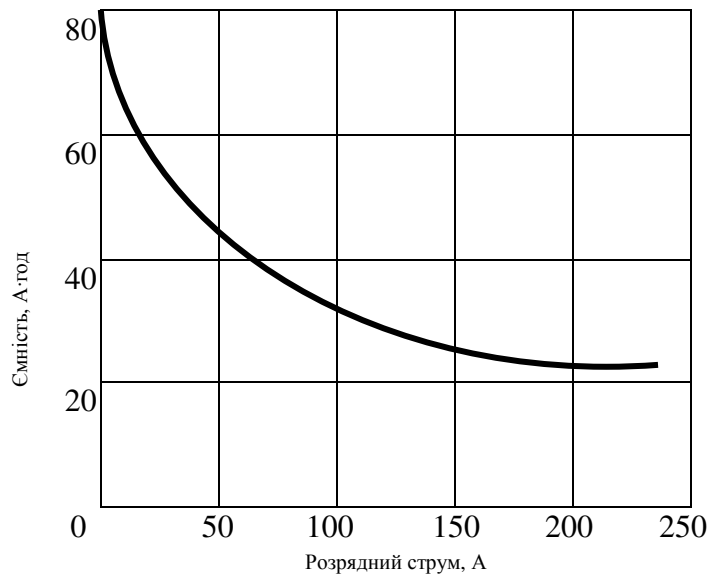


Рисунок 1.9 – Вольт-амперна характеристика акумуляторної батареї Панасонік при температурах $+20^{\circ}\text{C}$ і -15°C

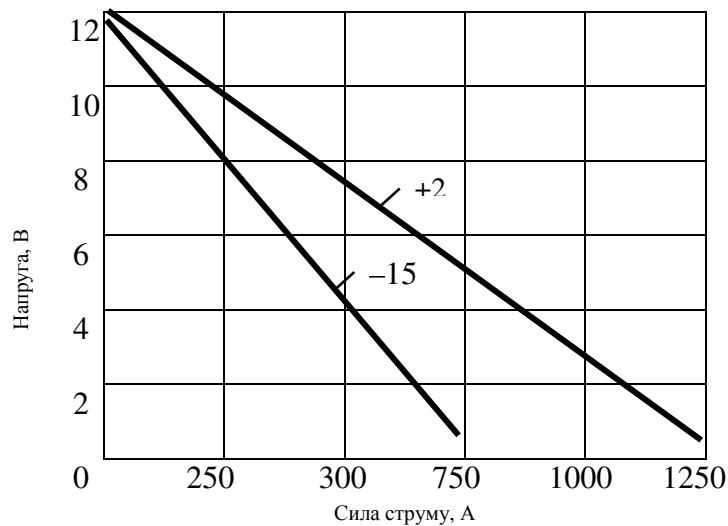


Рисунок 1.10 – Залежність ємності акумуляторної батареї від величини розрядного струму при 25°C

Підтримання батареї в зарядженому або близькому до нього стані сприяє тривалій і безвідмовній роботі. Глибокі розрядження батарей, так як і перезарядження, призводять до знищення позитивних електродів і

передчасного виходу з ладу батарей. Термін служби акумуляторних батарей значною мірою залежить від напруги генераторного пристрою автомобіля. Термін служби має явно виражений максимум у межах напруги 13,8–14,0 В. Зрозуміло, для інших марок автомобілів і умов експлуатації оптимальні значення регульованої напруги генератора будуть відрізнятися від означених, але характер залежності терміну служби батарей від напруги в бортовій мережі в основному залишається тим же.

1.3 Визначення технічного стану акумуляторних батарей

Об'єктивна оцінка стану акумуляторної батареї може бути дана тільки після зовнішнього огляду і перевірки її основних показників за допомогою комплекту акумуляторника.

При визначенні технічного стану акумуляторної батареї доцільно дотримуватися наступної послідовності виконання контрольних операцій:

- провести зовнішній огляд батареї;
- при необхідності заміряти температуру електроліту;
- заміряти рівень електроліту в кожному акумуляторі;
- заміряти ЕРС і напругу кожного акумулятора або батареї в цілому за допомогою навантажувальної вилки або пробником Е-107, Е-108;
- перевірити густину електроліту в кожному акумуляторі;
- визначити ступінь розрядженості батареї.

Оглядаючи батарею, необхідно звернути увагу на наявність тріщин в мостику, кришках і моноблоці, а також підтікання електроліту. Поверхня батареї повинна бути чистою, клеми без слідів окисів і пошкоджень. Якщо спостерігається піднесеність кришок з боку позитивних виводів акумуляторів (або деформований моноблок), то це свідчить про те, що зруйновані струмовідводи позитивних електродів. Стан таких батарей, як правило, поганий, вони, звичайно, не ремонтуються і підлягають списанню.

При вимірюванні напруги акумуляторів 40–65А-год гайкою 4 включається резистор 8 ($r = 0,02 \text{ Ом}$), при цьому сила струму акумулятора

дорівнює приблизно 100А. Для перевірки напруги акумуляторів ємністю 70–100 А-год гайкою 10 включається резистор 1 ($r = 0,01$ Ом). При цьому сила струму досягає 160А, а для перевірки акумуляторів ємністю 100–135А-год паралельно включаються обидва резистори. У цьому випадку розрядний струм акумулятора досягає 260 А.

Приблизно ступінь розрядженості батареї по напрузі акумуляторів під навантаженням визначають в тих випадках, коли невідома густина електроліту повністю зарядженої батареї, малий рівень електроліту або буде відсутній ареометр. За допомогою пробника Е-107 визначають ЕРС, а також напругу акумуляторної батареї під навантаженням, близькою за величиною до стартерної. Для перевірки ЕРС батареї (за винятком 24-вольтової) необхідно дещо відвернути контактну гайку 6 (див. рис. 1.9), щуп 8 підключити до негативного виводу батареї, а кінець контактної ніжки 5 – до її плюсового виводу. Якщо вольтметр показує не менше 12В, то в акумуляторах буде відсутнє коротке замикання.

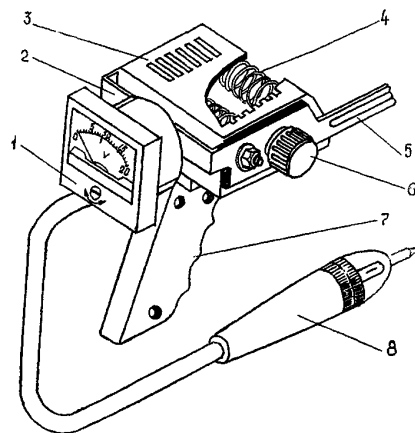


Рисунок 1.11 – Пробник акумуляторний моделі Е-107: 1 - вольтметр; 2 - кронштейн; 3 - корпус; 4 - навантажувальний резистор; 5 - контактна ніжка; 6 – контактна гайка; 7 - ручка; 8 - щуп

Про технічний стан акумуляторної батареї судять по найгіршому акумулятору, оскільки дієздатність батареї визначається саме таким акумулятором.

Послідовність перевірки розрядженості АКБ:

- перевіряється рівень і температура електроліту і заміряється його густина в кожному акумуляторі;
- приводиться заміряна густина електроліту до його густини при 25°C , виносячи температурну поправку ± 0.01 на кожні 15°C зміни температури;
- за найменшою густиною електроліту в одному з акумуляторів визначається ступінь розрядженості батареї.

Пониження густини електроліту проти встановленої на $0,01 \text{ г/см}^3$ відповідає розрядженості акумулятора приблизно на 6%. Ступінь розрядженості допускається взимку не більше 25%, влітку – не більше 50%.

У результаті визначення технічного стану акумуляторної батареї може бути зроблений один з наступних висновків:

батарея придатна до подальшої експлуатації без додаткових операцій по її технічному обслуговуванню і ремонту;

батарея придатна до подальшої експлуатації після виконання простих операцій, таких, як усунення дрібних тріщин, доливання дистильованої води в акумулятори, зачистка полюсних виводів батареї, прочищення вентиляційного отвору, нейтралізація поверхні батареї 10% розчином кальційованої соди або нашатирного спирту і т. д.;

батарея вимагає зарядження на зарядній станції (при розрядженні влітку на 50% і більше, а взимку на 25% і більше; у випадку різної густини електроліту в акумуляторах батареї з різницею більш ніж на $0,02 \text{ г/см}^3$, якщо немає можливості визначити ступінь розрядженості батареї через низький рівень електроліту та ін.);

батареї необхідно провести контрольно-тренувальний цикл для визначення ємності, що віддається, і прийняття рішення на її списання або подальшу експлуатацію;

батарея до подальшої експлуатації непридатна, підлягає списанню.

У батареї, що не обслуговують і малообслуговувані, крім заміни матеріалу ґрат, введені наступні конструктивні зміни:

позитивні електроди поміщені в сепараторі – конверт;

блок електродів поміщений на дно моноблока, тим самим збільшена кількість електроліту при збереженні габаритів батареї;

товщина електродів не перевищує 1,9 мм, що дозволяє збільшити їх число, тобто понизити питомі струми, не міняючи габарити батареї;

застосовані сепаратори з меншим питомим опором і тонші;

з'єднання акумуляторів здійснене через перегородки моноблока.

Опір батареї зменшується за рахунок того, що питомий опір ґрат зі свинцево-кальцієво-олов'янистих сплавів, а також малосурм'янистих сплавів менше, ніж у ґрат із звичайного свинцево-сурм'янистого сплаву.

Батареї, що не обслуговують, мають наступні достоїнства: кращі пускові якості (вища напруга при незмінному струмі); збільшений термін служби; покращувані зарядні характеристики; менший саморазряд; зменшення корозії позитивних електродів; відсутність необхідності доливання води в процесі експлуатації.

Європейським союзом виробників акумуляторних батарей розроблена і застосовується система ідентифікації акумуляторів ETN. Ця система розроблена з метою забезпечення однозначної міжнародної маркіровки акумуляторних батарей, що важливе як для виробників так і для споживачів.

Номер ETN – це система з 9 цифр, розділених на три групи. Кожна група складається з 3 цифр. Наприклад акумулятор 12 В 55 А-ч для автомобилей ВАЗ має номер EN 555 065 042, де перші три цифри - група А (555); наступні три цифри - група В (065); останні три цифри - група С (042).

Група А визначає напругу і номінальну ємність. Для батарей 6-вольтів 3 цифри даної групи представляють номінальну ємність (від 1 до 499 А-год.). Для батарей 12-вольтів номінальну ємність можна отримати віднімаючи 500 з тризначного числа (якщо перша цифра 5, то ємність від 5 до 99 А-ч, 6 – ємність від 100 до 199 А-ч або 7 - ємність від 5 до 99 А-год.).

Група В – ідентифікаційний номер, що визначає габарити, полярність, тип кришки, тип кріплення, наявність ручок, тип системи газовідводу, вібростійка і інші специфічні параметри, які можна уточнити в каталозі.

Група С визначає струм холодної прокрутки при -18°C за європейським стандартом EN. Значення в цій групі, помножене на 10 дає значення струму заряду (330, 420, 540 або 1050 А).

Струм холодної прокрутки за стандартом EN вимірюється по методиці відмінною від вітчизняного стандарту і DIN. Для перерахунку розрядного струму EN в DIN необхідно розділити значення струму EN на коефіцієнт 1,7.

1.4 Заряджання акумуляторів асиметричним струмом

В результаті неправильної експлуатації автомобільних акумуляторів пластини їх можуть сульфатуватися, і він виходить з ладу. Відомий спосіб відновлення таких батарей при заряді їх "асиметричним" струмом. При цьому співвідношення зарядного і розрядного струму вибране 10:1 (оптимальний режим). Цей режим дозволяє не тільки відновлювати засульфатовані батареї акумуляторів, але і проводити профілактичну обробку справних.

На рис.1.12 приведений простий зарядний пристрій, розрахований на використання вищеописаного способу. Схема забезпечує імпульсний зарядний струм до 10 А (використовується для прискореного заряду). Для відновлення і тренування акумуляторів краще встановлювати імпульсний зарядний струм 5А. При цьому струм розряду буде 0,5 А. Розрядний струм визначається величиною номіналу резистора R4. Зарядний пристрій для акумулятора дозволяє заряджати акумулятор стабільним постійним джерелом струму 5А на протязі всього часу і підзарядки. Процес заряду супроводжується свіченням діода D1 – Ал310а, а закінчення D3 – АЛ310Б. Мікросхема А1 – 142ЕН2, Транзистори: Т1, Т3 – Кт815, Т2 – Кт819 (на радіаторі), Т4 – Кт819. Стабілітрони: D2 – Кс156, D3 – Д814в. Резистори R4 і R5 намотані ніхромовим дротом. Трансформатор 220V/15V розрахований на потужність 100 Вт. Струмові дроти (на схемі виділено жирним) повинні бути січенням не менше 0.5 мм^2 .

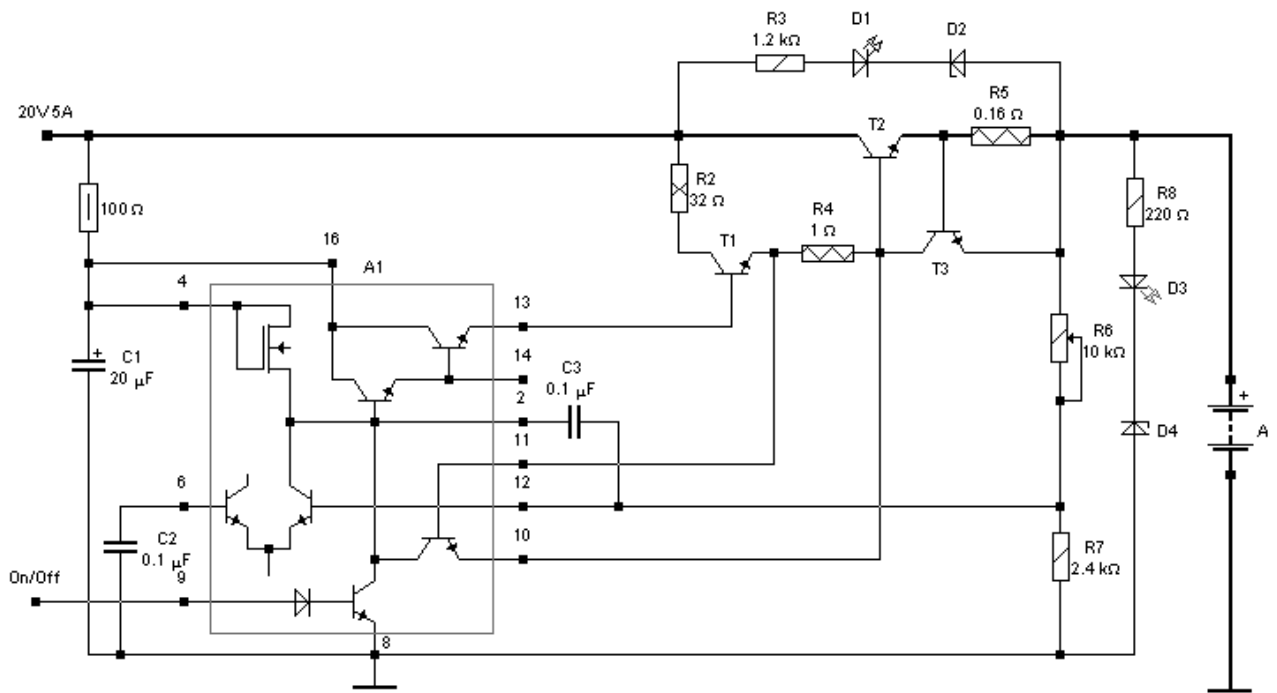


Рисунок 1.11 – Запропонована електрична схема зарядного пристрою

Схема має захист від короткого замикання в пластинах акумулятора.

Схема виконана так, що заряд акумулятора проводиться імпульсами струму протягом однієї половини періоду мережевої напруги, коли напругу на виході схеми перевищить напруга на акумуляторі. Протягом другого напівперіоду діоди VD1, VD2 закриті і акумулятор розряджається через опір навантаження R4. Значення зарядного струму встановлюється регулятором R2 по амперметру. Враховуючи, що при зарядці батареї частина струму протікає і через резистор R4 (10%), то покази амперметра P_{a1} повинні відповідати 1,8 А, оскільки амперметр показує усереднене значення струму за період часу, а заряд проводиться протягом половини періоду.

У схемі передбачений захист акумулятора від неконтрольованого розряду у разі випадкового зникнення мережевої напруги. В цьому випадку реле K1 своїми контактами розімкне ланцюг підключення акумулятора. Реле K1 застосоване типу РПУ-0 з робочою напругою обмотки 24 В або на меншу напругу, але при цьому послідовно з обмоткою включається обмежувальний резистор.

Для пристрою можна використовувати трансформатор потужністю не менше 150 Вт з напругою у вторинній обмотці 22...25 В.

Вимірювальний прилад Pa1 підійде з шкалою 0...5 А, наприклад М42100. Транзистор VT1 встановлюються на радіатор площею не менше 200 кв. см, як який зручно використовувати металевий корпус конструкції зарядного пристрою.

Для захисту схеми від випадкового короткого замикання на виході встановлений запобіжник FU2.

Резистори застосовані такі R1 типу C2-23, R2 – ППБЕ-15, R3 – C5-16mb, R4 – ПЕВ-15, номінал R2 може бути від 3,3 до 15 кОм. Стабілітрон VD3 підійде будь-якій, з напругою стабілізації від 7,5 до 12 В.

Після підключення пристрою до мережі при плюсовому її напівперіоді (плюс на верхньому по схемі дроті) починає заряджати конденсатор C2 через резистор R3, діод VD1, і послідовно сполучені резистори R1 і R2. При мінусовому напівперіоді мережі цей конденсатор заряджає через ті ж резистори R2 і R1, діод VD2 і резистор R5. У обох випадках конденсатор заряджає до однієї і тієї ж напруги, міняється тільки полярність зарядки.

Як тільки напруга на конденсаторі досягне порогу запалення неоновій лампи HL1, вона запалюється і конденсатор швидко розряджається через лампу і електрод симістора VS1, що управляє схемою. При цьому симістор відкривається. В кінці напівперіоду симістор закривається. Описаний процес повторюється в кожному напівперіоді мережі.

Відомо, наприклад з [1], що управління тиристором за допомогою короткого імпульсу має той недолік, що при індуктивному або високоомному активному навантаженні анодний струм приладу може не встигнути досягти значення струму утримання за час дії імпульсу, що управляє. Одним із заходів по усуненню цього недоліку є включення паралельно навантаженню резистора.

У описуваному зарядному пристрої після включення симістора VS1 його основний струм протікає не тільки через первинну обмотку трансформатора

T1, але і через один з резисторів – R3 або R5, які залежно від полярності напівперіоду мережевої напруги по черзі підключаються паралельно первинній обмотці трансформатора діодами VD4 і VD3 відповідно.

Цій же меті служить і потужний резистор R6, що є навантаженням випрямляча VD5, VD6. Резистор R6, крім того, формує імпульси розрядного струму, які, як стверджує джерело [3], продовжують термін служби батареї.

Основним вузлом пристрою є трансформатор T1. Його можна виготовити на базі лабораторного трансформатора ЛАТР-2М, ізолювавши його обмотку (вона буде первинною) трьома шарами лакоткани і намотавши вторинну обмотку, що складається з 80 витків ізолюваного мідного дроту перетином не менше 3 мм², з відведенням від середини. Трансформатор і випрямляч можна запозичувати також з джерела живлення, опублікованого в [4]. При самостійному виготовленні трансформатора можна скористатися методикою розрахунку, викладеною в [5]; в цьому випадку задаються напругою на вторинній обмотці 20 В при струмі 10 А.

Конденсатори C1 і C2 – МБМ або інші на напругу не менше 400 і 160 У відповідно. Резистори R1 і R2 - СП 1-1 і СПЗ-45 відповідно. Діоди VD1-VD4 - Д226, Д226б або Кд105б. Неонова лампа HL1 - ІН-3, ІН-3А; дуже бажано застосовувати лампу з однаковими по конструкції і розмірам електродами - це забезпечить симетричність імпульсів струму через первинну обмотку трансформатора.

Діоди Кд-202а можна замінити на будь-яких з цієї серії, а також на Д242, Д242а або інші з середнім прямим струмом не менше 5 А. Діод розміщують на дюралюмінієвій тепловідвідній пластині з корисною площею поверхні розсіювання не менше 120 кв. см. Симістор також слід укріпити на тепловідвідній пластині приблизно удвічі меншій площі поверхні. Резистор R6 - ПЕВ-10; його можна замінити п'ятьма паралельно сполученими резисторами МЛТ-2 опором 110 Ом.

При налагодженні пристрою спочатку встановлюють необхідну межу зарядного струму (але не більше 10 А) резистором R2. Для цього до виходу

пристрою через амперметр на 10 А підключають батарею акумуляторів, строго дотримуючи полярність. Движок резистора R1 переводять в крайнє верхнє по схемі положення, а резистора R2 - в крайнє нижнє, і включають пристрій в мережу. Переміщаючи движок резистора R2, встановлюють необхідне значення максимального зарядного струму.

Завершальна операція - калібрування шкали резистора R1 в амперах по зразковому амперметру. В процесі зарядки струм через батарею змінюється, зменшуючись до кінця зразковий на 20%. Тому перед зарядкою встановлюють початковий струм батареї декілька великим номінального значення (приблизно на 10%). Закінчення зарядки визначають по щільності електроліту або вольтметром - напруга відключеної батареї повинна бути в межах 13,8...14,2 У.

Замість резистора R6 можна встановити лампу розжарювання на напругу 12 В потужністю близько 10 Вт, розмістивши її зовні корпусу. Вона відображала б підключення зарядного пристрою до акумуляторної батареї і одночасно освітлювала б робоче місце.

2 ВИРОБНИЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА ТА ЇЇ АНАЛІЗ

2.1 Загальні дані про підприємство

Назва підприємства: Станція технічного обслуговування ТзОВ "Діамант".

Місце розташування: м. Львів, вул. Кульпарківська, 36.

Тип СТО – міська, універсальна із салоном автомобілів, складом та магазином запасних частин.

Тип АТЗ, які обслуговуються: легкові, мікроавтобуси і вантажні автомобілі.

План приміщень СТО показано на рис. 2.1.

Потужність СТО – 12 стаціонарних постів, отже вона відноситься до середніх за потужністю (рис. 2.1).

Станція належить до комплексу підприємств „Тойота Центр”, відповідно здійснює гарантійне і післягарантійне обслуговування автомобілів Тойота, реалізованих через цю мережу.

2.2 Показники виробничого процесу

Первісні дані про показники виробничої діяльності на практиці отримати було неможливо. Тому деякі з них було розраховано.

Середньодобова кількість заїздів автомобілів на СТО – 14 ± 5 .

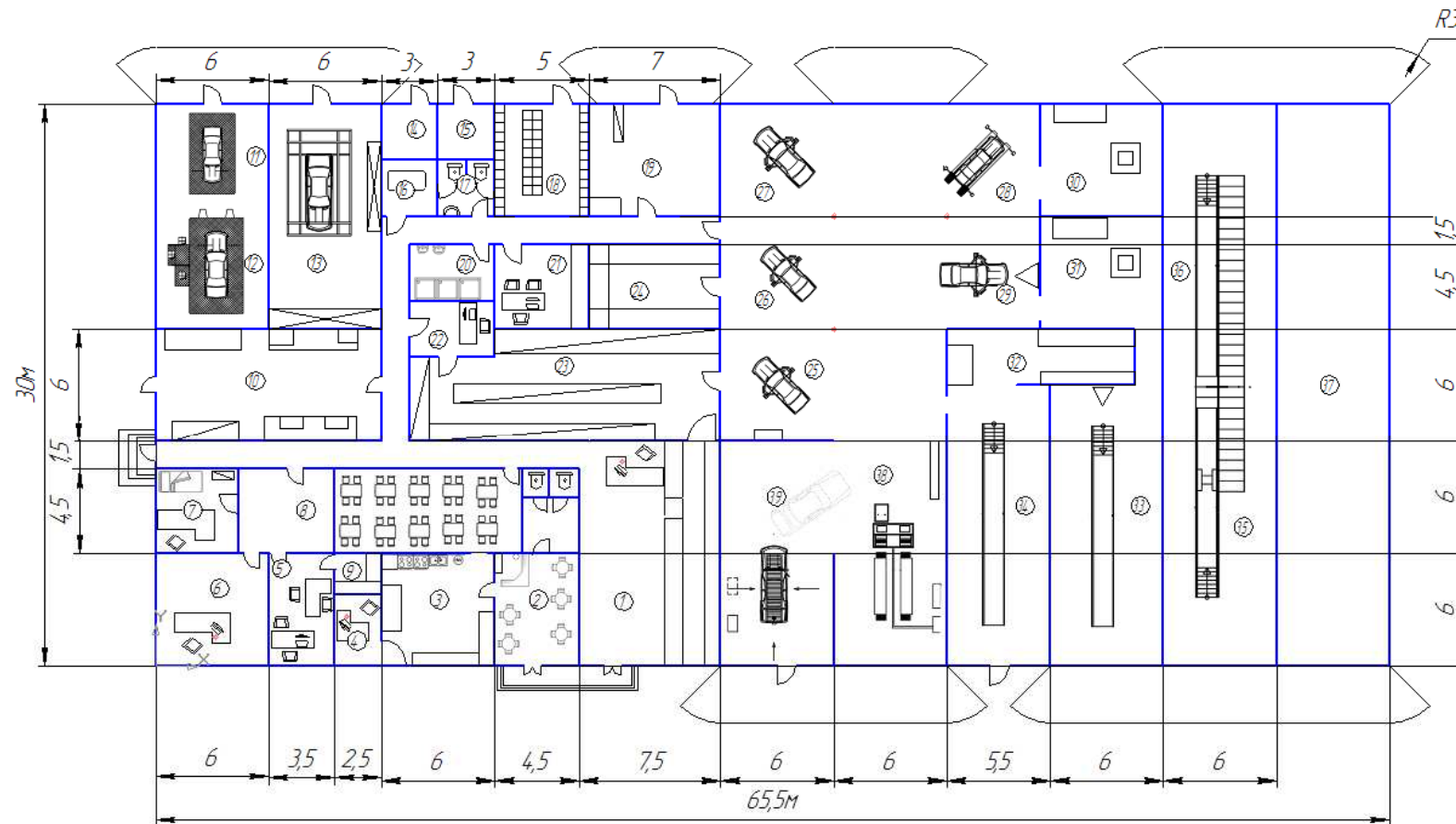
Вихідні дні є найбільш завантаженими. У цей період водії найчастіше приїжджають на СТО щоб пройти діагностування, ТО і помити автомобіль.

Отже, приймемо для розрахунків середню кількість заїздів – 14 авт./добу. З них, за рік – вантажних разом з мікроавтобусами приблизно 1300, легкових 2500, з яких приблизно 70% проданих центром Тойот, тобто 1750 автомобілів.

Коефіцієнт нерівномірності заїздів за рік – 2,8.

Режим роботи: цілий рік 365 днів, у вихідні (неділя), святкові дні, а також у нічну зміну кількість робітників зменшена, і деякі роботи не виконуються.

План СТО



Позначення	Назва приміщення
1	Приймальня, магазин
2	Кафе
3	Кухня
4	Гайовий майстер з тисачками
5	Бухгалтерія
6	Офіс директора
7	Медпункт
8	Кімната очікування
9	Архів
10	Голарч-фрезерне відділення
11	Зона фарбування автомобілів
12	Сушіння автомобілів
13	Пост ремонту кузовів
14	Теплодімник
15	Електроцистада
16	Комп'ютерна
17	Санвузол
18	Гардероб
19	Пост ремонту зварювального
20	Душ
21	Кабінет головного інженера
22	Гайовий майстер з тисачками
23	Склад
24	Майстерня
25	Пост ТО легкових а/м
26	Пост ремонту стійків/систем
27	Пост ремонту карданів
28	Пост ремонту трансмісії
29	Пост ремонту бензонасосів/фізичних
30	Пост ремонту амортизаторів/фізичних
31	Вільниці ремонту вільниць
32	Шнорелантні вільниці
33	Пост ремонту дизелів
34	Пост шкочення/шкочення
35	Високісний Т/В дизелів а/м
36	Пост ТО вантажних а/м
37	Пост мотів вантажних а/м
38	Пост вантажних легк. а/м
39	Пост мотів легкових а/м

Рисунок 2.1 – План СТО Діамант, м.Львів

Розподіл робіт за TOP за видами при заданій максимальній кількості постів подано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Орієнтовний розподіл загального обсягу річної трудомісткості за видами робіт і за місцем їх виконання

Види робіт	Розподіл річної трудомісткості	
	%	люд. год.
Діагностичні	4	2052
ТО в повному обсязі (ТО1 і ТО2 та ін.)	7	3078
Мастильні, заправні	3	1539
Регулювання геометрії коліс	2	1026
Діагностування і ремонт гальмівної системи	4	1539
Технічне обслуговування електрообладнання	5	2565
Шиномонтажні і шиноремонтні	3	1539
Ремонт двигунів	6	3078
Ремонт ходової	5	2565
Ремонт трансмісії	4	2052
Ремонт рульового управління	2	1026
Кузовні	8	4104
Кріплення і регулювання фар	2	1026
Мийно-очисні:		
агрегатів автомобіля;	10	5130
зовнішня мийка автомобіля. люд.-год.	20	10260
Разом	100	51300

Для професій з нормальними умовами праці на підприємстві встановлено 40 годинний робочий тиждень, а для шкідливих – 36 год. Оскільки підприємство працює 303 днів на рік (у неділю залишаються декілька чергових робітників на таких постах, як на шиномонтажі, мийці і загальних робіт; у державні свята СТО не працює), то робочий тиждень є 6-и денний, а тривалість зміни робітників – 7 год. без перерви на обід, або 8 год. з обідом.

Річний фонд технологічно необхідного часу для 6-денного робочого тижня становить:

$$\Phi_m = (D_{к.р.} - D_v - D_{св}) \cdot 7 - D_{nc} \cdot 1, \quad (2.1)$$

де $D_{к.р.}$ – кількість календарних днів у році, – 365;

$D_в$ – кількість вихідних днів, – 52;

$D_{св}$ – кількість святкових днів, – 10 (у 2016 році);

$D_{нс}$ – кількість передсвяткових днів, – 4 (у 2016 році).

$$\Phi_m = (365 - 52 - 10) \cdot 7 - 4 \cdot 1 = 2117 \text{ год.}$$

Оскільки в році 52 тижня то на один тиждень виходить 40,7 год. робочого часу.

Оскільки робота на СТО не вважається роботою із важкими та шкідливими умовами праці, тому додаткова відпустка з такої причини не надається. Основна відпустка – 15 днів. Тоді штатний фонд часу робітників:

$$\Phi_o = (365 - 52 - 10 - 24 - 15) \cdot 7 - 4 \cdot 1 = 1844 \text{ год.}$$

Штатна кількість майстрів-діагностів – 3 майстрів-діагностів, бо 2 майстри-діагности будуть працювати лише на постах загального діагностування автомобілів, але для більш поглибленого діагностування двигуна потрібен ще один робітник.

Штатна кількість слюсарів-ремонтників – 11 слюсарів.

Штатна кількість майстрів-ремонтників з ремонту двигуна: – 2.

Штатна кількість електриків: – 2.

Зведені дані по кількості основних і додаткових робітників подано в табл.2.2.

2.3 Структура виробничих потужностей

Кількість постів для діагностування і ремонту двигунів легкових, АТЗ та мікроавтобусів – 2 пости. Кількість постів для діагностування легкових, вантажних автомобілів та автобусів: 2 пости (окремо для легкових і мікроавтобусів).

На постах для ТО і загальних робіт по автомобілях виконуються роботи:

- технічне обслуговування (ТО);
- мастильні;
- заправка кондиціонерів;
- регулювання геометрії коліс;

- регулювання фар;
- кріпильні.

Таблиця 2.2 – Розподіл штатної кількості робітників по робочих постах

Назва виробничого підрозділу	Назва спеціальності	Штатна кількість
Пост діагностування і ремонту двигунів	моторист	2
	діагност	1
Пост по ремонту дизельних двигунів	моторист	1
Пост діагностування вантажних автомобілів, автобусів	майстер-діагност	1
Пост діагностування легкових автомобілів	майстер-діагност	1
Пост повних робіт по ТО для легкових автомобілів	слюсар	2
Пост очищення і миття легкових автомобілів	мийник	3
Шиномонтажний і шиноремонтний пост	слюсар	1
Пост ремонту ходової частини	слюсар	2
Пост ремонту і діагностики електрообладнання	слюсар-електрик	1
Пост кузовних робіт	слюсар	2
Дільниця зварювальника	зварювальник	2
Дільниця токарно-фрезерна	токар	1
Дільниця по ремонту двигунів	моторист	1
Дільниця по ремонту електрообладнання	електрик	1
Шиномонтажна і шиноремонтна дільниця	слюсар	1
Пост малярних робіт	маляр	2
Компресорна, теплообмінник та ін.	слюсар	3
Склад	комірник	1
Магазин запчастин	продавець	1
Разом		30

Орієнтовна річна трудомісткість цих постових робіт становить: $T = 6700$ люд.-год.

Фонд часу поста ТО і загальних робіт:

$$\Phi_n = 303 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,8 = 3390 \text{ год.}$$

Кількість постів для ТО автомобілів: 2 пости. З них один – для легкових автомобілів, 2-й – для вантажних автомобілів і автобусів.

Попередні пости такі як: діагностики (2 п.), ремонту гальмівної системи, повних робіт по ТО (2 п.), – можуть використовуватися як універсальні для виконання загальних, монтажних, зварювальних, дрібних рихтувальних, регулювальних чи кріпильних робіт.

Кількість постів діагностики і ремонту ходової частини автомобіля: один пост.

Кількість постів ремонту агрегатів і вузлів трансмісії: один пост.

Кількість постів ремонту системи охолодження, випуску відпрацьованих газів, вентиляції і т.п. : один пост. Кількість постів ремонту електрообладнання автомобіля: один пост. Кількість постів ремонту кузова автомобіля: один пост. Кількість постів покраски автомобіля: один пост.

Для шиномонтажних і шиноремонтних робіт, а також мийно-очисних фонд часу поста: $\Phi_n = 365 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,8 = 4088 \text{ год.}$

Кількість постів шиномонтажних і шиноремонтних робіт автомобіля: один пост. Кількість постів миття: один пост для миття і очищення легкових, а один для вантажних автомобілів і мікроавтобусів. Враховуючи що використовується сучасне обладнання з швидким обслуговуванням.

Також є дільниця для миття деталей і агрегатів автомобіля. Кількість робітників – 1. Кількість постів на дільниці приймання автомобілів приймають залежно від кількості заїздів автомобілів на СТО і тривалості приймання автомобілів. Середня кількість заїздів за добу на СТО – 14 заїзди/16год ≈ 4 заїзди за годину.

Кількість автомобіле-місць для стоянки: 30 автомобіле-місць, враховуючи простой у найбільш завантажені дні.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Призначення дільниці і виробнича програма

3.1.1 Дільниця обслуговування акумуляторів призначена для проведення ТО акумуляторних батарей і підзарядки їх в об'ємі технічних обслуговувань.

В акумуляторному відділенні виконуються роботи пов'язані з поглибленою перевіркою технічного стану, зарядкою акумуляторних батарей, проведення контрольно-тренувального циклу (КТЦ) і поточного ремонту, в тому числі з основних [9]:

- зарядка акумуляторних батарей;
- проведення перевірки технічного стану;
- наварка вивідних клем, зварка перемичок;
- відновлення контактів;
- заміна кришки або зашпаровування тріщин;
- - відновлення базових деталей, пластин та сепараторів.

Акумуляторна дільниця складається з дільниці ремонту акумуляторних батарей зарядної дільниці, кислотної і кладової.

Дільниця ремонту акумуляторних батарей призначена для технічного обслуговування і поточного ремонту акумуляторних батарей.

В зарядній проводяться роботи по зарядці акумуляторних батарей.

Кладова призначена для зберігання обігових акумуляторних батарей у зарядженому стані, а також відремонтованих акумуляторних батарей і їх складових частин.

Згідно із завданням бакалаврської роботи передбачається наступна програма ремонту акумуляторної дільниці.

Виробничою програмою СТО передбачено виконання переліченого списку акумуляторних робіт гібридних автомобілів в обсязі 380 штук на рік. В кількісному виразі програма приведена в табл. 3.1.

Виробнича програма дає змогу вирішити такі проблеми підприємства:

- збереження кваліфікованого персоналу;

- раціональне використання обладнання;
- освоєння нових технологій.

Як наслідок вирішення цих проблем – зниження собівартості ТО і ремонту та збільшення рентабельності виробництва.

Таблиця 3.1 – Програма дільниці

Назва об'єкта	Одиниця виміру	Кількість
автомобіль Тойота Пріус 08	штук	120
автомобіль Тойота Пріус 12	те ж	50
автомобіль Тойота Пріус 18	те ж	80
автомобіль Тойота Пріус 19	те ж	100
автомобіль Тойота Пріус 20	те ж	30
Разом		380

Ремонтний фонд постачатимуть військові частини, державні і приватні автопідприємства, а також приватні особи.

При проектуванні використовуються наступні технологічні заходи:

1) що забезпечують кращі умови праці:

- відокремлення поста зарядки батарей;
- відокремлення поста приготування і заливки електроліту;
- розміщення поста зарядки напроти поста приготування і заливки електроліту;

2) заходи, що зменшують долю ручної праці:

- використання розробленого пристрою для лиття перемичок;
- застосування механізованого інструменту;
- встановлення печі для розігріву мастики, та поворотного стола для виливання свинцевих деталей;

- транспортування ВВБ з поста ремонту на пости зарядки ВВБ на рухомих візках, на яких і проводиться зарядка батарей, а також транспортування батарей на склад зберігання або здача в експлуатацію.

3) заходи, що покращують технологію ремонту:

- раціональне планування, розміщення постів та обладнання приводить до зменшення затрат часу на ремонт ВВБ, а також підвищення якості ремонту батарей.

Дані заходи є основою для розроблення проектного технологічного процесу.

Технологічний процес ремонту ВВБ складається з наступних етапів: зовнішній очистці та огляд, розряджанні батареї (при необхідності), розбиранні батареї, промиванні і просушуванні її частин, виявлення несправностей, ремонту та виготовлення деталей, складання батареї і зарядці батареї. Перед розбиранням ВВБ проводять її зовнішню очистку і зовнішній огляд, розряджання і злив електроліту в ємність для злиття електроліту в який електроліт відстоюється й використовується повторно.

Розряджають батарею силою струму рівною $1/10$ її ємності до напруги $1,70 \div 1,75$ В на один акумулятор. Якщо розбирати заряджену батарею, то під дією кисню повітря активна маса пластин руйнується. У випадку, якщо по якісь причині необхідно розібрати заряджену ВВБ, напівблок негативних пластин, вийнятий з ємності батареї необхідно ретельно прополоснути і опустити у воду. У воді пластини можуть зберігатись декілька днів.

3.1.2. Розрахунок виробничої програми. У зв'язку з одномодельністю в якості базової моделі вибираємо автомобіль Тойота Пріус 08. Коефіцієнти приведення, які враховують конструктивні особливості кожної із марок автомобілів взято із довідника (таблиця 3.2) [3].

Таблиця 3.2 – Коректувальні коефіцієнти виробничої програми і трудомісткості капітального ремонту

Модель	Значення
автомобіль Тойота Пріус 08	1,00
автомобіль Тойота Пріус 12	1,13
автомобіль Тойота Пріус 18	1,80
автомобіль Тойота Пріус 19	2,25
автомобіль Тойота Пріус 20	2,25

Приведена програма визначається за формулою [3]:

$$N_{np} = N_{осн} + \sum_{i=1}^n N_i \cdot K_i, \quad (3.1)$$

де $N_{осн}$ – кількість об'єктів ремонту приведеної програми;

N_i – кількість об'єктів ремонту i -ї марки, відмінної від базової;

K_i – коефіцієнт приведення.

$$N_{np} = 120 + 50 \cdot 1,13 + 80 \cdot 1,80 + 100 \cdot 2,25 + 30 \cdot 2,25 = 613 \text{ шт.}$$

3.1.3. Режим роботи дільниці. Для дільниці приймаємо перервний режим роботи, вибраний на основі рекомендацій [4]. Режим роботи дільниці наведено в табл. 3.3.

3.1.4 Річні фонди часу

Річні фонди часу робітників, обладнання та робочих місць прийняті на основі рекомендацій [7] і наведені в табл. 3.4 і 3.5.

3.1.5. Трудомісткість робіт і кількість виробничих робітників. Річну трудомісткість робіт на дільниці розрахуємо за двома методами:

укрупнених нормативів;

за даними маршрутно-операційних карт типових процесів.

3.1.6. Трудомісткість робіт на дільниці $T_{діл.}$ за укрупненими нормативами розраховуємо на основі еталонних даних [3].

Таблиця 3.3 – Режим роботи

Показники	Значення
1. Кількість робочих днів у році	252
2. Кількість вихідних днів у році	102
3. Кількість святкових днів у році	11
4. Кількість передсвяткових днів у році	11
5. Кількість змін	1
6. Початок зміни	7 ³⁰
7. Обідня перерва	11 ³⁰ -12 ¹⁸
8. Кінець зміни	16 ³⁰
9. Тривалість зміни, год.	8
10. Тривалість зміни у передсвяткові дні, год.	7
11. Тривалість робочого тижня, год.	40

Таблиця 3.4 – Річні фонди часу робітників

Професія	Тривалість відпустки	Номінальний річний фонд часу, год.	Втрата, %	Дійсний фонд часу, год.
Акумуляторник	48	2010	9,5%	1820
Електрик	24	2010	9,5%	1820

Таблиця 3.5 – Річні фонди часу обладнання

Обладнання	К-сть змін	Коефіцієнт використання	Номінальний фонд часу робочого місяця, год.	Дійсний фонд часу обладнання, год.
Випрямляч – ВСА 5 К	1	0,95	2050	1948
Настільний – свердильний верстат – Н 112	1	0,97	2050	1989
Стіл для складальних робіт ОРГ 1468-09	1	0,92	2050	1886
Стіл для ремонту ВВБ	1	0,92	2050	1886
Стіл для складальних робіт ОРГ 1468-09	1	0,92	2050	1886
Поворотний стіл	1	0,85	2050	1743

Трудовісткість капітального ремонту автомобіля Тойота Пріус 06 (базова модель) становить $T_{к.р.б.м.} = 175$ люд.-год. при програмі 2000 заїздів 2-ї категорії складності [3].

Річна трудовісткість капітального ремонту автомобілів авторемонтного заводу визначимо з врахуванням змін за формулою [3]:

$$T_p = T_{к.р.б.м.} \cdot N_{np} \cdot k' \cdot k'' \cdot k''' \cdot k'''' , \text{ люд.-год.}, \quad (3.2)$$

де k' – коефіцієнт, який враховує фактичний відсоток виконання чинних норм трудовісткості на передовому підприємстві, приймаємо $k' = 0,98$ [7];

k'' – коефіцієнт, який враховує зміну рівня механізації робіт, порівняно з передовим підприємством, приймаємо $k'' = 0,95$;

k''' – коефіцієнт, який враховує відмінність виробничої програми чинного підприємства від еталонного, коефіцієнт визначаємо з формули:

$$k''' = \left(\frac{N_{np}}{N_{em}} \right)^c, \quad (3.3)$$

де N_{em} – виробнича програма еталонного підприємства, для якого обчислена трудомісткість; c – показник, який вибирають залежно від призначення підприємства [3]; приймаємо $c = -0,34$; коефіцієнт k''' обчислимо:

$$k''' = (613/2000)^{-0,34} = 1,38;$$

k''' – коефіцієнт, який враховує модель об'єкта ремонту; в даному проекті задано базову модель, тому $k''' = 1,28$.

Річна трудомісткість робіт за формулою 1.2 становитиме:

$$T_p = 175 \cdot 613 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 1,38 \cdot 1,28 = 176415 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткість робіт на дільниці ремонту акумуляторів становитиме певну частку, а саме $\delta = 1\%$ від загальної трудомісткості ремонту повнокомплектного автомобіля [7].

Отже річна трудомісткість робіт на дільниці за укрупненими нормативами:

$$T_{dil} = T_p \cdot \delta / 100, \text{ люд.-год.} \quad (3.4)$$

$$T_{dil} = 176415 \cdot 0,01 = 1764 \text{ люд.-год.}$$

Загальна кількість виробничих робітників при цій трудомісткості:

$$m_o = \frac{T_{dil}}{\Phi_{dp}}, \quad (3.5)$$

де Φ_{dp} – дійсний річний фонд робочого часу, год.

$$m_o = 1764 / 1820 = 0,969, \text{ приймаємо } 1 \text{ виробничник.}$$

Для розрахунку трудомісткості за видами робіт проведено аналіз типового технологічного процесу ремонту акумуляторів [7]. Враховуючи реальні норми часу на типові операції та коефіцієнт їх повторності, трудомісткість обчислювалась за виразом [4]:

$$T'_{dil} = \sum_{i=1}^n t_i k_p N_{np}, \text{ люд.-год.,} \quad (3.6)$$

де t_i – часткове значення трудомісткості i -ї операції, год.;

k_p – коефіцієнт ремонту вузла (агрегата).

Результати розрахунків трудомісткості річного об'єму робіт, кількості виробничих робітників приведено і табл. 3.6.

Як видно з табл.1.7 розрахована за технологічним процесом трудомісткість робіт – на 60,5%, а кількість виробничників – на 2, є більшими, ніж за укрупненими нормативами. Це пов'язано з великою різницею в трудомісткості окремих операцій, вказаних в табл. 1.7. Для подальших розрахунків приймаємо точніші результати, тобто річну трудомісткість – 2973 люд.-год.

Таблиця 3.6 – Річні об'єми робіт і кількість виробничих робітників

Види робіт та операцій	Проектна трудомісткість на одиницю продукції, люд.год.	Річний об'єм робіт на програму, люд.-год.	Коефіцієнт повторності операцій ремонту	Дійсний річний фонд часу робітників, люд.-год.	К-сть робітників	
					розрахункова	прийнята
Ремонт ВВБ	1,73	2644	2,5	1820	1,5	2
Зарядка	0,19	329	2,8	1820	0,2	1
Всього		2973			1,6	3

3.1.8 Кількість інших категорій працівників. Кількість допоміжних працівників, ІТП, службовців, МОП визначається, виходячи з кількості виробничих робітників. Згідно [4] кількість допоміжних робітників приймається в межах 12-15% від числа виробничих робітників, ІТП - 6-8%, службовців - 3-4% і МОП - 2-3%. Результати розрахунків наведено в таблиці 1.8.

Таблиця 3.7 – Склад працівників

Назви ділянок і груп працівників	Кількість	Обґрунтування розрахунку
Виробничих робітників	3	
Допоміжних робітників	0	15%
Разом робітників	3	
ІТП	1	7%
Всього працівників	4	

3.1.9 Професії, розряди робіт та штатна відомість

Розподіл робітників за професіями наведено в табл.3.8.

3.1.10 Кількість обладнання і робочих місць

Розрахунок кількості обладнання та робочих місць наведено в табл. 1.10.

Кількість i -го типу обладнання згідно рекомендацій [9]

$$X_i = \frac{T_{p.d.i}}{T_{ф.о.}}, \quad (3.7)$$

де $T_{p.d.}$ – річний об'єм i -го виду робіт, люд.год. ;

$T_{ф.о.}$ – дійсний фонд обладнання, год.

Отже, розрахована кількість обладнання є така.

Таблиця 3.8 – Розподілення робітників по професіях і розрядах робіт

Назва професій	Кількість по розрядах						Разом	Середній розряд
	1	2	3	4	5	6		
Основні робітники:								
1. Акумуляторник				1	1		2	4,5
2. Електрик					1		1	5
Допоміжні робітники:								
Слюсар					1		1	
Разом	0	0	0	1	2		3	—

Випрямляч – ВСА 5 К:

$$X_1 = \frac{329}{1948} = 0,2. \text{ Приймаємо } 1.$$

Настільний – свердлильний верстат – Н 112:

$$X_2 = \frac{2644}{1989} = 1,3. \text{ Приймаємо } 2.$$

Стіл для складальних робіт ОРГ 1468-09:

$$X_3 = \frac{2644}{1886} = 1,4. \text{ Приймаємо } 2.$$

Стіл для ремонту ВВБ:

$$X_4 = \frac{2644}{1886} = 1,4. \text{ Приймаємо } 2.$$

Кількість робочих місць [9]:

$$X_{p.m.} = \frac{T_{p.\partial.}}{T_{\phi.p.m.}}, \quad (3.8)$$

де $T_{\phi.p.m.}$ – номінальний річний фонд часу робочого місця, вибирається з рекомендацій 2010 год. – для даного виду робіт (оббивні) [7].

$$X_{p.m.} = 1,48, \text{ приймаємо } 2.$$

Кількість спеціальних пристроїв – обчислено за формулою:

$$X_{np} = \frac{\alpha \cdot N_{np} \cdot t \cdot n}{\Phi_o}, \quad (3.9)$$

де α – коефіцієнт, який враховує кількість робітників, які користуються пристроєм, приймаємо $\alpha=1$; t – тривалість використання пристрою на одну операцію з приведеним об'єктом ремонту, год; $t=$ год. [4];

n – кількість операцій на один об'єкт; $n=2$;

Φ_o – дійсний фонд часу використання пристрою, год.

$$X_{np} = \frac{1 \cdot 613 \cdot 0,045 \cdot 15}{2008} = 0,21,$$

приймаємо 1 пристрій. На основі розрахунку і вибору обладнання складаємо відомість обладнання (табл. 3.10).

3.1.11 Площа і приміщення дільниці. Площу дільниці розраховано за площею, зайнятою обладнанням і коефіцієнтами щільності розташування обладнання [1,4] результати наведено в табл.1.11:

$$F_{\partial} = F_{об} \cdot K_{щ} \text{ м}^2, \quad (3.9)$$

де $F_{об}$ – площа, зайнята обладнанням, м^2 (табл. 3.9);

$K_{щ}$ – коефіцієнт щільності розташування обладнання [7].

Прийнята площа дільниці становить 120 м^2 . Відхилення від розрахунку – 1,5%, що є в межах норми [7].

Таблиця 3.9 – Відомість обладнання

Назва основних та допоміжних операцій	Річний об'єм робіт, люд.год	Річний фонд часу, год.		Кількість обладнання (робочих мсць)		Коефіцієнт завантаження	Назва обладнання	Марка	Площа в плані, м2	Вартість, грн.	Потужність, кВт
		Обладнання	Робочого місця	Розрахункова	Прийнята						
1. Підготовка батареї до розбирання	329	1948	2010	0,2	1	0,17	Випрямляч – ВСА 5 К	97	4,8	4700	6,4
2. Розбирання батареї	2644	1989	2010	1,3	2	0,66	Настільний – свердлильний верстат – Н 112	ДП	4,8		2,5
3. Відновлення моноблоків, і пластин	2644	1886	2010	1,4	2	0,70	Стіл для складальних робіт ОРГ 1468-09	ОРГ.14.101	2,1		0
4. Складання ВВБ	2644	1886	2010	1,4	2	0,70	Стіл для ремонту ВВБ		2,2		0

Таблиця 3.10 – Площа ділянки

Назва ділянки, зони, робочого місця	Площа, зайнята обладнанням, м ²	Коефіцієнт щільності розташування обладнання	Площа ділянки, м ²	
			обчислена	прийнята
1. Підготовка батареї до розбирання	4,8	4,5	21,6	22,0
2. Розбирання батареї	9,6	4,2	40,3	41,0
2. Відновлення моноблоків, сепараторів і пластин	4,2	4,5	18,9	19,0
4. Складання ВВБ	4,4	4,5	19,8	20,0
5. Підготовка до заряду і заряджання	8	2,2	17,6	18,0
Разом	31	-	118,2	120

3.1.12 Обґрунтування плану розміщення обладнання. Планування виробничої ділянки – це план розташування технологічного обладнання, підйомно-транспортних засобів і виробничого інвентаря. На плані повинні бути визначені всі робочих місця. Обладнання і інвентар повинні бути розставлені згідно технологічного процесу. Для створення нормальних умов працюючим, їх робочі місця розміщені біля зовнішньої стінки в зоні природного освітлення. Установка для пропитки якорів і шаф для сушки виробів після пропитки знаходяться в окремому приміщенні, відділеного від решти частини ділянки перегородками. Це пов'язано з тим, що в процесі роботи тут виділяються шкідливі речовини, для видалення яких застосовують вентиляційне обладнання.

3.1.11 Витрати енергоресурсів та матеріалів. В практиці проектування до енергетики відносять електроенергію, стиснуте повітря, пару, воду, що йдуть на виробничі потреби. Визначити потребу в окремих видах енергії (вода в даному випадку відноситься до видів енергії умовно) необхідно для

проектування енергетичної частини проекту й розрахунку собівартості продукції.

Електроенергія: річний розхід електроенергії визначають по наступний формулі [15]:

$$W = \Sigma P_{уст} \Phi_{д.о} \eta_3 K_{сн}, \text{ кВт} \cdot \text{год.}, \quad (3.10)$$

де $\Sigma P_{уст}$ – сума встановлених потужностей всіх струмоприймників кВт (табл. 1.10);

$\Phi_{д.о}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання при заданій змінності, год.;

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання. В середньому приймають рівним 0,75; $K_{сн}$ – коефіцієнт попиту, що враховує неодноразовість роботи споживачів.

В середньому його можна прийняти 0,3 – 0,5.

$$W = 8,9 \cdot 2008 \cdot 0,75 \cdot 0,4 = 5361,36 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Витрати електроенергії для освітлення визначають по формулі [15]:

$$W_{осн} = R Q F_{д}, \text{ кВт} \cdot \text{год.}, \quad (3.11)$$

де R – норма витрати електроенергії Вт на 1 м^2 площі підлоги дільниці за 1 год. Цю величину при розрахунках приймають рівною 15 – 20 Вт на 1 м^2 площі підлоги; Q – кількість годин роботи електричного освітлення на протязі року, приймають в середньому 2100 год.; $F_{д}$ – площа підлоги дільниці, м^2 .

$$W_{осн} = 18 \cdot 2100 \cdot 120 = 4536, \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати матеріалів наведені в таблиці 3.13.

3.2 Вибір зарядного пристрою

Зарядний пристрій для акумулятора Зарядний пристрій для акумулятора (аркуш 1) дозволяє заряджати акумулятор стабільним постійним джерелом струму 5А на протязі всього часу підзарядки.

Процес заряду супроводжується свіченням діода D1 - АЛ310А, а закінчення D3 -АЛ310Б. Мікросхема А1 - 142ЕН2,

Таблиця 3.11 – Річні витрати матеріалів

Найменування	Марка	Одиниці виміру	Норма витрат і-го матеріалу		Опто-ва ціна, грн.	Коеф. транспорт-нозаготівельних витрат	Коеф. приведених затрат	Річна затрата на матеріали тис. грн.
			На один комп-лект	На річну програму				
Кислота сірчана	—	л	2,8	1716	12	1,04	1	21,5
Каустична сода	—	кг	0,15	92	19			1,8
Кальцинована сода	—	кг	0,22	135	24			3,4
Сірчаноокисле залізо	—	л	0,07	43	56			2,5
Епоксидна композиція	ЕД-20	кг	0,3	184	89			17,0
Каучук полісульфідний	СКУ-8	кг	0,25	153	17,5			2,8
Всього								27,5

Транзистори: Т1, Т3 - КТ815, Т2 - КТ819 (на радіаторі), Т4 - КТ819. Стабілітрони: D2 - КС156, D3 - Д814В. Резистори R4 і R5 намотані ніхромовим дротом. Трансформатор 220V/15V розрахований на потуж - ність 100W. Струмові дроти (на схемі виділено жирним) повинні бути січенням не менше 0.5 мм². Схема має захист від короткого замикання в пластинах акумулятора.

3.3 Технологічний процес демонтажу високовольтної батареї

Пропонується технологічний процес проводити в такій послідовності.

Перевірте коди dtc.

Від'єднайте кабель від негативного (-) виведення акумуляторної батареї (рис. 3.1)

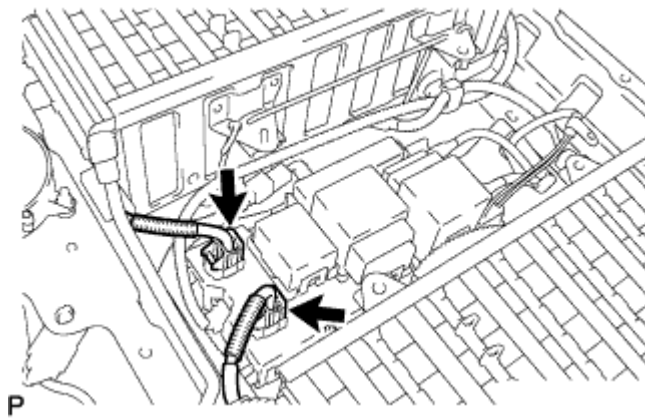


Рисунок 3.1 – Під'єднання кабелів

Перевірте коди dtc

Від'єднайте кабель від негативного (-) виведення акумуляторної батареї

Зніміть затиск сервісного розмикального ланцюга

Зніміть кришку кронштейна такою, що направляє заднього сидіння

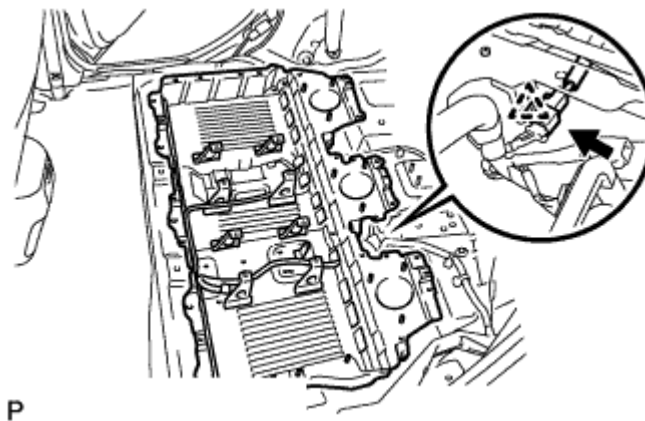


Рисунок 3.2 – Кришка кріплення

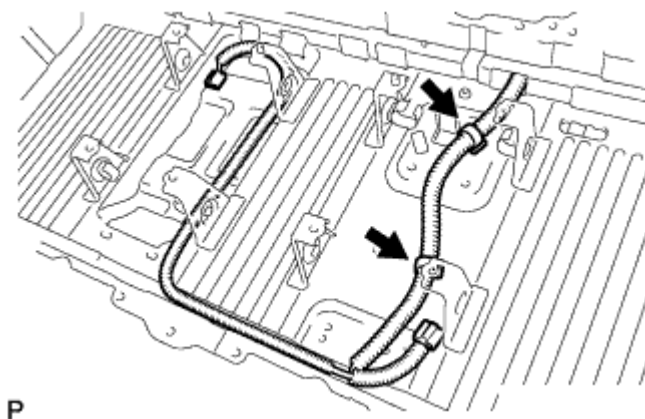


Рисунок 3.3 – Провідники ВВБ

зніміть ліве заднє сидіння у зборі

зніміть кришку напрямного кронштейна заднього сидіння

- зніміть праве заднє сидіння у зборі
- зніміть кришку повітрозабірника
- зніміть кришку центрального повітрозабірника
- зніміть передній підлоговий килимок
- зніміть замок ременя безпеки заднього центрального сидіння у зборі
- зніміть кронштейн майданчика акумуляторної батареї
- зніміть захисний кожух майданчика акумуляторної батареї
- зніміть кришку технологічного отвору високовольтної акумуляторної батареї
- зніміть кришку акумуляторної батареї у зборі
- зніміть блок контролю стану акумуляторної батареї
- зніміть високовольтну акумуляторну батарею
- зніміть вентилятор системи від'єднайте роз'єм батареї електромобіля
- зніміть реле гібридної системи у зборі
- зніміть кришку технологічного отвору високовольтної батареї
- зніміть кришку акумуляторної батареї
- зніміть ущільнення акумуляторної батареї № 2
- зніміть джгут електропроводки блоку акумуляторних батарей

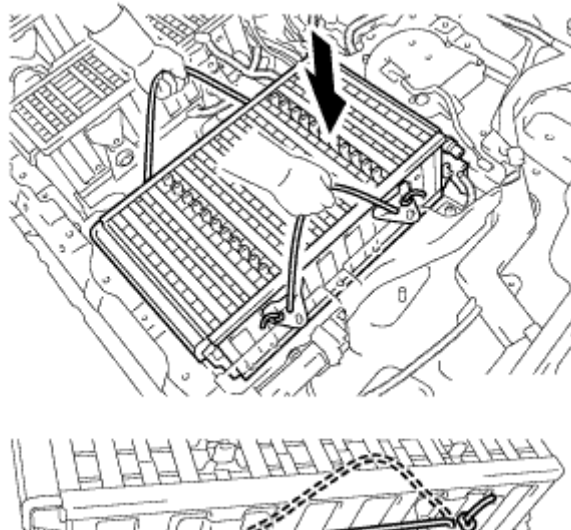


Рисунок 3.4 – Знімання ВВБ

3.4 Технологічний процес монтажу високовольтної батареї

Процес монтажу пропонується проводити в такій послідовності.

Під'єднайте 2 затиски (рис. 3.3) і встановіть джгут електропроводки блоку акумуляторних батарей на нижній корпус високовольтної акумуляторної батареї.

Встановіть ущільнення акумуляторної батареї № 2

Під'єднайте затиск і встановіть джгут електропроводки блоку акумуляторних батарей на нижній корпус високовольтної акумуляторної батареї.

Встановіть ущільнення акумуляторної батареї № 2 на нижній корпус високовольтної акумуляторної батареї.

Примітка: Переконайтеся у відсутності проміжку між ущільненням акумуляторної батареї і нижнім корпусом.

Встановіть кришку акумуляторної батареї.

Встановіть кришку акумуляторної батареї на нижній корпус високовольтної акумуляторної батареї.

ПРИМІТКА: Перевірте, щоб частина кришки акумуляторної батареї з нанесеною бутиловою стрічкою надійно прилягала до нижнього корпусу.

встановіть нижній корпус високовольтної акумуляторної батареї

Встановіть на автомобіль нижній корпус високовольтної акумуляторної батареї.

Під'єднайте роз'єм і затиск до нижнього корпусу високовольтної акумуляторної батареї

Встановіть реле гібридної системи у зборі

Встановіть високовольтне реле у зборі і закріпіть його 3 гайками.

Під'єднайте 2 роз'єми до високовольтного реле у зборі.

Під'єднайте 2 роз'єми кабелю головної акумуляторної батареї до високовольтного реле у зборі.

Під'єднайте джгут електропроводки рами № 3 до високовольтного реле і закріпіть його 2 гайками.

ПРИМІТКА: Переконайтеся в тому, що джгути електропроводки рами № 3 не перехрещуються.

Джгути електропроводки рами № 3 повинні підключатися тільки до відповідних контактів, як показано на малюнку.

Під'єднайте роз'єм джгута електропроводки рами № 3 до високовольтного реле у зборі.

6. Встановіть роз'єм акумуляторної батареї електромобіля

Встановіть роз'єм акумуляторної батареї EV і закріпіть його 2 болтами і гайкою. Під'єднайте роз'єм і затиски.

7. Встановіть вентилятор системи охолодження акумуляторної батареї у зборі

Встановіть 3 вентилятори системи охолодження акумуляторної батареї у зборі і закріпіть їх 9 гайками.

Під'єднайте роз'єми і затиски усіх вентиляторів системи охолодження акумуляторної батареї у зборі.

Встановіть високовольтну акумуляторну батарею.

Застереження: Використайте електроізолюючі рукавички і захисні окуляри.

Встановіть праву високовольтну акумуляторну батарею.

Під'єднайте кабель головної акумуляторної батареї до правої високовольтної акумуляторної батареї і закріпіть його новою гайкою.

Під'єднайте кабель головної акумуляторної батареї № 2 до правої високовольтної акумуляторної батареї і закріпите його новою гайкою.

Під'єднайте кабель головної акумуляторної батареї № 2 до правої високовольтної акумуляторної батареї і закріпите його новою гайкою.

Встановіть шланг вентиляції акумуляторного відсіку.

ВстановітьЗакріпіть гайкою кабель головної акумуляторної батареї і роз'єм.

Під'єднайте 2 затиски.

Під'єднайте 2 затиски.

Встановіть центральну високовольтну акумуляторну батарею.

Встановіть центральну високовольтну акумуляторну батарею.

ПРИМІТКА: Після установки центральної високовольтної акумуляторної батареї витягніть троси для підйому акумуляторної батареї у напрямі передньої частини автомобіля так, щоб вибрати слабке місце.

Встановіть шланг вентиляції акумуляторного відсіку між правою і центральною акумуляторними батареями гібридної системи.

ПРИМІТКА: Поєднайте виступи на шлангу вентиляції акумуляторного відсіку і гумовій трубці і встановіть шланг.

Під'єднайте 2 роз'єми і затиск.

Під'єднайте 2 роз'єми до високовольтного реле у зборі.

Встановіть ліву високовольтну акумуляторну батарею.

Встановіть ліву високовольтну акумуляторну батарею.

ПРИМІТКА: Після установки лівої високовольтної акумуляторної батареї витягніть троси для підйому акумуляторної батареї у напрямі передньої частини автомобіля так, щоб вибрати слабке місце.

Під'єднайте роз'єм акумуляторної батареї EV до високовольтної акумуляторної батареї і закріпіть його новою гайкою.

ПРИМІТКА: Обов'язково надійно встановіть пластмасову кришку.

Ізолюйте інструмент ізоляційною стрічкою.

Не розбирайте карданний шарнір.

Під'єднайте кабель головної акумуляторної батареї до високовольтної акумуляторної батареї і закріпіть його новою гайкою.

Під'єднайте кабель головної акумуляторної батареї до високовольтної акумуляторної батареї і закріпіть його новою гайкою.

Під'єднайте затиск джгута дротів датчика температури акумуляторної батареї.

Під'єднайте шланг вентиляції акумуляторного відсіку між лівою і центральною акумуляторними батареями гібридної системи.

Встановіть блок контролю стану

Встановіть блок контролю стану акумуляторної батареї і закріпіть його 4 болтами.

Під'єднайте 5 роз'ємів і 2 затиски .

Перевірте підключення високовольтного кабелю.

Застереження:

Використайте електроізолюючі рукавички і захисні окуляри.

Перевірте надійність підключення усіх джгутів дротів.

Переконайтеся в тому, що джгути електропроводки рами № 3 не перехрещуються.

Джгути електропроводки рами № 3 повинні підключатися тільки до відповідних контактів, як показано на малюнку.

Роз'єми мають бути надійно підключені.

Гайки мають бути надійно затягнуті.

Переконайтеся, що 4 пластмасових кришки встановлені надійно.

Встановіть кришку акумуляторної батареї у зборі

Встановіть клямку замку кришки акумуляторної батареї і натисніть кнопку, щоб зафіксувати її.

Встановіть кришку акумуляторної батареї і закріпіть її 28 болтами і 6 гайками.

ПРИМІТКА: У позиції В встановіть болт заземлення.

Під'єднайте джгут електропроводки рами № 3 і закріпіть його болтом.

Під'єднайте джгут електропроводки рами № 3 і закріпіть його болтом.

Встановіть клямку замку кришки акумуляторної батареї і натисніть кнопку, щоб зафіксувати її. Встановіть кришку технологічного отвору акумуляторної батареї і закріпіть її 2 болтами. Встановіть правий захисний кожух майданчика акумуляторної батареї і закріпіть його 2 болтами. Встановіть центральний захисний кожух майданчика акумуляторної батареї і закріпіть його 2 болтами. Встановіть лівий захисний кожух майданчика акумуляторної батареї і закріпіть його 2 болтами. Встановіть кронштейн майданчика акумуляторної батареї

Встановіть кронштейн майданчика акумуляторної батареї і закріпіть його 2 болтами. Встановіть замок ременя безпеки заднього центрального сидіння у зборі. Закріпіть замок ременя безпеки заднього центрального сидіння у зборі болтом. Встановіть передній підлоговий килимок. Встановіть передній підлоговий килимок. Встановіть кришку центрального повітрозабірника

Встановіть кришку повітрозабірника. Встановіть ліве заднє сидіння у зборі.

Встановіть затиск сервісного розмикального ланцюга

Під'єднайте кабель до негативного (-) виведення акумуляторної батареї

Під'єднайте кабель до негативного (-) виведення акумуляторної батареї

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги до приміщення

4.1.1 Пожежні вимоги. Приміщення по класифікації діляниць авторемонтних підприємств відносяться до групи Д по пожежній безпеці. З усіх виробничих і допоміжних приміщень повинні забезпечуватись умови безпечної евакуації людей на випадок виникнення пожежі. Кількість евакуаційних виходів із виробничих цехів повинна бути не менше двох [12].

Двері на шляхах евакуації повинні відкриватись по напрямленню до виходу із споруди. Мінімальна ширина евакуаційних дверей повинна бути 0,8м [12].

4.1.2 Санітарні вимоги. Об'єм виробничого приміщення на кожного працюючого повинен складати 15 м^3 , а площа кожного виробничого приміщення, що відгороджене стінами або глухими перегородками не менш $4,5 \text{ м}^2$ на кожного працюючого [12].

У всіх виробничих і допоміжних приміщеннях необхідно передбачити вентиляцію, яка може бути природною (аерація), механічна або змішаною

Природна вентиляція здійснюється видаленням з приміщення забрудненого і поступлення чистого повітря через відкриті створки і фрамуги світових ламп і вікон. Повітрообмін проходить природнім шляхом під дією різності температур повітря в приміщенні і поза ним, вітру.

Механічна система вентиляції є приточно-витяжною. При цій системі видалення забрудненого і поступлення чистого повітря здійснюється механічно, за допомогою вентиляційних установок. В холодний час року повітря поступає в приміщення підігрітим. Для цього перед входом в приміщення він проходить через нагрівальні прилади-калорифери.

Перед викидом в атмосферу забруднене повітря, що має шкідливі речовини, необхідно очищати. Для цих цілей в витяжній вентиляційній системі передбачають фільтри [12].

Вентиляція у виробничих приміщеннях повинна бути розрахована так, щоб концентрація шкідливих парів, газів і пилки не перевищувала гранично-

допустимих значень відповідно санітарним нормам. Проектувати вентиляцію по кратності обмінів повітря, як правило, не допускається.

Оптимальна температура повітря в виробничих приміщеннях повинна бути: в холодний і перехідний період року (при температурі зовнішнього повітря нижче $+10^{\circ}\text{C}$) $+16-22^{\circ}\text{C}$; в теплий період року (при температурі зовнішнього повітря $+10^{\circ}\text{C}$ і вище) $+18-25^{\circ}\text{C}$ [12].

4.2 Електробезпека

4.2.1 Розрахунок занулення на відключаючу здатність. Мета розрахунку занулення полягає у визначенні умов, при яких воно надійно і швидко відключає пошкоджену електроустановку від мережі і одночасно забезпечує безпеку дотику людини до занулених частин установки в аварійний період.

При замиканні фази на занулений корпус електроустановка автоматично відключається, якщо значення струму однофазного короткого замикання (тобто між фазним і нульовим захисними провідниками) I_k , A , задовольняє умові [12]:

$$I_k \geq K \cdot I_{\text{ном}}, \quad (4.1)$$

де K – коефіцієнт кратності номінального струму $I_{\text{ном}}$, A плавної вставки запобіжника або вставки струму спрацювання автоматичного вимикача, A .

Модуль струму короткого замикання, A , вираховується за приблизною формулою [12]:

$$I_{k3} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_n},$$

де Z_m і Z_n – модулі повного опору обмоток джерела живлення і повного опору петлі фаза – нуль.

Повний опір петлі фаза-нуль визначається [12]:

$$Z_n = \sqrt{(R_{\phi} + R_{n.3})^2 + (X_{\phi} + X_{n.3} + X_n)^2}, \quad (4.2)$$

де $R_{\phi} + R_{n.3}$ – активний опір петлі фаза – нуль.

Значення R_ϕ і $R_{н.з}$ для провідників із кольорових металів (мідь, алюміній) визначають по відомим даним: січення S , мм², довжини l_i матеріалу провідників.

Активний опір визначається:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S},$$

де ρ – питомий опір провідника (для міді 0,018, а для алюмінію 0,028 м·(мм²/м) [16].

Січення нульового захисного провідника $S_{н.з}$, мм², приймається з умови, що $R_{н.з} \leq 2R_\phi$ тобто якщо фазні і нульові захисні провідники виконані з одного металу, то $S_{н.з} \geq 0,5S_\phi$ (S_ϕ – січення фазового провідника, мм²) якщо з різних металів, наприклад, фазний з міді, а нульовий захисний з алюмінію, то $S_{н.з} \geq 0,8S_\phi$.

Значення Z_T залежить від потужності трансформатора і схеми з'єднання його обмоток, а також від конструктивного виконання трансформатора.

Значення X_ϕ і $X_{н.з}$ для мідних і алюмінієвих провідників порівнянно малі (біля 0,0156 Ом/км), тому ними можна знехтувати.

Значення X_n можна визначити за формулою (для ліній прикладених в повітрі) [12]:

$$X_n = 0,1256 \cdot \ln 2D/d \text{ (Ом/км)}, \quad (4.3)$$

де D – віддалі між проводами; d – діаметр.

В наближених розрахунках зовнішній індуктивний питомий опір X_n' для внутрішньої проводки складає 0,3 Ом/км і 0,6 Ом/км для повітряних ліній (при віддалі між проводами, що відповідають нормам) [12]:

$$X_n = X_n' \cdot l, \quad (4.4)$$

де l – довжина проводки.

4.2.2 Розрахунок занулення. Розрахувати занулення чотирьох провідної лінії 380/220, яка складається з двох ділянок: $l_1 = 400$ м; $l_2 = 100$ м, виконаних з алюмінієвих проводів, площа січення яких відповідно $S_1 = 50$

мм² і $S_2 = 20 \text{ мм}^2$ живиться від трансформатора потужністю 400 кв.А, 6/0,4 кВ зі схемою з'єднання обмоток “зірка зіг-заг з нулем” [6].

Необхідно знайти значення струму однозначного короткого замикання I_K і визначити $I_{\text{НОМ}}$, вибрати тип запобіжника.

$$I_K \geq K \cdot I_{\text{НОМ}},$$

$$I_K = \frac{U_\phi}{\frac{Z_m}{3} + \sqrt{(R_\phi + R_{\text{н.з}})^2 + (X_\phi + X_{\text{н.з}} + X_n)^2}},$$

де Z_T опір трансформатора $Z_T = 0,056 \text{ Ом}$.

Визначаємо опір фазного і нульового захисних провідників R_ϕ і $R_{\text{н.з}}$,

$$R_{\phi 1} = \rho \cdot \frac{l_1}{S_1} = \frac{0,028 \cdot 100}{50} = 0,224 \text{ Ом},$$

$$R_{\phi 2} = \rho \cdot \frac{l_2}{S_2} = \frac{0,028 \cdot 400}{25} = 0,448 \text{ Ом},$$

де ρ – коефіцієнт опору провідників $\rho = 0,028$.

Оскільки фазний провід алюмінієвий, приймаємо $X_\phi = 0$.

$$R_{\text{н.з}1} = \rho \cdot \frac{l_1}{S_{\text{н.з}1}} = \frac{0,028 \cdot 400}{25} = 0,448 \text{ Ом},$$

де $S_{\text{н.з}1} \geq 0,5 R_\phi$, тому приймаємо

$$S_{\text{н.з}1} = 25 \text{ мм}^2 \text{ і } S_{\text{н.з}2} = 10 \text{ мм}^2$$

$$R_{\text{н.з}2} = \rho \cdot \frac{l_2}{S_{\text{н.з}2}} = \frac{0,028 \cdot 100}{10} = 0,28 \text{ Ом}.$$

Оскільки фазний провід мідний, приймаємо $X_{\text{н.з}} = 0$.

Зовнішній індукційний опір 1 км петлі фаза – нуль приймаємо $X_n' = 0,3 \text{ Ом/км}$, тоді

$$X_{n1} = X_{n1}' \cdot l_1 = 0,3 \cdot 0,4 = 0,12 \text{ Ом}, X_{n2} = X_{n2}' \cdot l_2 = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ Ом}.$$

Опір петлі проводів “фазний – нульовий” на першій ділянці:

$$Z_{1n} = \sqrt{(R_{\phi 1} + R_{\text{н.з}1})^2 + (X_{\phi 1} + X_{\text{н.з}1} + X_n)^2} = \sqrt{(0,224 + 0,448)^2 + 0,12^2} = 0,6826 \text{ Ом}$$

на другій ділянці:

$$Z_{2n} = \sqrt{(0,14 + 0,28)^2 + 0,03^2} = 0,4211 \text{ Ом}$$

Струм короткого замикання:

$$I_{\kappa} = \frac{U_{\phi}}{Z_{2n} + Z_{1n} + \frac{Z_m}{3}};$$

$$I_{\kappa} = \frac{220}{0,4211 + 0,6826 + \frac{0,056}{3}} = 178,2 \text{ А}$$

$$I_{ном} = \frac{I_{\kappa}}{K} = \frac{178,2}{3} = 60 \text{ А}, \quad (4.5)$$

де $K \geq 3$ для плавкого запобіжника.

Вибираємо запобіжник ПН 2 – 250 на $I_{ном} = 60 \text{ А}$.

4.3 Заходи безпеки під час ремонту та зарядки акумуляторів

Ремонт і зарядка акумуляторів пов'язані з шкідливостями і небезпекою при роботі із свинцем, кислотою, вибухонебезпечними та отруйними речовинами (водень, миш'яковистий водень). Основою безпеки при ремонті та зарядці акумуляторів є парове видалення шкідливих і небезпечних речовин із виробничого середовища та ізоляції працюючих від можливої їх дії [6].

Заряджають і ремонтують акумулятори в окремих, ізольованих один від одного і від інших приміщень, обладнаних припливно – витяжною вентиляцією, пофарбованих кислотостійкою фарбою, з кислототривким покриттям підлоги.

Вентиляційні канали з цих приміщень вводяться окремо і ні в якому разі в димоходи або загальну вентиляційну систему будівлі. Акумуляторні батареї для зарядки потрібно ставити в щільно зачинені витяжні шафи. Генератори, електродвигуни, електроосвітлення в цих приміщеннях встановлюють тільки у вибухобезпечному виконанні. Двері з акумуляторної відчиняються на зовні.

Робітників акумуляторного цеху забезпечують кислотостійкими бавовняними костюмами, гумовими фартухами, захисними окулярами та необхідними приладами.

Забороняється з'єднувати акумуляторні батареї проводом.

В акумуляторній необхідно мати умивальник, мило, вату, рушник, 5 – 10%-ний розчин питної соди.

При приготуванні кислотного електроліту треба сірчану кислоту змішувати з дистильованою водою в керамічному, скляному посуді. Переливають кислоту за допомогою спеціальних пристроїв. Наливають її у воду (а не навпаки).

Перед початком зарядки акумуляторів включають вентилятор, який повинен працювати під час усього процесу і після нього протягом 0,5 – 1,5 години.

Транспортують акумуляторні батареї у візках із гніздами за розміром батарей.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок прямих витрат

5.1.1 Витрати на оплату праці основних виконавців. Згідно технологічного розрахунку на даній ділянці по випробуванню двигунів працюватиме 3 основних робітники.

Загальний річний фонд заробітної плати робітників з врахуванням в фонд соціального страхування, в фонд зайнятості розраховується за формулою:

$$C_{p.c.} = C_{o.c.} + C_{d.c.} + C_{c.c.} + C_{\text{ч}} + C_3; \text{ тис. грн.} \quad (5.1)$$

де $C_{o.c.}$ – річний фонд основної зарплати; $C_{d.c.}$ – річна сума відрахувань на додаткову заробітну плату, тис. грн.; $C_{c.c.}$ – річна сума відрахувань.

Річний фонд основної заробітної плати розраховується за формулою:

$$C_{осн.} = \frac{T \cdot \phi_c \cdot K_n \cdot K_c}{1000}; \text{ тис. грн.}, \quad (5.2)$$

де T – річна трудомісткість робіт, розрахована в технологічній частині проекту; люд. год.; ϕ_c – середньорічні тарифні ставки робітників в залежності від розряду; грн.; K_n – коефіцієнт виконання норми: $K_n=1,2$; K_c – коефіцієнт питомої ваги трудомісткості; $K_c=0,75$.

Приймаємо, що всі робітники четвертого розряду, тобто $\phi_c = 16,5$ грн/год. Отже, основна зарплата становить:

$$C_{осн.} = 1764 \cdot 16,5 \cdot 1,2 \cdot 0,75 / 1000 = 26,1 \text{ тис. грн.}$$

Річна сума доплат робітникам становить 30% їх основної заробітної плати, отже: $D_e = 0,3 \cdot C_{осн.} = 0,3 \cdot 26,1 = 7,8$ тис. грн.

Річна сума додаткової заробітної плати становить 18% від основної заробітної плати, тобто $C_{d.c.} = 0,18 \cdot C_{осн.} = 0,18 \cdot 26,1 = 4,7$ тис. грн.

Фонд заробітної плати становить:

$$\Phi_{zn} = C_{осн.} + D_e + C_{d.c.}, \quad (5.3)$$

$$\Phi_{zn} = 26,1 + 7,8 + 4,7 = 38,6 \text{ тис. грн.}$$

Єдиний соціальний внесок для робітників:

$$H_{cc} = 0,3688 \cdot \Phi_{zn} = 0,3688 \cdot 38,6 = 14,2 \text{ тис. грн.}$$

де Φ_{zn} – фонд зарплати водіїв і ремонтників.

Середня місячна зарплата одного робітника визначиться за формулою:

$$З_m = \Phi_{zn} / (12 \cdot N_{cn}), \quad (5.4)$$

Усі ці дані зводимо у таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Витрати на оплату праці основних виробничників

Показники	Числове значення тис. грн.
1. Річний фонд основної зарплати	1349,6
2. Річна сума додаткової зарплати	242,9
3. Річна сума відрахувань на соціальне страхування	1,99
4. Відрахування у соціальний фонд	14,2
5. Загальний річний фонд оплати праці	1997,4
6. Загальні нарахування на зарплату	51,9
7. Витрати, пов'язані з оплатою праці	2049,3

$$З_m = 38,6 / (12 \cdot 3) \cdot 1000 = 1070 \text{ грн.}$$

5.1.2 Витрати на матеріали. Згідно програми і технологічного процесу на 613 ВВБ потрібно 27,5 тис. грн. на матеріали.

При купівлі матеріалів виникає ПДВ- зобов'язання:

$$\text{ПДВ}_3 = C_m \cdot 0,1667 = 4,59 \text{ тис. грн.}$$

До допоміжних матеріалів відносяться матеріали на прибирання приміщень і змащування машин. Обтиральні матеріали потрібні у кількості 20 кг/верст. Отже,

$$C_{\text{кін.}} = 20 \cdot 4 \cdot 8 = 640 \text{ грн.};$$

$$C_{\text{сол.}} = 650 \cdot 0,5 = 325 \text{ грн.}$$

Всього $\Sigma = 965$ грн., в т. ч. $\text{ПДВ}_3 = 0,16$ тис. грн.

5.1.3 Річні витрати на електроенергію, воду, теплопостачання та інші ресурси. Витрати на освітлення приймаються за даними табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Річні витрати освітлювальної електроенергії

Площа дільниці, м ²	Тривалість роботи електрообладнання протягом року, год.	Питома потужність освітлювального навантаження, кВт/м ²	Коефіцієнт попиту	Річні витрати, кВт год.
120	860	0,02	0,8	1978

При нормі 15 Вт на 1 м² приміщення і часі роботи освітлення у 1250 годин, вартість електроенергії складатиме:

$$P_{\text{осв.}} = 15 \cdot 120 = 1800 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{заг.}} = 1800 \cdot 1250 / 1000 = 2250 \text{ кВт/год.}$$

$$C_{\text{осв.}} = 2250 \cdot 0,47 / 1000 = 1,1 \text{ тис. грн.}$$

Силова електроенергія:

$$P_{\text{сил.}} = 8,9 \cdot 1932,6 = 19326 \text{ Вт} \cdot \text{год.}$$

$$C_{\text{сил.}} = 19326 \cdot 0,47 = 32,04 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок вартості води

$$Q_{\text{води}} = N_{\text{роб.}} \cdot 20 \text{ л} = 3 \cdot 20 = 60 \text{ л}$$

$$Q_{\text{річне}} = 60 \cdot 223,5 = 13,4 \text{ т, } C_{\text{води}} = Q_{\text{річн.}} \cdot 4,1 = 55 \text{ грн.}$$

Витрати води не є суттєвими для дільниці. Розрахунок кількості пари для опалення

$$Q_{\text{п}} = \frac{g \cdot T \cdot V}{C \cdot 1000}, \text{ л,} \quad (5.5)$$

де g – витрати тепла, $\frac{\text{ккал}}{\text{год} \cdot \text{м}^3}$; $g = 25 \frac{\text{ккал}}{\text{год} \cdot \text{м}^3}$; T – кількість годин опалення;

$T = 4320$ год. V – об'єм приміщення; $V = 360 \text{ м}^3$; C – теплота випаровування;

$$C = 540 \frac{\text{ккал}}{\text{год.}}; Q_{\text{п}} = \frac{25 \cdot 4320 \cdot 240}{540 \cdot 1000} = 50 \text{ т.}$$

$$C_{\text{пари}} = Q_{\text{п}} \cdot C = 50 \cdot 9,2 / 1000 = 0,46 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріали по прибиранню приміщень становлять 3% вартості будівель; $C = 2,5$ тис. грн.

5.2 Непрямі витрати

5.2.1 Витрати на амортизацію. Залишкова вартість усіх основних засобів на перше число планового року : $C_{зал}^{оз} = 1032,75$ тис. грн.

Амортизаційні відрахування на рік [4]:

$$A_{нев}^{pc} = \sum_{i=1}^k \frac{C_{зали}^{оз} \cdot \delta}{k}, \text{ тис. грн.} \quad (5.6)$$

де δ – норма амортизації, %; k – кількість звітних періодів по прибутку.

Амортизаційні відрахування на відновлення основних засобів за рік:

$$A_{пв}^{pc} = 4,32 + 18,8 + 0,63 + 3,2 = 26,95 \text{ тис. грн.}$$

5.2.2 Накладні витрати підприємства визначаємо як відсоток від прямих витрат за формулою [2]:

$$HB = (З_{МТП} + \Phi_{зп} + H_{зп}) \cdot k_{нв}, \text{ тис. грн.} \quad (5.7)$$

де $k_{нв} = 0,10 \dots 0,35$ – коефіцієнт накладних витрат.

$$HB = (35,6 + 38,6 + 4,95) \cdot 0,15 = 11,9 \text{ тис. грн.}$$

Таблиця 5.3 – Витрати на амортизацію обладнання

Найменування	Сума, тис. грн.	Норма амортизації, %	Сума, тис. грн.
Приміщення	864	5,0	4,32
Робочі машини	151	12,5	18,8
Силові обладнання	5	12,5	0,63
Інструменти і пристрої	12,75	25	3,2
Всього	1032,75	-	26,95

5.2.3 Цехові витрати після розрахунку зводимо в таблицю 5.4.

5.3 Сумарні річні витрати

Загальні витрати по дільниці визначаються за виразом:

$$C_p = C_{МТП} + \Phi_{зп} + H_{зп} + HB + ЦВ, \quad (5.8)$$

де $C_{МТП}$ – витрати на матеріально-технічне постачання, тис. грн.; $\Phi_{зн}$ – витрати на оплату праці, тис. грн.; $H_{зн}$ – нарахування на зарплату, тис. грн.; $ЦВ$ – цехові витрати, тис. грн.

Таблиця 5.6 – Результати цехових витрат

Назва статей	Амортизація, %	Сума, тис. грн.
1. Відшкодування зносу інструмента	0,3 $C_{уст.}$	45
2. Поточний ремонт основних фондів		
А) будови і споруди	0,25 $C_{сп.}$	2,16
Б) устаткування і робочі машини	0,05 $C_{уст.}$	0,75
В) силового устаткування	0,05 $C_{с. о.}$	0,025
Г) інструменти і пристрої	0,25 $C_{інс.}$	3,18
Сума		57,87

$$C_p = 35,6 + 38,6 + 4,95 + 11,9 + 57,9 = 148,95 \text{ тис. грн.}$$

Собівартість одиниці продукції становитиме:

$$C_{ВВБ} = C_p / N_{np} = 148,95 / 613 = 0,243 \text{ тис. грн.}$$

5.4 Капітальні витрати

Для реорганізації даної ділянки капітальні витрати потрібні на закупівлю обладнання та інструментів, ремонт приміщення ділянки, на силове обладнання. Капітальні витрати розраховуються за формулою:

$$K_o = K_c [1 + \delta_t + \delta_c + \delta_m] + K_{інв.} \quad (5.9)$$

де K_c – капітальні вкладення, тис. грн.; δ_t – коефіцієнт, що враховує транспортні витрати, що пов'язані з придбанням обладнання; $\delta_t=0,1$; δ_c – коефіцієнт, що враховує витрати на будівельні роботи; $\delta_c=0,05$; δ_m – коефіцієнт, що враховує витрати на монтаж обладнання; $\delta_m=0,05$; $K_{інв.}=0,1 K_c$, тис. грн.

Для розрахунку капіталовкладень спочатку обчислюємо вартість обладнання даної ділянки. Результати занесені в таблицю 5.7.

Крім вартості основного обладнання необхідно розрахувати вартість побудови даного приміщення, вартість основного обладнання, вартість інструментів тощо.

Вартість реконструкції 1 м³ приміщень на даний період складає 720 грн.

Площа даної ділянки згідно технологічного розрахунку становить 120 м² при висоті Н = 3,6 м.

Отже, вартість забудови становитиме:

$$C_6 = S \cdot H \cdot 720 = 1200 \cdot 3,6 \cdot 7200 = 4640 \text{ тис. грн.}$$

Загальні капіталовкладення становлять 5150 тис. грн.

Таблиця 5.7 – Вартість обладнання

Назва верстату	Кількість	Ціна за 1 обладнання, тис. грн.	Загальна вартість, тис. грн.
Випрямляч – ВСА 5 К	5	35	175
Настільний – свердлильний верстат – Н 112	1	145	145
Стіл для складальних робіт ОРГ 1468-09	1	60	60
Стіл для ремонту ВВБ	1	70	70
Стіл для складальних робіт ОРГ 1468-09	2	30	60
Всього	7	-	510

5.5 Валові доходи

Тарифи на ремонт та зарядку ВВБ. На початок 2016 року вартість ремонту ВВБ Панасонік складала 4000 грн.

Валовий дохід та прибуток ділянки. Валовий дохід:

$$D_v = y_i \cdot N, \text{ тис. грн.}, \quad (5.10)$$

$$D_v = 4000 \cdot 6130 / 1000 = 24520 \text{ тис. грн.}$$

Податок на додану вартість визначають з формули:

$$ПДВ = \frac{LD \cdot \alpha}{100}, \quad (5.11)$$

Де: α -величина податку на додану вартість; $\alpha=16\%$.

$$\text{ПДВ} = 2452 \cdot 16/100 = 392 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{ПДВ до сплати: } \text{ПДВ}_c = \text{ПДВ} - \text{ПДВ}_3$$

$$\text{ПДВ}_c = 392 - 4,8 = 34,4 \text{ тис. грн.}$$

Валовий дохід без врахування податку:

$$D_n = D_v - \text{ПДВ} = 245,2 - 34,4 = 2108 \text{ тис. грн.}$$

Балансовий прибуток:

$$P_6 = D_n - (C_v + 0,2D_n), \text{ грн.}, \quad (5.12)$$

де C_v – повна собівартість;

$$P_6 = 210,6 - (1489,5 + 0,2 \cdot 2106) = 319 \text{ тис. грн.}$$

Визначаємо величину податку на прибуток:

$$\text{ПДН} = \frac{P_6 \cdot \beta}{1000}, \text{ грн.}, \quad (5.8)$$

де β – ставка податку на дохід; $\beta = 17\%$

$$\text{ПДН} = 319 \cdot 0,17 = 7,97 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{Розрахований прибуток: } P_p = P_6 - \text{ПДН} = 239 \text{ тис. грн.}$$

5.5 Визначення економічної ефективності

Період окупності ділянки визначаємо за формулою:

$$N_{ok} = T + \frac{S_t}{S_t + S_{t+1}} = 4 + \frac{33215}{29795 + 33215} = 4,53 \text{ (роки)}$$

ВИСНОВКИ

1. СТО „Діамант” не виконує деяких робіт з ремонту гібридних двигунів легкових автомобілів, з їх діагностування. Відсутні роботи з ремонту агрегатів – їх тепер замінюють новими. В зв’язку з цим доцільно переглянути технологічні процеси на дільницях СТО і запропонувати варіант перепланування приміщень.

2. Середня фактичну інтенсивність обслуговування СТО, як системи масового обслуговування збільшується до 0,247 авт/год.

3. Дана робота дає змогу вирішити такі проблеми підприємства:

збереження кваліфікованого персоналу;

раціональне використання обладнання;

освоєння нових технологій.

4. Як наслідок вирішення цих проблем – зниження собівартості ремонту автомобілів та збільшення рентабельності виробництва.

5. Ремонтний фонд постачатимуть державні і приватні автопідприємства, а також приватні особи.

6. Потрібно удосконалити технологію і устаткування акумуляторної дільниці ТзОВ СТО "Діамант" – впровадити заряджання акумуляторів асиметричним струмом

7. На підприємстві потрібно запровадити типову схему реалізації виробничого процесу ТО і ремонту автомобілів, для якої визначено основні виробничі параметри.

8. Організацію технологічного процесу ТО та ремонту визначають кількість робочих постів або робочих місць, які необхідні для виконання виробничої програми, технологічні особливості кожного виду дії, можливості розподілу всього обсягу робіт між постами з відповідною їх спеціалізацією.

9. На дільниці ремонту акумуляторних батарей працює один працівник який виконує регламентовані роботи по обслуговуванню та ремонту акумуляторних батарей.

10. СТО не виконує деяких робіт з ремонту та утилізації ВВБ, регулювання світлових приладів автомобілів. Відсутні роботи з ремонту деталей випрямлячів-інвенторів – їх тепер замінюють новими. В зв'язку з цим доцільно переглянути технологічні процеси на дільницях СТО і запропонувати варіант перепланування приміщень.

11. Капіталовкладення в проект організації акумуляторного відділення – 5150 тис. грн. Термін їх окупності – 4,5 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сажко В.А. Електрообладнання автомобілів і тракторів. Каравела, 2014. 400с.
2. Мазепа С. С., Куцик А. С Електрообладнання автомобіля Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2004. 168 с.
3. Довідник по нормуванню праці на ремонтних роботах.-- К.: Урожай, 1988. – 264 с.
4. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. – К.: Вища шк., 2003. – 527 с.: іл.
5. Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів. – К.: Мінтранс України, 2003. – 24 с.
6. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь, 2002. – 400 с.
7. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник / І. П. Курніков, М. К. Корольов, В. М. Токаренко. – К.: Вища шк., 1993. – 191 с.
8. <http://ua.nauchebe.net/>
9. Каталог обладнання Bosch. – К.: Роберт Бош, ЛТД, 2004. – 62 с.
10. Організація та технологія технічного сервісу машин : навч. посібн. /О.М. Шокарев, В.М. Кюрчев, С.В. Кюрчев, А.М. Побігун., за ред. О.М. Шокарева. Мелітополь : ТОВ «ФОРВАРДПРЕСС», 2019. 307 с.
11. Лехман С.Д., Целинський В.П., Козирєв С.М. Довідник з охорони праці: Запитання і відповіді. Київ: Урожай, 1998. 400с
12. Цивільний захист: навч. посібн. / М.А.Касьянов, В.П. Гуляєв, О.О. Колібабчук, В.І. Сало, В.О. Медяник, О.М. Друзь, Ю.А. Тищенко. Луганськ: Вид-во Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, 2008. 291 с.
13. Аветісян В. К. Економіка ремонтного підприємства. Харків : ХНТУСГ, 2005. 389 с.