

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: *Визначення ефективності використання електротранспорту для
перевезення пасажирів*

Виконав: студент 4 курсу, групи МНс-41
спеціальності 275 «Транспортні технології»

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Черній А.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Рожко Н.Я.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. каф.

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *Автомобілів*

Освітній рівень *Бакалавр*

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність *275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *О.П. Цьонь*

«23» *січня* 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Черній Андрій Ярославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Визначення ефективності використання електротранспорту для перевезення пасажирів*

керівник проекту (роботи) *Рожко Наталія Ярославівна, д.е.н., доц.*

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

затвержені наказом по університету від «23» січня 2023 року № 4/7-45

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *червня 2023 р.*

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Дані системи міського пасажирського транспорту (пасажиропотік, ключові точки маршруту, кількість транспортних засобів, тип транспортного засобу для порівняння).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз об'єкту дослідження;

2. Заходи із удосконалення транспортного процесу;

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки. Перелік посилань.

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

Слайди графічної частини – 8 шт

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| РЕФЕРАТ | 6 |
| ВСТУП | 7 |
| 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ | |
| 1.1 Аналіз різновидів автомобільних палив | 9 |
| 1.2 Особливості експлуатації автомобілів з електродвигуном | 12 |
| 1.3 Статистика світового споживання електроенергії | 14 |
| 1.4 Конструктивні особливості електромобілі | 16 |
| 1.5 Конструктивні особливості електричних зарядних станці | 18 |
| 1.6 Переваги та недоліки використання електромобілів | 25 |
| 1.7 Закордонний та український досвід використання електромобілів | 27 |
| 1.8 Висновки та постановка задач до кваліфікаційної роботи | 32 |
| 2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ | |
| 2.1. Класифікація автономних джерел електроенергії | 34 |
| 2.2 Аналіз запропонованого технічного засобу для здійснення перевезень пасажирів | 37 |
| 2.3 Методика визначення впливу тепературного режиму на ефективність електробуса | 42 |
| 2.4 Економічний аналіз запропонованого рішення | 53 |
| 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ | |
| 3.1 Безпека при експлуатації електромобілів | 56 |

| | | |
|-----|---|----|
| 3.2 | Охорона праці при ремонтних роботах на електромобілях | 60 |
| | ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ | 64 |
| | ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ | 65 |

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційну роботу викладено на 66 сторінках, вона містить 5 таблиць, 27 малюнків, 15 джерел, 8 слайдів презентації.

Метою даної є оцінка ефективності використання електробуса в природно-кліматичних умовах міста.

У роботі було здійснено аналіз різних палив, які зараз використовуються на автомобільному транспорті, аналіз законодавчої бази досліджуваного питання, а також аналіз інфраструктури електромобілів та зарядних станцій. Вивчається рівень впливу температури навколишнього повітря та додаткових приладів на витрату електроенергії електробуса.

У розділі «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» викладено вимоги та техніка безпеки під час роботи з акумуляторною батареєю та її обслуговуванням, а також особливості експлуатації електробуса.

Результати роботи пропонується взяти до уваги на пасажирських автотранспортних підприємствах, які планують або вже використовують електробуси.

Ключові слова: електробус, залежність, ефективність, низька температура повітря, громадський транспорт.

ВСТУП

Сучасне суспільство характеризується інтенсивним технологічним розвитком. Це призводить до погіршення екологічної ситуації у багатьох країнах світу. Для зниження негативного впливу від автомобільного транспорту в останнє десятиліття набирає популярності відхід від традиційних двигунів внутрішнього згоряння у бік більш екологічних, таких як електромобілі та двигуни на альтернативних паливах, які значно екологічніші.

Якщо подивитися на цифри, обсяг світового викиду вуглекислого газу в атмосферу становить 10 мільярдів тонн, з них 8,5 мільярдів тонн виробляється при спалюванні палива. Так само в багатьох країнах світу викопне паливо дуже дороге і не так доступне, як електрика. При частковому переході на електротягу це може допомогти економіці країни та покращити її екологічну обстановку.

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка ефективності використання електробуса у різних температурних умовах.

Основні положення, що виносяться на захист:

1. Вивчити закордонний досвід використання електромобілів.
2. Виявити закономірність зміни витрати електроенергії електробуса від температури навколишнього повітря.
3. Оцінити економічну ефективність експлуатації електробуса.

Для того, щоб оцінити ефективність використання електробусів необхідно провести аналіз його роботи на маршруті та скласти залежність рівня заряду акумуляторної батареї від температури навколишнього повітря. Також необхідно виявити які ще фактори можуть впливати на рівень заряду акумуляторної батареї.

Все це необхідно для того, щоб оцінити його придатність експлуатації в природно-кліматичних умовах України і зрозуміти, чи може даний вид техніки бути вигідним і окупити себе з точки зору економії на паливі.

Усе вище викладене може бути досягнуто за умови робочого стану електробуса і, якщо не буде непередбачених ситуацій з боку зовнішніх факторів, які можуть негативно вплинути на дослідження.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз різновидів автомобільних палив

З моменту, як з'явилися автомобільні двигуни внутрішнього згорання і до сьогодні вони використовують продукти нафтопереробки: бензин і дизельне паливо. Ці палива це суміш вуглеводню з присадками. Різниця в них полягає лише в деяких характеристиках та температурному режимі.

Бензин – це легкокиплячі рідкі вуглеводні, вони виділяються при переробці твердого палива, перегонки нафти, осушенні природного газу. Його основний критерій - це детонаційна стійкість, яку характеризують октановим числом, чим воно вище, тим і вища стійкість бензину до детонації. Найгірші показники вважаються у парафінових вуглеводнів, а найкращі у ароматичних. Щоб покращити властивості виробники вводять спеціальні присадки.

Другим важливим критерієм є ступінь стиснення. Чим вона вища, тим вища потужність двигуна, але й витрата палива. Дуже важливо, щоб ступінь стиснення та октанове число корелювали між собою.

Фракційний склад бензину сильно впливає на пуск двигуна, його прогрів, економічність, час використання та відсутність парових пробок. На основі цього бензини класифікують за сезонами: літні та зимові, адаптовані під конкретні температурні умови.

Дизельне паливо - це продукт на основі дистилятних фракцій при прямій перегонці нафти. Головні компоненти - цетан та метилнафталін. Це легко займиста рідина і погано займиста добавка. Займистість - це основна характеристика, яка виявляється у цетановому числі (аналог октанового числа).

Здатність циркулювати в системі визначає прокачування дизеля, яка залежить від граничної температури фільтрації, температури помутніння та застигання. Також необхідно враховувати наявність води та механічних домішок.

Природний газ вважається альтернативою звичним нам видам палива. Він повністю згоряє і на даний момент повсюдно доступний споживачам багатьох країн завдяки постачанню природного газу будинків і виробничих об'єктів. Під час використання на транспортних засобах, що працюють на природному газі, він випускає набагато менше шкідливих речовин у навколишнє середовище, ніж бензин або дизельне паливо.

Електроенергія також може використовуватися як альтернативний вид палива для автомобілів з живленням від акумуляторних батарей. У таких автомобілях ставиться електродвигун, який займається перетворенням електроенергії в механічну за принципом роботи електромагнітної індукції. Останнім часом електромобілі все сильніше популяризуються на автомобільному ринку як перспективний напрямок розвитку автопромисловості.

Водень можна з'єднати з природним газом для отримання альтернативного виду пального, в яких використовуються деякі види ДВЗ. Водень так само може використовуватися в транспортних засобах з паливними елементами, які працюють на електриці, що виробляється в результаті реакції, що відбувається при з'єднанні водню та кисню.

Пропан або скраплений нафтовий газ. Він є побічним продуктом переробки газу чи сирої нафти. Зараз він вже використовується як паливо для використання на кухні та опалення приміщень. Пропан є також дуже популярним альтернативним видом палива для транспортних засобів. Він хороший тим, що в результаті його використання викидається набагато менше шкідливих речовин в навколишнє середовище, ніж при використанні бензину або дизельного палива. Також у нього дуже добре розвинена інфраструктура для транспортування, зберігання та розповсюдження.

Біодизельне паливо вважається альтернативним. В його основі лежать рослинні олії або тваринні жири, навіть ті, що залишаються після приготування їжі. Біодизельне паливо можна спалювати у чистому вигляді після модифікації

двигунів транспортних засобів. Також його можна змішувати з вуглеводневим дизельним паливом і використовувати в неадаптованих двигунах. Біодизельне паливо безпечне, воно піддається біохімічному розкладу та знижує вміст речовин, які забруднюють повітря таких як, тверді домішки, монооксид вуглецю та вуглеводні.

Метанол, який відомий як деревний метиловий спирт, може використовуватися як альтернатива, звичному нам виду палива в транспортних засобах з універсальною паливною системою, які спроектовані для роботи на М85, це суміш, яка містить 85% метанолу та 15% бензину. У наші дні не виробляється транспортних засобів із метановим типом двигунів. Однак у майбутньому метанол може стати одним із найважливіших типом альтернативного палива.

Етанол, або, як його називають по-іншому, етиловий спирт або хлібний спирт. Його можна змішувати з бензином для отримання палива з великим октановим числом та найменшим вмістом шкідливих речовин у викидах у порівнянні з чистим бензином. Етанол отримують завдяки бродінню зернових продуктів: кукурудзи, ячменю, або пшениці та дистиляції. Можливе виробництво і з різних трав та дерев, але сама технологія буде складнішою і в такому разі його називають біоетанолом.

Відповідно до сучасних класифікацій суміші, що містять не менше 85% етанолу, вважаються альтернативними видами палива.

E85 це суміш, що складається на 85% з етанолу та на 15% з бензину. Вона використовується у транспортних засобах із універсальною паливною системою, які пропонуються більшістю виробників транспортних засобів. Транспортні засоби з універсальною паливною системою можуть працювати на бензині, E85 або на будь-якому поєднанні цих двох видів палива.

Суміші з великим вмістом етанолу, такі як E95 також є відмінними альтернативними видами палива. Суміші з нижчими концентраціями етанолу, такі як E10 (10% етанолу та 90% бензину), іноді використовуються для

збільшення октанового числа та підвищення якості викидів, але вони не розглядаються як альтернативні види палива.

Виробництво етанолу підтримує фермерів і дозволяє створювати робочі місця у країні. І оскільки етанол виробляється всередині країни і з зерна, що вирощується в країні, він знижує залежність від імпортованої нафти і підвищує національну енергетичну безпеку.

Види палива серії Р є сумішшю етанолу, газоконденсатної рідини та метилтетрагідрофурану, допоміжного розчинника, отриманого з біомаси. Види палива серії Р є прозорими альтернативними видами палива з високим октановим числом, які можна використовувати в транспортних засобах з універсальною паливною системою. Палива серії Р можна використовувати в чистому вигляді або суміші з бензином в будь-якому співвідношенні шляхом простого додавання бензину в бак.

1.2 Особливості експлуатації автомобілів з електродвигуном

Електромобіль є майбутнім автомобілебудування. Багато великих виробників автомобілів ведуть розробку електродвигунів і електромобілів. Цьому дуже сильно сприяє підвищення вартості нафтопродуктів та необхідність зниження шкідливих викидів у навколишнє середовище.

На даний момент найбільшими ринками електричних автомобілів вважаються такі країни як США, Японія, Китай та низка європейських країн (Франція, Нідерланди, Норвегія, Німеччина, Великобританія). Зі світових виробників електрокарів виділяються такі компанії, як Nissan, Tesla, BYD, Hyundai, Renault, VW.

Незважаючи на візуальну схожість і однакові системи керування, експлуатація автомобілів з електродвигуном дуже відрізняється від експлуатації автомобілів з ДВЗ. Обмежена автономність, тривалий час заряджання акумулятора, висока вартість стримує масове використання

електромобілів.

Вартість електромобіля висока через ціну на АКБ. Незважаючи на успішні експлуатаційні характеристики, ресурс літієвої батареї становить 7 років, і вона дуже дорога. Це мотивує виробників створювати нові джерела струму, способи зберігання енергії та удосконалити конструкцію тягових акумуляторних батарей.

Витрата на утримання електромобіля нижче в 4 рази, ніж на утримання автомобіля з ДВЗ і залежить від вартості електроенергії. З цього можна дійти невтішного висновку, що використання електродвигунів економічно вигідна у країнах, де дешеве виробництво електроенергії і воно залежить від копалин палив.

Однією з найсерйозніших проблем експлуатації електрокарів є невисокий рівень автономності. Його величина пробігу залежить від таких факторів як: ємність акумуляторної батареї, характер та умови руху, стиль водіння водія та ступінь використання допоміжних систем. На даний момент середня дальність використання автомобіля з електродвигуном становить 150-200 км. при швидкості руху 70-80 км/год. При різкому збільшенні швидкості, пробіг може різко зменшитися, наприклад, при швидкості 130 км/год він становить вже 70-100 км. Саме тому електромобіль найкраще підходить до експлуатації у міських поїздках, а не міжміських.

Сучасні технології дозволяють збільшити ступінь автономності електромобіля до 300 і більше кілометрів, серед яких слід відзначити систему рекуперації гальмування (повернення до 30% енергії, що витрачається), акумулятори підвищеної ємності, електронна оптимізація процесів руху.

Невід'ємним атрибутом експлуатації електромобіля є необхідність періодичного заряджання акумуляторної батареї, яка займає багато часу. Вирішення цієї проблеми реалізується за кількома напрямками.

Нормальне заряджання акумуляторної батареї здійснюється від побутової електричної мережі потужністю 3-3,5 кіловат, передбачає

встановлення на електромобілі спеціального зарядного пристрою, тривалість до повної зарядки батареї становить 8 годин.

Прискорене заряджання акумуляторної батареї проводиться на спеціальних станціях потужністю до 50 кіловат, тривалість зарядки до 80% ємності батареї становить 30 хвилин.

Заміна акумуляторної батареї на заряджену батарею (виконується автоматично на спеціальних обмінних станціях).

Реалізація зазначених напрямів потребує розвитку інфраструктури (зарядних та обмінних станцій, місць паркування), стандартизації технічних рішень, розробки правил для постачальників послуг.

1.3 Статистика світового споживання електроенергії

Основна частина зростання світового споживання електроенергії посідає Азію (майже 80%, причому майже 60% споживає Китай). Попит на електроенергію в Китаї прискорився на фоні економічного зростання та промислового попиту. Попит також зріс в Індії, Південній Кореї, Японії та Індонезії.

Споживання електроенергії в США, який знизився на 1% у 2017 році, відновився у 2018 році (+2,2%). Більшість цього приросту прийшла з житлового сектора (+6,2%), в основному за рахунок збільшення споживання електроенергії для побутової техніки (що становить близько половини споживання електроенергії) та кондиціонування повітря (майже 90% американських будинків використовують централізовані або індивідуальні кондиціонери повітря). Економічне зростання та промисловий попит також сприяли зростанню споживання електроенергії в Канаді, Бразилії та Україні. Вона також зросла в Африці, особливо в Єгипті, і Близькому Сході.

Як і в 2017 році, споживання електроенергії в Європі в 2018 році залишалось стабільним: знизилось у Франції та Німеччині, стабілізувалося в

інших великих країнах (Великобританія, Італія, Іспанія) та виросло в Нідерландах, Польщі та Туреччині. З повною статистикою зростання споживання електроенергії з 1990 р. по 2018 р. та повним списком країн лідерів із споживання електроенергії можна ознайомитись на рис. 1.1 та 1.2.

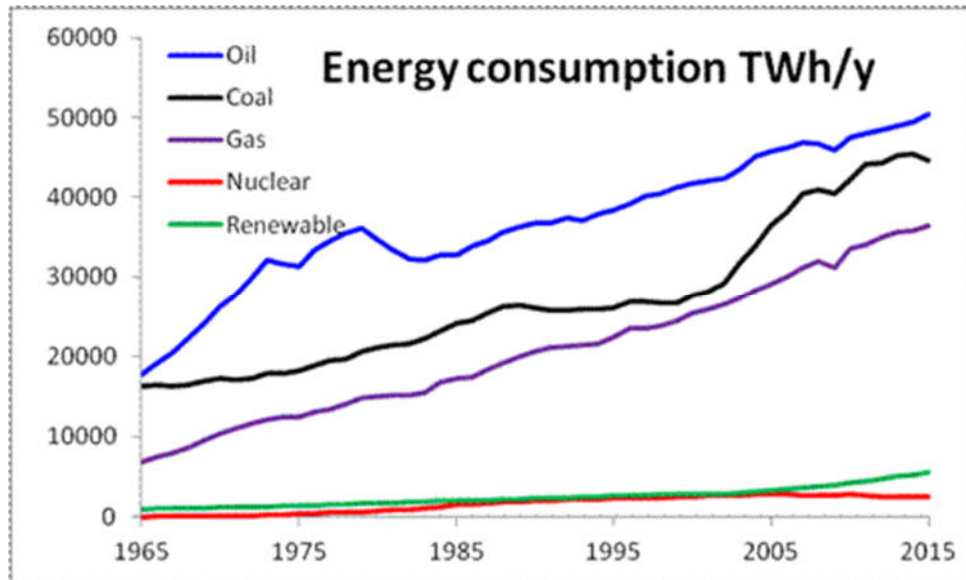


Рисунок 1.1 Зростання споживання електроенергії за видами палива



Рисунок 1.2 Країни лідери споживання електроенергії

1.4 Конструктивні особливості електромобілів

Електромобіль - це автомобіль, який рухається одним або декількома електродвигунами з живленням від автономного джерела електроенергії, а не двигуном внутрішнього згорання.

Типи автомобілів, що використовують електрику:

Hybrid. - гібриди (електромотор та двигун внутрішнього згорання (ДВЗ) працюють спільно.

Plug in - електромотор та ДВЗ працюють окремо. Спершу машина починає рухатися за рахунок електротяги, а після закінчення заряду електрики, можна переключитися на бензиновий двигун.

All electric - працює тільки на електродвигуні.

Сьогодні електромобілебудування розвивається швидкими темпами. Особливо внесла внесок у цю тему компанія Tesla Motors, запустивши в серійне виробництво свої електрокари, що мають величезний успіх, і змусивши таким чином активізуватися конкурентів. Інженери часто модернізують електрокари, наприклад, обладнуючи машини двома електродвигунами або винаходячи нові гібридні силові установки. Чим відрізняється середній сучасний електромобіль технічно від класичних авто з ДВЗ.

Двигун в електромобілі електричний. У ньому немає колінвалу, поршнів, камер згорання, клапанів і багато чого ще, що є в двигунах внутрішнього згорання. Натомість є статор, усередині якого завдяки електромагнітній силі обертається ротор. Важливою особливістю електродвигуна є можливість як виробляти обертальну енергію, а й створювати струм для заряду батареї, тобто працювати у режимі генератора. Це основний принцип так званої рекуперації: грубо кажучи, при натисканні на педаль газу електродвигун обертає колеса, і енергія батареї витрачається, а якщо педаль відпустити, на машині, що рухається, вже колеса будуть обертати вал двигуна, створюючи в обмотці напругу і генеруючи струм, заряджаючи.

Завдяки простоті і майже повній відсутності частин, що труться в електромоторі (крім підшипників), на відміну від ДВЗ, ресурс його набагато перевищує ресурс класичного бензинового або дизельного двигуна.

Кузов електромобіля відрізняється наявністю відсіку для акумуляторної батареї (найчастіше розташованої в днищі автомобіля). При цьому завдяки трансмісії, що займає в електрокарі значно менший об'єм, ніж у звичайному авто, водієві та пасажиром, електричній машині є більше простору в салоні при тих же зовнішніх габаритах.

Шасі складається у свою чергу з ходової частини, механізмів керування та трансмісії. Ходова частина електромобіля, що включає мости, підвіску та колеса, не має принципових відмінностей від ходової звичних нам авто. Про кермо і гальмівну систему так само сказати особливо нічого, крім того, що завдяки суттєвому гальмуванню двигуном (якраз, коли відбувається рекуперація), гальмівні колодки та диски електромобіля зношуються значно менше. Головна ж відмінність шасі електричного від шасі класичного авто криється в трансмісії. Саме - у коробці передач. В електрокар її немає. Замість неї встановлюється дуже простий знижувальний редуктор (у якому практично нема чому ламатися), що має величезний ресурс у порівнянні навіть з механічними коробками передач, не кажучи вже про автоматичні коробки та варіатори. Зчеплення, відповідно, також відсутнє.

Електричне обладнання електромобіля має значні відмінності від електрообладнання автомобіля, що рухається двигуном внутрішнього згоряння. Відмінності ці стосуються електроустаткування мотора. У салоні все приблизно однаково. В електромобілі відсутній стартер і немає системи запалювання робочої суміші, за те там є акумуляторна батарея, інвертор (що погоджує струми, що подається від батареї в електродвигун і генерується електродвигуном під час рекуперації), а також модуль, що живить батарею під час заряджання і рекуперації і двигун через під час прискорення. Ще в електромобілі відсутня система охолодження двигуна, але часто є система

контролю температури батареї (з підігрівом або охолодженням) і електрична пічка.

Гібридами вони називаються за те, що мають і електродвигун, і двигун внутрішнього згоряння у своїй силовій установці. Відповідно, механізми їх значно складніші, тому що включають системи, необхідні для передачі крутного моменту і роботи обох моторів.

1.5 Конструктивні особливості електричних зарядних станцій

Зазвичай у великих містах мережу станції для зарядки електромобілів розташували в центрі на платних парковках та поруч із торговими центрами. Місця обрані не випадково, це було зроблено для того, щоб водії під час зарядки могли сходити у своїх справах або за покупками, доки їхній автомобіль заряджається.

Мережа зарядних станцій в Україні зображена на рисунку

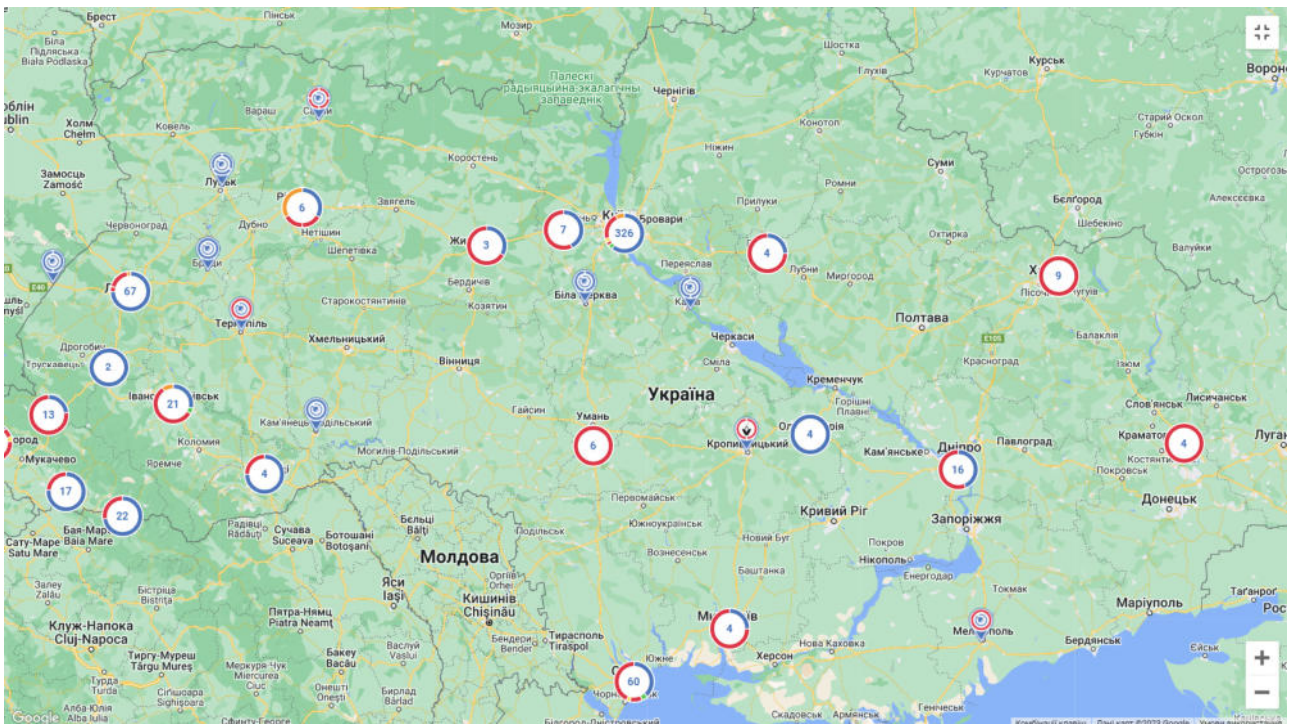


Рисунок 1.3. Мережа зарядних станцій в Україні

Із зовнішнім виглядом однієї із станцій зарядки електромобілів у місті

Тернополі можна ознайомитись на рис. 1.4.



Рисунок 1.3 Різновиди зарядних станцій

На даний момент існує чотири типи зарядних станцій та кілька видів конекторів, які входять до комплекту станції та моделі електрокарів.

Mode 1, це найменш потужний тип зарядки, який здійснюється переважно від побутової мережі. Інтервал підзарядки електромобіля за допомогою такого методу становить приблизно 12 годин. Процес відбувається без спеціального обладнання, за допомогою стандартної розетки та спеціального адаптера змінного струму. На сьогодні цей тип практично не застосовується для заряджання серійних автомобілів через низьку безпеку підключень.

Mode 2 є стандартним типом зарядної станції змінного струму, використовувати яку можна в побуті або користуватися автозаправними комплексами. Застосовується для зарядки електромобілів всіх типів з традиційними роз'ємами конектора, що підключається, з системою захисту всередині кабелю. Тривалість процесу становить близько 6-8 годин при

ємності акумуляторних батарей 20-24 кіловат години.

Mode 3 найпотужніший режим, який використовується на станціях зі змінним струмом. До нього застосовні роз'єми Type 1 - для однофазної та Type 2 - для трифазної мережі.

Mode 4, тип зарядних станцій у яких застосовується не змінний, а постійний струм. Потужність подібних комплексів для деяких електромобілів буває надто високою. У акумуляторах, що підтримують подібний стандарт, зарядження до 80% відбувається протягом 30 хвилин. Подібні зарядні комплекси можна зустріти на міських парковках та шосе, хоча вони досить рідкісні, оскільки облаштування такого комплексу потребує окремої лінії електропостачання великої потужності. Крім того, ціна цієї зарядної станції досить висока.

Окремо варто відзначити тип зарядних станцій Tesla, які відрізняються від зазначених вище відокремленістю використання. Це навіть не зарядні станції, а нагнітач енергії, які протягом 20 хвилин заряджають батареї до 50% об'єму, за 40 хвилин до 80% і за 75 хвилин до 100%. Tesla Supercharger забезпечують високу зарядну потужність 135 кіловат постійного струму (С). Конектори станції в залежності від регіону використання відрізняються формою конектора, в США вони мають три роз'єми, в Європі п'ять, що істотно ускладнює експлуатацію імпортованих з Америки в європейські країни електромобілів компанії.

Оскільки в характеристики Mode 1-4 постійно вносяться редагування, можна навести простішу класифікацію типів зарядних станцій за потужністю зарядки.

Для побутових електромереж змінного струму 230 вольт до 16 ампер (3,7 кіловат). Їх часто називають кабелем, оскільки вони мають малий корпус.

Для прискореної зарядки від електромереж змінного струму 230 вольт або 400 вольт від 16 до 40 ампер (від 3,7 кіловат до кіловат).

Fast charger або Supercharger — швидке зарядження постійним струмом

подає живлення на акумулятор обминаючи інвертор. Це габаритне стаціонарне обладнання потужністю від 10 кіловат до 400 кіловат. Роз'єм Tesla Supercharger представлений на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 Роз'єм Tesla Supercharger (США)

Зарядні станції також можна класифікувати за принципом використання: станції, призначені для стаціонарної установки, для портативного використання в одному або кількох місцях та станції для портативного та стаціонарного використання.

Крім режимів роботи зарядних станцій, необхідно знати і типи роз'ємів підключення конектора, які адаптовані до роботи кожної з них.

Тип роз'єму конектора Type 1 J1772 це п'яти контактний стандартний роз'єм електромобільного конектора, характерний для більшості електромобілів американського та азіатського виробництва. Роз'єм Type 1 застосовується для підзарядки електромобіля від зарядних комплексів, що працюють за стандартами Mode 2, Mode 3. Підзарядка відбувається за допомогою однофазної мережі змінного струму з максимальною напругою 230 вольт, силою струму 32 ампера і граничною потужністю 7,4 кіловат. Тип роз'єму Type 1 J1772 (США/Японія) представлено на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 Тип роз'єму Type 1 J772 (США/Японія)

Type 2 (Mennekes) має сім контактний роз'єм характерний в основному для європейських електромобілів, а також для ряду китайських автомобілів, що пройшли адаптацію. Особливість роз'єму полягає в можливості використовувати однофазну та трифазну мережу, з максимальною напругою 400 вольт, силою струму 63 ампера, і потужністю 43 кіловат. Зазвичай 400 вольт 32 ампера або 22 кіловати при трифазному підключенні і 230 вольт 32 ампера або 7,4 кіловати при однофазному підключенні. Роз'єм допускає використання зарядних станцій з режимами роботи Mode 2, Mode 3. Тип роз'єму Type 2 Mennekes представлений на рис. 1.6.



Рисунок 1.6 Тип роз'єму Type 2 Mennekes (Європа)

CHAdeMO це двох контактний конектор постійного струму,

розроблений при співпраці найбільших японських автовиробників із компанією ТЕРСО. Може використовуватись для зарядки більшості японських, американських та ряду європейських електромобілів. Розрахований для використання на потужних зарядних станціях, що працюють від постійного струму в режимі Моде 4, дозволяють заряджати батарею електромобіля до 80% протягом 30 хвилин (на потужності 50 кВт). Розрахований на максимальну напругу 500 вольт і силу струму 125 ампер з потужністю до 62,5 кіловат, але характеристики суттєво збільшуються. Тип роз'єму CHAdeMO (США/Японія/Європа) представлений на рис. 1. 7.



Рисунок 1.7 Тип роз'єму CCS Combo (США/Японія/Європа)

CCS Combo (Турі 1/Турі 2) - комбінований тип конектора, який дозволяє використовувати як повільні, так і швидкі точки зарядки. Робота роз'єму можлива завдяки інверторній технології, що перетворює постійний струм на змінний. Транспортні засоби з таким типом з'єднання можуть приймати зарядну швидкість до максимально швидкої зарядки. Роз'єми CCS Combo не однакові для Європи та США та Японії: для Європи пропонують роз'єм Combo 2 сумісний з Меппекез, а для США та Японії Combo 1 який пов'язаний з J772. Зарядка за допомогою С88 Combo розрахована на 200-500 вольт при 200 амперах та потужності 100 кіловат. С88 Combo 2 на даний момент найпоширеніший тип роз'єму на швидких зарядних станціях у Європі разом із

CHAdeMO. Тип роз'єму Type 2 CCS Combo 2 (Європа) та Type 1 CCS Combo 1 (США/Японія) представлені на рис. 1.8 та 1.9.

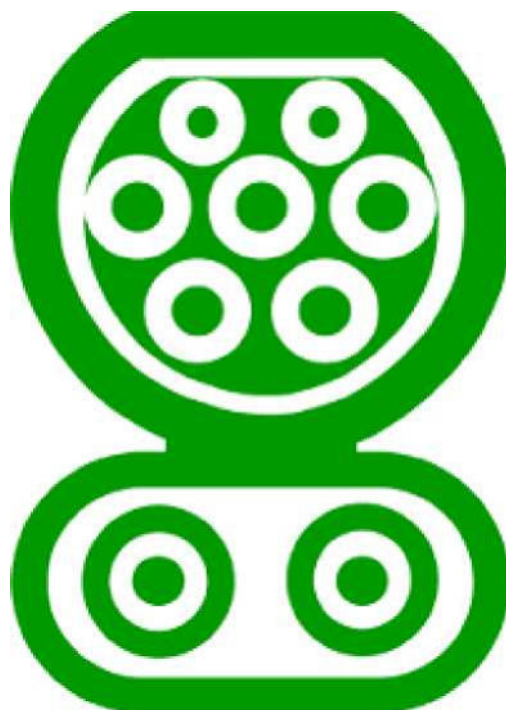


Рисунок 1.8 Тип роз'єму Type 2 CCS Combo 2 (Європа)



Рисунок 1.9 Тип роз'єму Type 1 CCS Combo1 (США/Японія)

ОВ/Т стандарт характерний для автомобілів тільки китайського виробництва, і часто його називають просто ОВТ. Візуально він майже

повністю нагадує європейський Mennekes, але технічно з ним не можна порівняти. Існує два типи роз'ємів для даного стандарту один для повільної другої швидкої зарядки. Електромобільний конектор з роз'ємом ОВ/Т 20234 змінного струму (АС) та постійного струму С представлені на рис. 1.10 та 1.11.

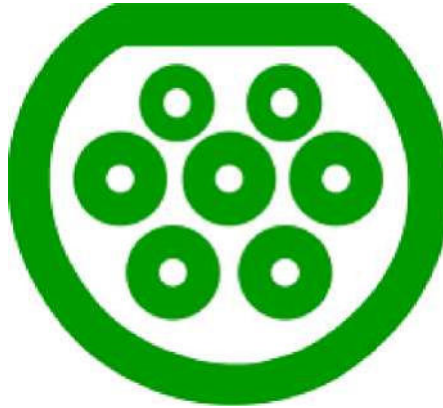


Рисунок 1.10 Електромобільний конектор з роз'ємом ОВ/Т 20234 змінного струму (АС)



Рисунок 1.11 Електромобільний конектор з роз'ємом ОВ/Т 20234 постійного струму С)

При вивченні видів зарядних станцій, типів роз'ємів і коннекторів була вивчена не тільки українська, але й зарубіжна література.

1.6 Переваги та недоліки використання електромобілів

Електричний автомобіль це чудовий спосіб заощадити на паливі. Витрати, які необхідно витратити на бензин постійно зростають і, якщо порівняти їх із витратами на електрику при зарядці електромобіля, то вигідніше

буде використання автомобіля з електродвигуном.

Електрокари при експлуатації не виробляють шкідливі речовини в атмосферу. Звичайно, тут ще треба враховувати те, яким чином виробляється електроенергія. В ідеалі, щоб максимально знизити вплив на навколишнє середовище, його треба виробляти з чистих, відновлюваних джерел енергії. На жаль, поки що це неможливо зробити на сто відсотків. Так що шкідливі речовини при роботі електромобіля все ж таки виділяються, тільки не при його експлуатації.

Електродвигуни цілком здатні забезпечити тихий та плавний розгін, при цьому можуть давати велике прискорення.

Безпека на дорозі є основним пріоритетом будь-якого водія. Електромобілі є досить безпечними на дорозі. Вони проходять ті самі процедури тестування, що й автомобілі з ДВЗ. Таким чином, у разі зіткнення спрацюють подушки безпеки, датчики зіткнення відключають акумулятори, завдяки чому автомобіль зупиниться. Це знижує ймовірність отримання тяжких травм у разі автомобільної аварії не тільки у водія та пасажирів електромобіля, а й у пасажирів транспортного засобу, з яким сталося зіткнення.

З кожним роком виробники електромобілів знаходять дедалі більше можливостей щодо зниження собівартості. Був момент, коли батареї були дуже дорогими, але за масового виробництва їх ціна знижується. Електричний двигун не вимагає мастила і з ним немає необхідності відвідувати станції технічного обслуговування так часто, як з двигуном внутрішнього згорання.

Незважаючи на те, що електромобілі мають безперечні переваги, у них, звичайно ж, є і недоліки.

Електричні заправні станції поступово з'являються у всьому світі. Але поки що інфраструктура знаходиться на нижчому рівні, ніж звичайні заправні станції з паливом. І це справді серйозна проблема в експлуатації.

Варто ретельно підходити до вибору електромобіля, оскільки для нормального функціонування різних моделей необхідні різні заряди. Отже,

вибір не тієї моделі може призвести до значних рахунків за електроенергію.

У зв'язку з недостатністю технічного прогресу в області акумуляторних батарей більшість електромобілів можуть проходити приблизно від 160 до 240 км без підзарядки, якщо не брати до уваги таких виробників як Tesla, в їх автомобілях запас ходу може досягати 1000 км, але і їх вартість набагато вище. Тому поки що їх важко вважати придатними для тривалих поїздок, особливо з урахуванням відсутності станцій підзарядки на трасі між містами.

Зазвичай для повної зарядки електромобіля потрібно близько 8-10 годин, за умови підзарядки в домашніх умовах. А спеціальні зарядні станції, на жаль, є далеко не у всіх містах.

Залежно від типу батарей, їх необхідно міняти кожні 3-10 років.

Незважаючи на те, що тут перераховано чимало проблем, пов'язаних з експлуатацією електромобілів, багато хто з них вирішується виробниками з випуском нових моделей. Також все більше і більше зарядних станцій з'являється в гардах не тільки в Україні, але і по всьому світу.

1.7 Закордонний та український досвід використання електромобілів

Для того, щоб вивчити закордонний та український досвід використання електромобілів, було вирішено ознайомитися з технічними характеристиками електрокарів, які лідирують у виробництві у своїх країнах.

У США одним з автомобілів, що найбільше продаються з електродвигуном вважається Tesla Model 3, її довжина становить 4604 мм, ширина 1933 мм, висота 1443 мм, колісна база 2875 мм. Стандартна модель спорядженою масою 1609 кг має запас ходу 354 км, розгін до 97 км/год за 5,6 секунди і максимальну швидкість 209 км/год. Її батарея має ємність 60 кіловат годин. На станції Tesla Supercharger її можна зарядити всього за півгодини, а стандартна зарядка складає від 7 до 8 годин. Із зовнішнім виглядом

електромобіля Tesla Model 3 можна ознайомитись на рис. 1.12.



Рисунок 1.12 Електромобіль Tesla Model 3

У Китаї дуже популярний електромобіль фірми BYD, а саме модель E2. Він комплектується батареєю ємністю 47 кіловат годин і має потужність 94 кінських сил. За габаритами його довжина становить 4240 мм, ширина 1760 мм, висота 1530 мм та колісна база 2610 мм. З цим типом батареї автомобіль може проїхати без заряджання 400 кілометрів, його максимальна швидкість становить 130 км/год. На станції заряджання його можна зарядити за півтори години. Із зовнішнім виглядом електромобіля BYD E2 можна ознайомитись на рис. 1.13.



Рисунок 1.13 Електромобіль BYD E2

У Японії одним із лідерів з виробництва електромобілів вважається Nissan, модель Leaf 2016. За габаритами його довжина складає 4445 мм, ширина 1770 мм, висота 1550 мм. Маса 1521 кг, побудований на базі Nissan V. Електромотор розташований у передній частині авто та має потужність 108 кінських сил. Запас ходу при повній зарядці становить 160 км, ємність батареї 24 кіловат години.

Повністю зарядити Leaf від побутової мережі з параметрами 220 вольт та 30 ампер можна за 8 годин. Експрес-зарядка від Nissan заповнює 80% заряду батареї лише за 30 хвилин. Із зовнішнім виглядом електромобіля Nissan Leaf 2016 можна ознайомитись на рис. 1.14.



Рисунок 1.14 Електромобіль Nissan Leaf 2016

У Німеччині лідером із виробництва електрокарів вважається BMW модель і3. Його довжина складає 4011 мм, ширина 1775 мм та висота 1578 мм. Колісна база 2570 мм та 140 мм дорожній просвіт. На повному заряді він може проїхати 160 км, а з увімкненим режимом «ECO PRO+» 200 км. Місткість батареї становить 22 кіловат годин, заряджається п'ятнадцять годин від джерела 220 вольт, і він станції за 40 хвилин. Із зовнішнім виглядом електромобіля BMW і3 можна ознайомитися на рис. 1.15.



Рисунок 1.15 Електромобіль BMW і3

У Франції лідируючу позицію займає Renault, модель City K-ZE. Він має ємність акумулятора 27 кіловат годин та його вистачає на 200 кілометрів шляху, потужність електродвигуна 45 кінських сил. Зарядити батарею можна за 4 години. Маса автомобіль має 921 кг та максимальна швидкість 105 км/год. За габаритами довжина становить 3740 мм, ширина 1580 мм та висота 1560 мм. Із зовнішнім виглядом електромобіля Renault City K-ZE можна ознайомитись на рис. 1.16.



Рисунок 1.16 Електромобіль Renault City K-ZE

Загалом в Україні зареєстровано 40 743 електромобілів. Якщо дивитися по областях України, то лідером за кількістю електромобілів є Київська область, у ній зареєстровано приблизно 11000 електромобілів, це пов'язано з більшою доступністю, ніж в інших областях, оскільки найпопулярнішим електромобілем в Україні Nissan Leaf різних років випуску. Найбільше електромобілів налічується у Києві – 8 498 одиниць. На другому місці за кількістю електромобілів знаходиться Одеська область з показником в 4721 одиниць. На третьому місці знаходиться Дніпро – 3544. Далі слідує Харківська область, де зареєстровано 3422 електромобілів. П'ятірку лідерів замикає Київська область та 3117 зареєстрованих автомобілів на електротязі.

1.8 Висновки та постановка задач до кваліфікаційної роботи

З проведеного аналізу законодавчої бази можна дійти невтішного висновку, що в Україні електромобілі регламентуються такими самими законами, крім деяких поправок, як і автомобілі із двигуном внутрішнього згорання.

Для їхньої експлуатації на території нашої країни в умовах великих міст створені всі необхідні умови, проте при переміщенні між містами можуть виникнути труднощі із заправкою. Звичайно є країни, наприклад, такі як США, Китай та ряд інших європейських країн, де все це виконано на вищому рівні і там більш розвинена сама будова електромобілів, але в найближчому майбутньому Україна теж має всі передумови для того, щоб почати рухатися в цьому напрямі та виконувати поставлені плани та стратегії.

Також у багатьох регіонах нашої країни є всі умови для отримання енергії не тільки через теплоелектростанції або гідроелектростанції, але й автономними чи альтернативними способами, такими як вітрогенератори або сонячні батареї.

Однак недостатньо вивчено питання впливу зовнішніх умов експлуатації на швидкість розрядки електромобілів. Зокрема, у цій роботі висувається гіпотеза, що швидкість розряду акумуляторних батарей впливає температура навколишнього повітря.

З аналізу видів палив та аналізу промисловості електромобілів і зарядних станцій можна дійти невтішного висновку, що, звертаючись до статистичних даних тема досить актуальна у всьому світі, а й в Україні. Досліджуючи світові та українські тенденції автомобілебудування, в недалекому майбутньому електротранспорт займатиме значну роль у машинобудуванні, адже він більш екологічний, простий у конструкції та безпечний.

Звичайно, повністю перейти на електрообладнання неможливо, але частковий перехід допоможе знизити навантаження на навколишнє

середовище, адже дуже велика кількість вуглекислого газу виділяється в атмосферу при згорянні палива.

У багатьох розвинених країнах світу вже розглядаються різні варіанти щодо введення в обіг ще більшої кількості електротранспорту. Все частіше і частіше перед великими корпораціями на нарадах гостро стоїть питання необхідності зниження експлуатації транспорту з двигунами внутрішнього згорання і заміна їх на нові, екологічні та сучасні електрокари.

Також і самі виробники електромобілів не стоять на місці і з кожним роком нам представляють все більш вигідні та зручні рішення, які становлять дедалі більшу конкуренцію автомобілям з ДВЗ.

Таким чином, мета даного дослідження - оцінити ефективність використання електробуса в різних температурних умовах.

Об'єкт дослідження - процес зміни витрати електроенергії електробуса в умовах різних температур навколишнього повітря, а предметом дослідження цей процес для електробуса GRANTON GTZ6129BEVR.

Для досягнення мети вирішується низка завдань:

1. Вивчити закордонний та український досвід використання електромобілів.
2. Провести аналіз законодавчої бази експлуатації автомобілів на електриці.
3. Виявити закономірність зміни витрати електроенергії електробуса від температури навколишнього повітря
4. Оцінити економічну ефективність експлуатації електробуса.

2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Класифікація автономних джерел електроенергії

Автономним джерелом енергії вважається джерело, яке ніяк не пов'язане з центральними мережами теплопостачання та єдиною енергетичною системою країни, призначеної для отримання теплової або електричної енергії.

Зараз мати автономне джерело електропостачання прагнуть і приватні користувачі, і великі підприємства. Це з можливою перебіркою подачею електроенергії в електропостачальних організаціях. Ці перебої призводять не лише до фінансових втрат, а й можуть стати небезпечними для життя людини при відключенні в медичній установі або на небезпечних та шкідливих виробництвах.

Низька якість струму, різкі стрибки, перепади та інше є основною причиною встановлення незалежних джерел електропостачання.

Головною перевагою автономного електропостачання вважається безперебійна робота технологічного устаткування. Автономні джерела можуть використовуватися як основного, так і в ролі резервного джерела. Аварійне джерело комплектують пристроєм, здатним подавати напругу на знеструмлену ділянку електромережі за кілька секунд.

Що ж є автономним джерелом електроенергії. Це ціла система, яка включає комплекс елементів. Давайте розберемося з кожним їх видом про порядок.

Сонячні батареї - це система напівпровідникових пристроїв у вигляді фотоелектричних перетворювачів, які перетворюють енергію сонця у постійний електричний струм із застосуванням принципу фотоелектричного ефекту. У сонячну панель входять такі елементи як, матеріал - напівпровідник, що складається з двох шарів матеріалів з різною провідністю. Діелектрик, найтонший шар елемента, що протистоїть переходу електронів. Джерело

живлення, при підключенні якого до шару, що протистоїть, заперіна зона легко долається електронами. Внаслідок цього з'являється впорядкований рух заряджених частинок, тобто електричний струм. Акумулятор, необхідний для забезпечення зберігання та накопичення енергії. Штатний контролер заряду, який керує процесом заряджання акумулятора. Інвертор - перетворювач, який здійснює перетворення постійного струму, що йде від сонячної батареї, на змінний. Стабілізатор напруги, що у системі сонячної батареї створення напруги необхідного діапазону. Зі схемою роботи сонячної батареї можна ознайомитися на рис. 2.1.

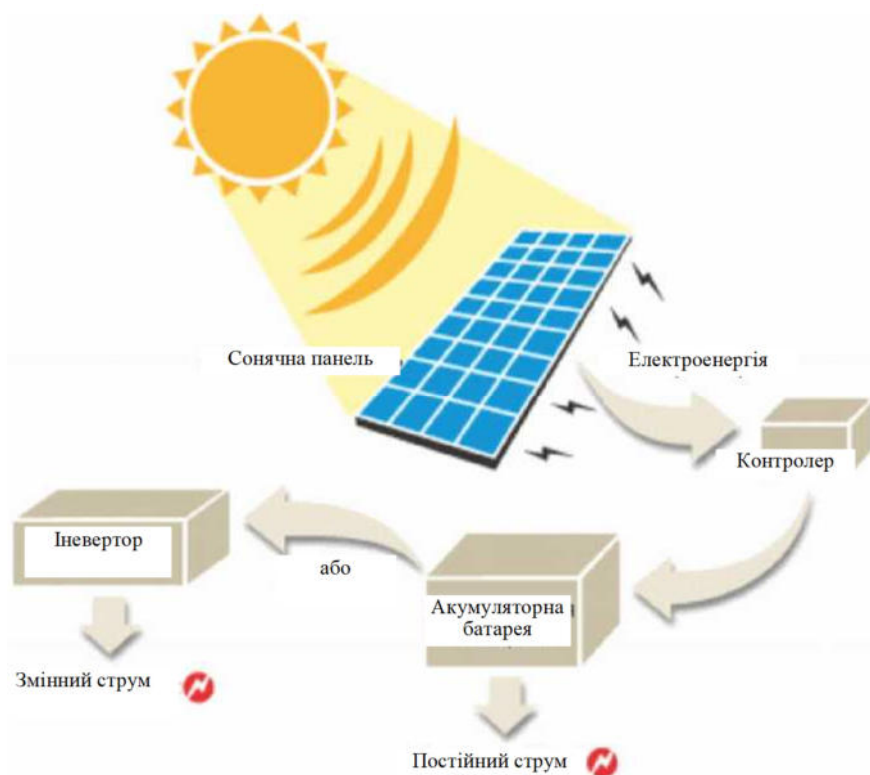


Рисунок 2.1. Схема роботи сонячної батареї

Вітрогенератори – це установка для перетворення енергії вітру на електричну. Її конструкція складається з таких елементів як лопаті турбіни, ротор, демпфер, провідна вісь, механізм обертання лопатей, електрогенератор, контролер обертання, анемоскоп і датчик вітру, хвостовик анемоскопа, гондола, вісь електрогенератора, механізм обертання турбіни, двигун обертання та матчу.

Принцип роботи полягає в тому, що обертаючись ротор генератора створює трифазний змінний струм, який передається на контролер, далі струм перетворюється на постійну напругу і подається на акумуляторну батарею.

Струм проходячи по акумуляторах одночасно і заряджає їх і використовує АКБ як провідники електрики. Далі струм подається на інвертор, де наводиться у наші звичні показники: змінний однофазний струм 220 вольт, 50 герц. Якщо споживання невелике, то згенерованої електрики вистачає для електроприладів і освітлення, якщо струму з вітряка мало і не вистачає - недолік покривається за рахунок акумуляторів. Зі схемою роботи вітроелектричної установки можна ознайомитися на рис. 2.2.

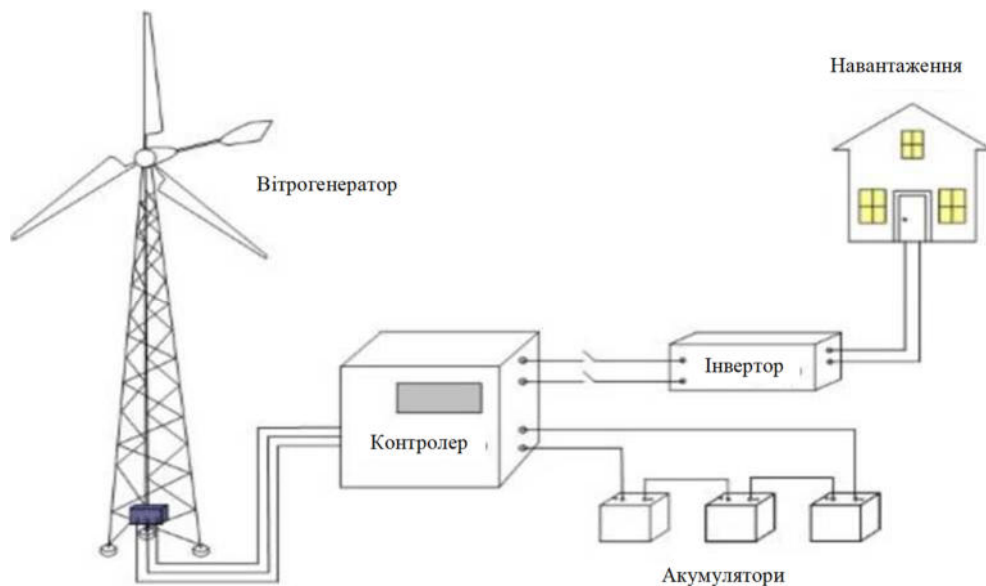


Рисунок 2.2 Схема роботи вітроелектричної установки

Дизельний генератор - складається з дизельного двигуна з підсистемою його життєзабезпечення, синхронного або асинхронного генератора змінного струму, системи автоматичного керування, моніторингу та контролю дизель - генератора, рами, на яку кріпляться всі елементи та обладнання. Існує кілька різновидів дизель-генераторів. За способом охолодження розрізняють з повітряним та рідинним, а за способом подачі повітря, без турбонадуву, з турбонадувом та з турбонадувом та проміжним охолодженням надувного повітря.

Принцип роботи полягає в тому, що енергія розширення газів, що утворюються при згорянні запаленого від стиснення палива, дизельному двигуні внутрішнього згорання перетворюється за допомогою кривошипно-шатунного механізму в механічну енергію обертання колінвала. Ротор електрогенератора, що приводиться від двигуна, обертаючись, створює електромагнітне поле, що в свою чергу створює індукційний змінний струм в обмотці генератора, який подається на вихід споживачеві.

Акумуляторні батареї - це пристрої, які можуть накопичувати енергію та живити їй електричні пристрої, які не виробляють струм самостійно. Вони складаються з таких елементів як, пластмасовий або ебонітовий корпус, заливна горловина і пробка, що знімається, сепаратор, пластини з різним потенціалом (негативний і позитивний), міжелементне з'єднання і висновки зі знаками плюс і мінус.

В основі принципу роботи АКБ лежить перетворення хімічної енергії на електричну. Електроди взаємодіють з електролітом, утворюючи в результаті воду та сульфат свинцю. Слід зазначити, що у разі такої взаємодії поступово зменшується щільність електроліту і, відповідно, потужність акумулятора.

Температура повітря впливає на режим роботи пристрою: її збільшення впливає на деяке збільшення потужності батареї. Однак разом з такими змінами може збільшитись корозія електродів та саморозряд. Якщо на вулиці мінусова температура повітря, то можна простежувати зменшення розрядної ємності, зменшення електроліту та уповільнення хімічних процесів.

2.2 Аналіз запропонованого технічного засобу для здійснення перевезень пасажирів

Як було зазначено вище, у даній випускній кваліфікаційній роботі об'єктом дослідження став електробус марки GRANTON GTZ6129BEVR, який запропоновано для перевезення пасажирів у місті Тернополі за маршрутом №1.

Цей автобус запропоновано експлуатувати ВАТ «Тернопільелектротранс». Було проведено їздові цикли та отримано необхідні дані, які на підприємстві щодня фіксуються у програмному комплексі. Цей електробус випускається китайською компанією ZONSON SMART AUTO CORPORATION і є дочірньою компанією корпорації ZTE – світового лідера у галузі телекомунікацій 5G.

На відміну від свого попередника, електробуса GRANTON GTZ6129BEVR (ОЖС), який був побудований на базі GRANTON GTZ512, цей автобус має ультрашвидкий роз'єм для заряджання та на його даху розміщено меншу кількість батарей. Перші екземпляри користувалися тим самим методом зарядки, що і електробус у СЖС-виконанні. За рахунок видалення шахти двигуна, а також розміщення повноцінного заднього вікна та додаткових сидячих місць електробус отримав простір на даху, в якому розміщується інше електрообладнання. Цей варіант електробуса успішно пройшов тендер, проте в ході експериментальної експлуатації з відсутністю пасажирів були зроблені певні зауваження, які і були усунуті в подальшому при його серійному виробництві. У вересні 2019 року електробус додатково модернізували, зокрема оснастили електробус динамічною підзарядкою.

У вересні 2019 року розпочато випуск серійних електробусів із зарядкою від пантографа. До кінця 2019 року планувалося постачання 100 електробусів до України для заміни рухомого складу на деяких тролейбусних та автобусних маршрутів, визначених у конкурсі. Станом на квітень 2020 року постачання електробусів з ультрашвидкою зарядкою здійснювалося з порушенням запланованих термінів, але за три місяці завод наростив обороти виробництва. Загалом до України поставлено 100 електробусів у цьому виконанні. У 2020 році у зв'язку з виграшем тендеру Групи компаній ГАЗ, на заводі буде виготовлено ще 100 електробусів ЛіАЗ-6274, всі вони будуть поставлені протягом поточного року на основний (Давидівський) майданчик Філії Центральний ГУП Мосміськтранс.

За технічними характеристиками у електробуса GRANTON GTZ6129BEVR (OC) є колісна формула 4 x 2, кузов несучий, вагонного компонування і кількість дверей три з шириною двох по 1325 мм і однієї 1225 мм. За оцінкою заводу виробника, ресурс кузова становить від 10 до 12 років, кількість сидячих місць 25 та загальна 105-112. Радіус розвороту коліс заявлений 11,5 м, максимальна швидкість 85 км/год і витрата становить 25 кіловат на 100 км при русі зі швидкістю 23 км/год. Гальмівна система пневматична, двоконтрольна з ABS. За габаритами його довжина становить 12310 мм, ширина 2500 мм, висота 2880 мм і відстань між передньою віссю і заднім мостом становить 5960 мм. Повна маса 18000 кг, висота стелі в салоні від 2200 до 2280 мм, природна вентиляція через кватирки, а також є примусова система кондиціювання повітря. Система опалення радіаторного типу.

Комплектується автобус електродвигуном. Двигуни електропортального мосту трифазні, асинхронні, два по 75 кіловат. Тяговий трифазний інвертор напівмостовий ЮВТ - перетворювач з функцією рекуперації (при електродинамічному гальмуванні дозволяє повернути в акумулятор до 30% енергії, витраченої при розгоні), сам накопичувач енергії літій-титанатний акумулятор. Зарядний пристрій трифазний 380 вольт, 10 кіловат. Гальмівна система, комбінована з електродинамічним гальмуванням, тяговим двигуном та пневматичний привід з поділом на контури по осях. Привід насоса гідропідсилювача трифазний електричний 380 вольт. Головний вимикач двосмуговий, дистанційний, з додатковим виходом керування від зовнішніх датчиків у разі аварійної ситуації. Прилад контролю ізоляції відображає актуальний опір ізоляції, також передбачено самодіагностику приладу. Система опалення салону рідинна, з дизельним підігрівачем та електрична допоміжна. Час повного заряду (від бортового зарядного пристрою) 6,5 години, а від ультрашвидкої зарядної станції 15 хвилин.

На маршруті є три зарядні станції. Одна розташована на території самого ТПАТП №1, інша поряд із супермаркетом Подоляни. Із зовнішнім виглядом

Електробуса GRANTON GTZ6129BEVR (OC), станцією для підзарядки та роз'ємом для зарядки можна ознайомитись на рис. 2.3, 2.4 та 2.5. Схема автобусного маршруту №10 представлена на рис. 2.6.



Рисунок 2.3 Електробус GRANTON GTZ6129BEVR (OC)



Рисунок 2.4 Станція для зарядання електробуса



Рисунок 2.5 Роз'єм для заряджання електробуса

На рисунку 2.6 зображено схему руху транспортного засобу на маршруті.



Рисунок 2.6 Схема автобусного маршруту №1а м. Тернополя

2.3 Методика визначення впливу тепературного режиму на ефективність електробуса

Методика проведення експерименту полягає в збиранні інформації про щоденні пробіги електробуса в різних температурних умовах і електроенергії, що споживається при цьому.

Потім ці дані систематизуються в таблиці, на основі яких будуються графічні залежності окремо для кожного місяця. Також складається зведений графік. Ці графіки повинні візуально подати закономірність споживання електроенергії електробусом у стандартних та низькотемпературних умовах.

Також вивчається вплив додаткових електроприладів (обігрів салону (пічка) та кондиціонер) на інтенсивність розряду акумуляторних батарей.

У процесі виконання роботи аналізуються інші фактори, які можуть спричинити підвищення витрат електроенергії на автобус.

Отримані дані КП «Тернопільелектротранс» за 4 місяці експлуатації електробуса, а саме за лютий 2021, серпень 2021, вересень 2021 та жовтень 2021 року, систематизуються та оформлюються у таблиці та графіки у четвертому розділі випускної кваліфікаційної роботи.

Виявлення чи відсутність закономірностей впливу температури навколишнього повітря та додаткових приладів на витрату електроенергії електробуса дозволить оцінити його ефективність при експлуатації у міських та приміських умовах.

Отримані результати дослідження оформлені у вигляді таблиць та за допомогою них складено графічні залежності.

Також пораховано витрату електроенергії електробуса на 100 км під час роботи автономного обігрівача та кондиціонера. За регламентом підприємства кондиціонер включається за температури плюс двадцять два градуси Цельсія і вище, а обігрівач починає працювати при плюс п'яти і нижче.

У табл. 2.1 представлений даний споживання електроенергії в

залежності від температури повітря, а на рис. 2.1 побудовано графічну залежність витрати електроенергії електробуса від температури навколишнього повітря.

Таблиця 2.1

Зміна споживання електроенергії електробуса в залежності від температури повітря навколишнього середовища у лютому 2021 року

| Дата | Пробіг, км | Температура повітря, 1 °С | Загальна витрата, кВт * | Витрата на 100 км, кВт * | Додаткове обладнання |
|-----------------|-------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | 163 | -14 | 195 | 126 | Працював обігрівач |
| 2 | 165 | -12 | 193 | 122 | Працював обігрівач |
| 5 | 163 | -8 | 190 | 118 | Працював обігрівач |
| 6 | 203 | -8 | 233 | 119 | Працював обігрівач |
| 7 | 203 | -7 | 232 | 118 | Працював обігрівач |
| 8 | 203 | -8 | 234 | 115 | Працював обігрівач |
| 9 | 204 | -7 | 234 | 116 | Працював обігрівач |
| 12 | 201 | -9 | 235 | 119 | Працював обігрівач |
| 13 | 202 | -12 | 237 | 121 | Працював обігрівач |
| 14 | 202 | -13 | 239 | 123 | Працював обігрівач |
| 15 | 204 | -7 | 233 | 118 | Працював обігрівач |
| 16 | 205 | -7 | 234 | 116 | Працював обігрівач |
| 19 | 202 | -4 | 233 | 114 | Працював обігрівач |
| 20 | 201 | -6 | 230 | 116 | Працював обігрівач |
| 21 | 202 | -6 | 229 | 117 | Працював обігрівач |
| 22 | 204 | -7 | 231 | 120 | Працював обігрівач |
| 26 | 202 | -15 | 240 | 126 | Працював обігрівач |
| 27 | 44 | -14 | 50 | 124 | Працював обігрівач |
| Підсумок | 3375 | | 3902 | | |

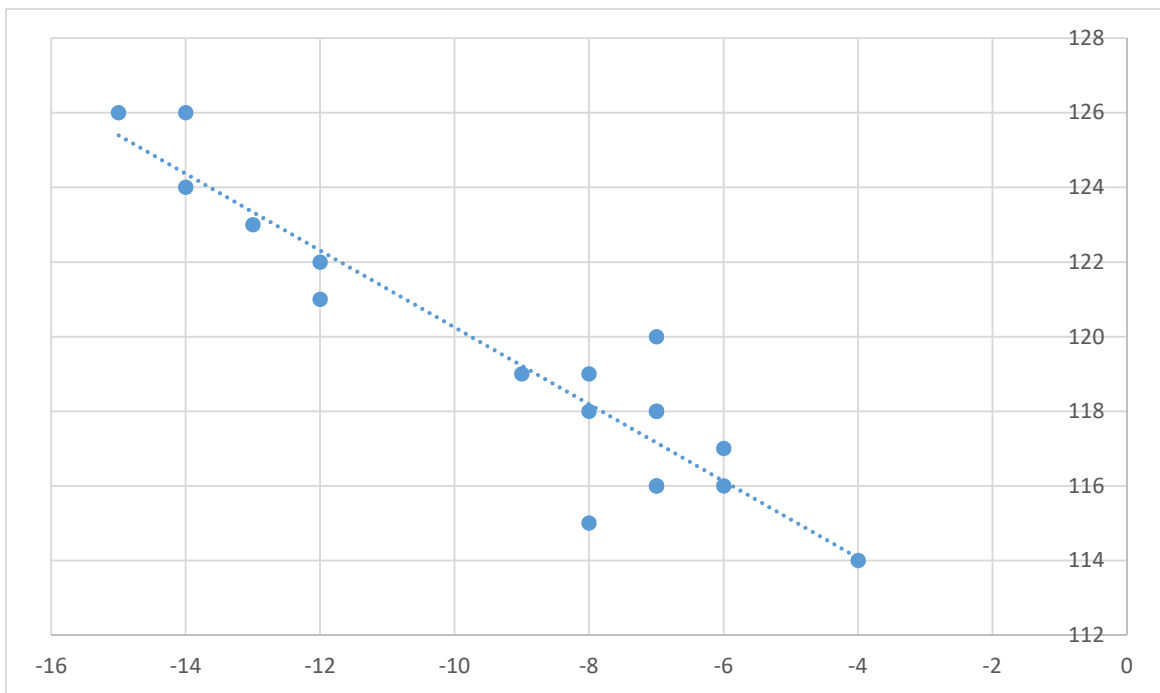


Рисунок 2.7. Графічна залежність приведених витрат електроенергії електробуса від температури навколишнього повітря у лютому 2021 року

У табл. 2.1. та графічній залежності на рис. 2.7. подано дані за лютий 2021 року. За ними можна зробити висновок, що при включенні обігрівача, хоч він в основному і споживає як дизель паливо, він витрачає значну кількість енергії з акумуляторної батареї, приблизно на 26-37 кіловат годин (30-42%) більше. І при підвищенні температури навколишнього повітря видно, що і витрата починає зменшуватися, це пов'язано з меншим використанням обігрівача та негативним впливом мінусової температури на АКБ.

У табл. 2.2 представлені дані споживання електроенергії в залежності від температури повітря, а на рис. 2.8 побудовано графічну залежність витрати електроенергії електробуса від температури навколишнього повітря.

Таблиця 2.2

Зміна споживання електроенергії електробуса залежно від температури навколишнього повітря у липні 2021 року

| Дата | Пробіг, км | Температура повітря, 1 °С | Загальна витрата, кВт * | Витрата на 100 км, кВт * год | Додаткове обладнання |
|---------------|-------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------|
| 1 | 204 | 30 | 190 | 93 | Працював кондиціонер |
| 2 | 203 | 24 | 177 | 88 | |
| 5 | 204 | 32 | 227 | 111 | Працював кондиціонер |
| 6 | 203 | 34 | 228 | 112 | Працював кондиціонер |
| 7 | 203 | 26 | 189 | 92 | |
| 8 | 204 | 25 | 186 | 90 | |
| 9 | 205 | 29 | 201 | 96 | |
| 12 | 204 | 36 | 230 | 115 | Працював кондиціонер |
| 13 | 203 | 34 | 227 | 113 | Працював кондиціонер |
| 14 | 204 | 32 | 226 | 113 | Працював кондиціонер |
| 15 | 204 | 33 | 226 | 110 | Працював кондиціонер |
| 16 | 204 | 34 | 228 | 114 | Працював кондиціонер |
| 19 | 204 | 32 | 225 | 114 | Працював кондиціонер |
| 20 | 204 | 27 | 190 | 93 | |
| 21 | 209 | 28 | 191 | 94 | |
| 22 | 205 | 32 | 224 | 112 | Працював кондиціонер |
| 26 | 216 | 25 | 187 | 90 | |
| 27 | 204 | 23 | 183 | 89 | |
| 28 | 209 | 22 | 194 | 90 | |
| 29 | 203 | 27 | 189 | 93 | |
| 30 | 204 | 21 | 182 | 87 | |
| Всього | 4303 | | 4300 | | |

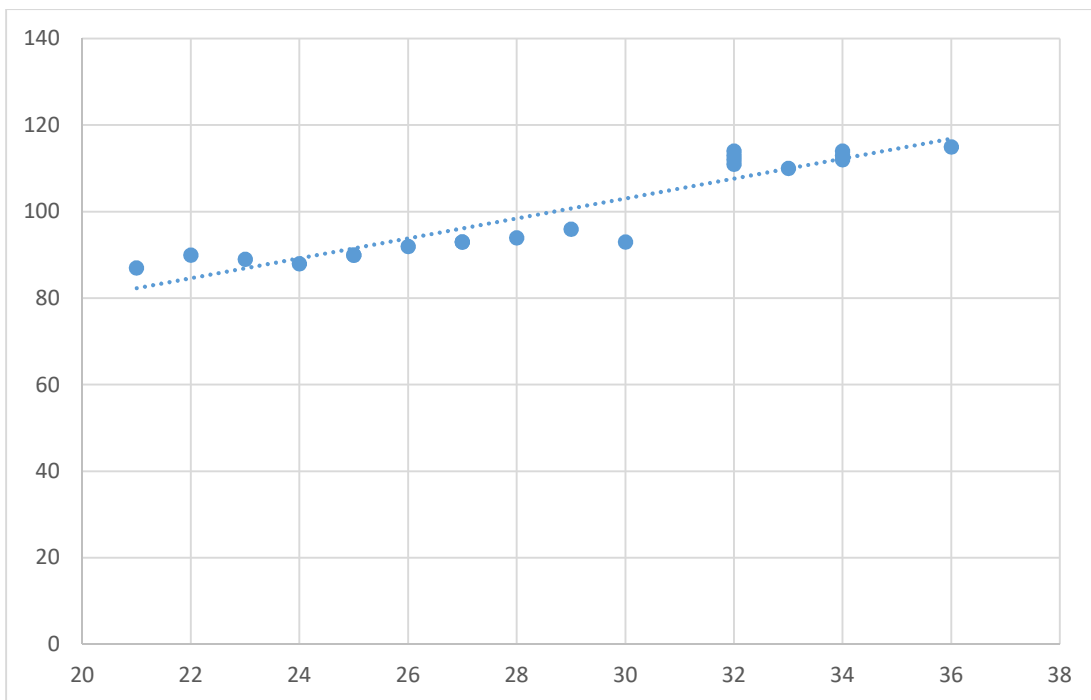


Рисунок 2.8 Графічна залежність приведених витрат електроенергії електробуса від температури повітря навколишнього середовища у серпні 2021 року

Дані за липень 2021 року опрацьовані та представлені в табл. 2.2 та графічної залежності рис. 2.8. Цього місяця за регламентом підприємства за плюс двадцяти п'яти градусів і вище в салоні електробуса працював кондиціонер. Він витрачає приблизно на 24 кіловат (28%) більше електроенергії, ніж при роботі в економічному режимі. На графічній залежності видно, що з його роботи відбувається різкий стрибків споживання.

У табл. 2.3 представлені даний споживання електроенергії в залежності від температури повітря, а на рис. 2.9 побудовано графічну залежність витрати електроенергії електробуса від температури повітря навколишнього середовища.

Таблиця 2.3

Зміна споживання електроенергії електробуса в залежності від температури навколишнього повітря у вересні 2021 року

| Дата | Пробіг, км | Температура повітря, 1 °С | Загальна витрата, кВт * | Витрата на 100 км, кВт * | Додаткове обладнання |
|---------------|-------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| 2 | 202 | 12 | 191 | 85 | |
| 3 | 209 | 15 | 193 | 88 | |
| 4 | 204 | 14 | 194 | 89 | |
| 5 | 204 | 15 | 197 | 93 | |
| 6 | 202 | 16 | 196 | 91 | |
| 9 | 201 | 17 | 194 | 87 | |
| 10 | 210 | 15 | 189 | 90 | |
| 11 | 207 | 16 | 199 | 91 | |
| 12 | 205 | 17 | 203 | 88 | |
| 13 | 204 | 20 | 201 | 89 | |
| 16 | 209 | 13 | 194 | 87 | |
| 17 | 203 | 15 | 190 | 92 | |
| 18 | 203 | 14 | 187 | 88 | |
| 19 | 204 | 12 | 181 | 86 | |
| 23 | 206 | 5 | 230 | 114 | Працював обігрівач |
| 24 | 209 | 7 | 201 | 96 | |
| 25 | 210 | 6 | 199 | 94 | |
| 26 | 202 | 5 | 224 | 112 | Працював обігрівач |
| 27 | 141 | 6 | 140 | 91 | |
| 30 | 82 | 9 | 72 | 90 | |
| Всього | 3919 | | 3775 | | |

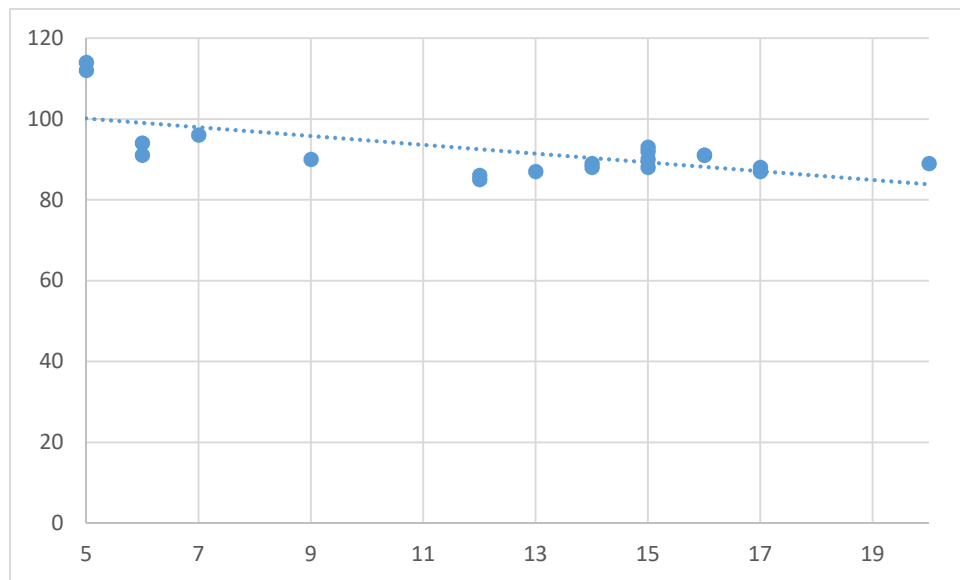


Рисунок 2.9. Графічна залежність приведених витрат електроенергії електробуса від температури повітря навколишнього середовища у вересні 2020 року

Табл. 2.3 та графічна залежність рис. 2.9 було складено на основі даних за вересень 2021 року. Під час роботи цього місяця обігрівач включався всього два рази і витрачав на 26-37 кіловат годин (30-42%) електроенергії більше, а решту часу електробус працював у економічний режим і іноді прогрівав салон перед зміною, не витрачаючи при цьому електроенергію електробуса. За графіком видно, що витрати енергії різко зменшилися під час припинення використання автономного обігрівача.

У табл. 2.4 представлені дані споживання електроенергії в залежності від температури повітря навколишнього середовища, а на рис. 2.9 побудовано графічну залежність витрати електроенергії електробуса від температури повітря навколишнього середовища.

Зміна споживання електроенергії електробуса залежно від
температури навколишнього повітря у жовтні 2021 року

| Дата | Пробіг, км | Температура повітря, 1 °С | Загальна витрата, кВт * | Витрата на 100 км, кВт * | Додаткове обладнання |
|---------------|-------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | 84 | 10 | 71 | 90 | |
| 4 | 221 | 17 | 183 | 89 | |
| 7 | 206 | 17 | 185 | 91 | |
| 8 | 205 | 17 | 183 | 90 | |
| 9 | 206 | 19 | 180 | 92 | |
| 10 | 205 | 9 | 201 | 98 | |
| 11 | 206 | 8 | 202 | 96 | |
| 14 | 207 | 10 | 203 | 92 | |
| 15 | 208 | 9 | 199 | 95 | |
| 16 | 208 | 4 | 230 | 113 | Працював обігрівач |
| 17 | 209 | 3 | 231 | 112 | Працював обігрівач |
| 18 | 206 | 0 | 235 | 114 | Працював обігрівач |
| 21 | 208 | 0 | 237 | 113 | Працював обігрівач |
| 22 | 208 | 5 | 230 | 113 | Працював обігрівач |
| 23 | 208 | 1 | 233 | 115 | Працював обігрівач |
| 24 | 207 | 6 | 201 | 97 | |
| 25 | 207 | 5 | 236 | 116 | Працював обігрівач |
| 28 | 197 | 9 | 198 | 96 | |
| 29 | 220 | -2 | 238 | 117 | Працював обігрівач |
| 30 | 209 | -2 | 239 | 118 | Працював обігрівач |
| 31 | 166 | -4 | 185 | 119 | Працював обігрівач |
| Всього | 4199 | | 4300 | | |

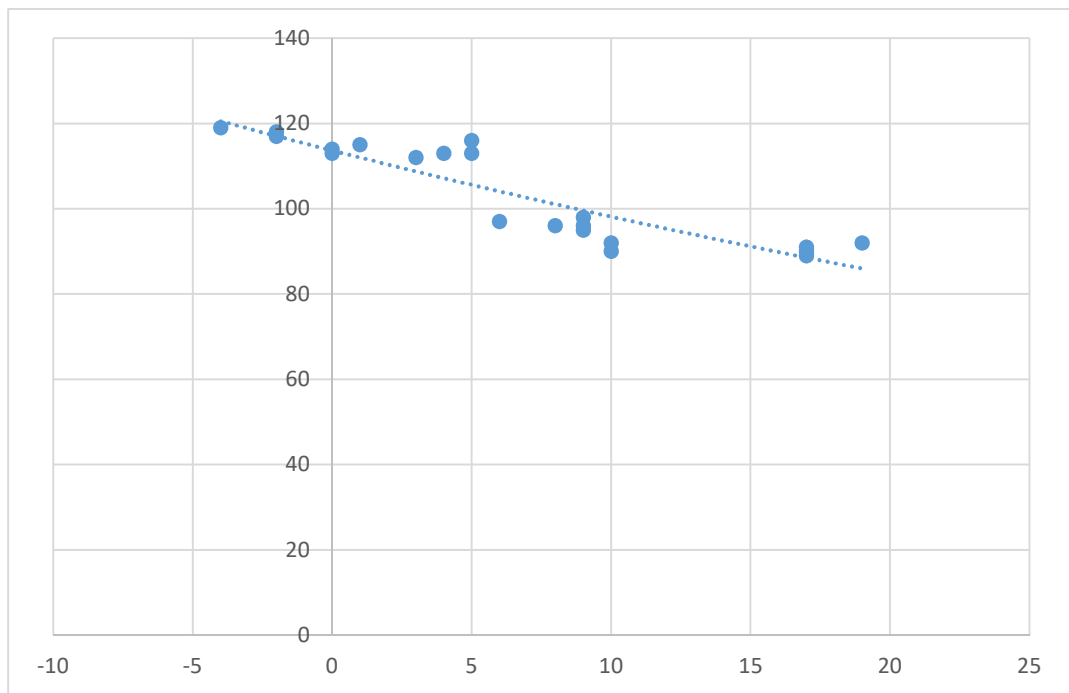


Рисунок 2.9 Графічна залежність питомих витрат електроенергії електробуса від температури навколишнього повітря у жовтні 2021 року.

Дані таблиці. 2.4 та графічної залежності рис. 2.9 було складено у жовтні 2021 року. Близьче до кінця місяця погода опустилася до плюс п'яти градусів Цельсія та нижче. Водій використовував автономний обігрівач для прогрівання салону. За графічною залежністю видно, що витрата електроенергії зростає приблизно на 26-37 кіловат годин (30-42%).

На рис. 2.10 представлена загальна графічна залежність витрати електроенергії електробуса від температури повітря навколишнього середовища за всі місяці, що досліджуються.

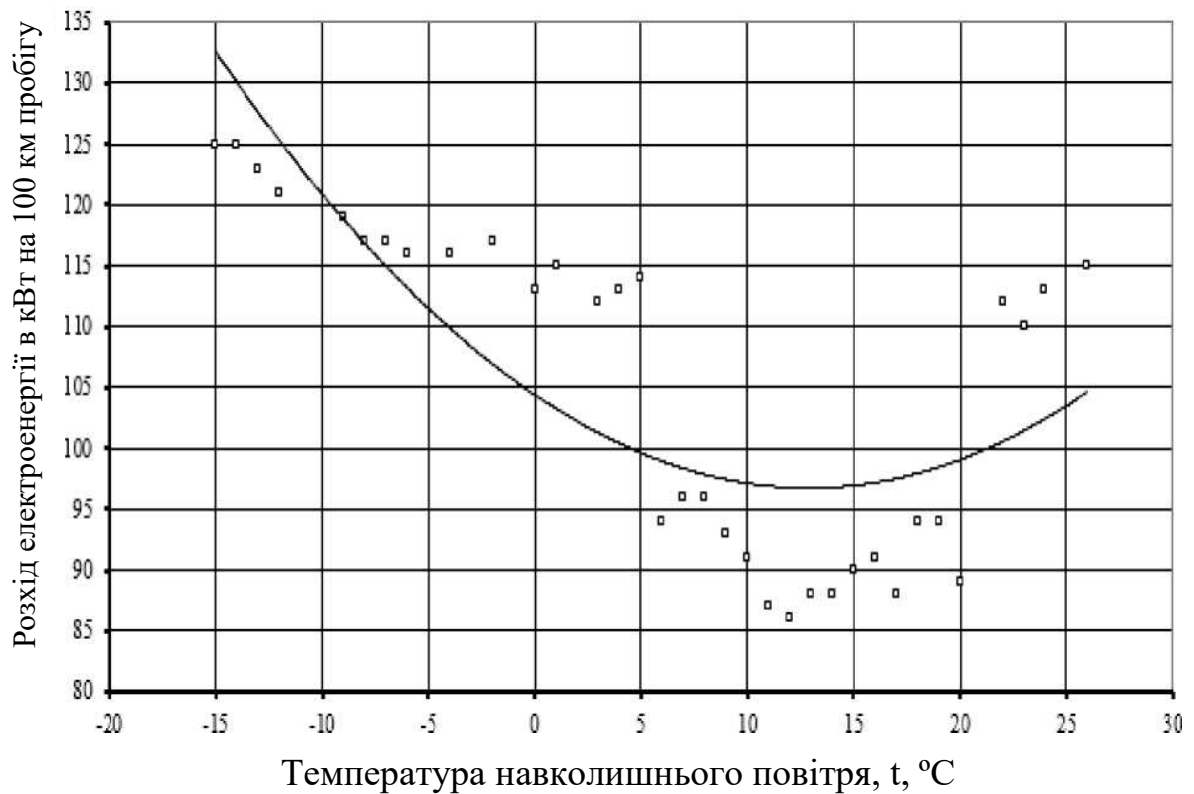


Рисунок 2.10. Загальна графічна залежність витрати електроенергії електробуса від температури повітря навколишнього середовища за всі досліджувані місяці

На рис. 2.11 представлено загальну графічну залежність витрати електроенергії електробуса від температури навколишнього повітря за всі досліджувані місяці без врахування витрати електроенергії на обігрівач та кондиціонер.

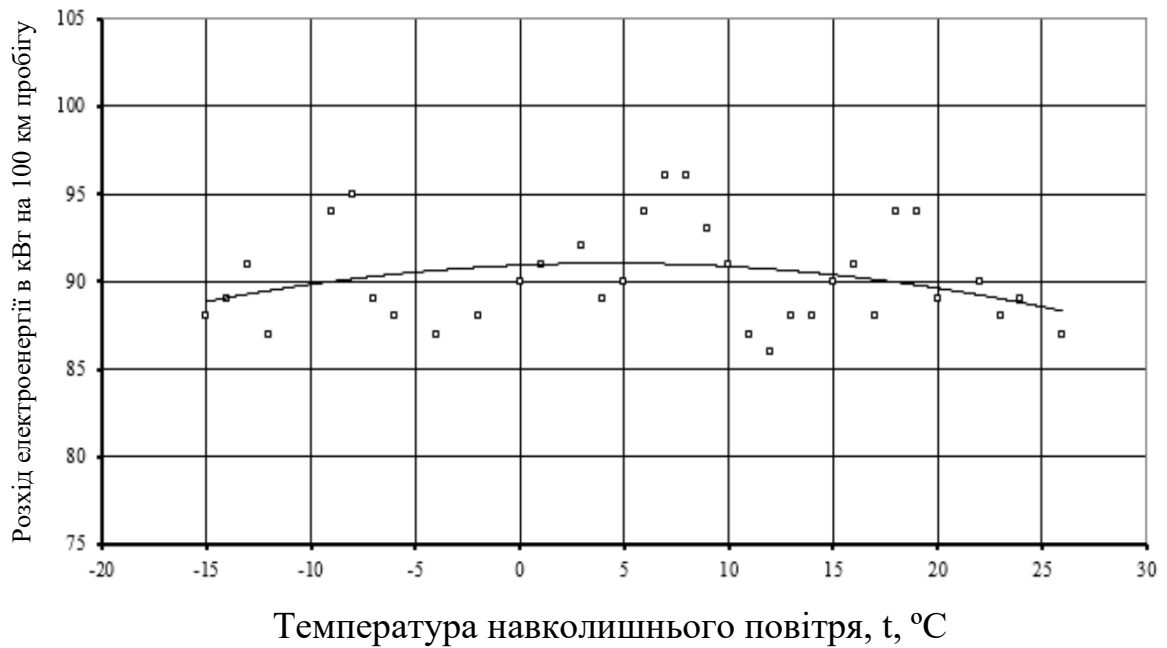


Рисунок 2.11. Загальна графічна залежність витрати електроенергії електробусу від температури навколишнього повітря за всі досліджувані місяці без урахування витрати електроенергії на обігрівач та кондиціонер

За підсумками графічної залежності рис. 2.11 видно, що за зміни температури навколишнього повітря відбувалося підвищення витрат електроенергії електробуса. Можна побачити, що різкі стрибки відбуваються за плюс п'яти градусів Цельсія і нижче і за плюс 22 двох градусів Цельсія і від. Це більшою мірою пов'язано не з впливом температури на АКБ, а з включенням додаткового обладнання яке починає витрачати енергію АКБ при опаленні на 30-42% (26-37 кіловат годину) більше, а при включенні кондиціонера на 28% (24 кіловат год) більше.

На основі другої графічної залежності, рис 2.11 показано, як би виглядала витрата електроенергії без включення додаткових приладів. По ній видно, що витрата збільшується максимум на 8 кіловат (10%). Можна зробити висновок, що температура повітря не так сильно впливає на споживання, як кондиціонер та автономний обігрівач.

2.4 Економічний аналіз запропонованого рішення

Для того, щоб зробити економічний аналіз запропонованого рішення, було пораховано окупність електробуса використовуючи вартість електробуса, в яких зазначена вартість електробуса та його аналога на дизельному паливі, так само для прикладу в табл. 2.5 було вказано вартість автобуса на газовому устаткуванні та тролейбуса та для наглядності додано вартість обслуговування та витрати на одиницю транспортного засобу за рік. Дані було взято як середньорічні із статистичних звітів за 2021 рік.

Дані вартості електробуса та його аналога на дизельному паливі представлені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Порівняння видів пасажирського транспорту в місті Тернополі за витратами

| Показники | Вид громадського транспорту | | |
|--|--|------------------------|-----------|
| | Електробус GRANTON GTZ6129BE VR | Автобус KARSAN АТАК | Тролейбус |
| Пасажиромісткість | 85 | 85 | 85 |
| Приведені витрати, грн на 1 пасажиро- | 1,59 | 1,31 | 1,67 |
| Ціна ТЗ, грн. | 5389160 | 4000000 | 3800000 |
| Вартість АКБ електробуса, грн. | 945056 | - | - |
| Технічне обслуговування та ремонт ТЗ | 201604 | 87960 | 79568 |
| Витрати на одиницю ТЗ на рік, грн. | 811390 | 670589 | 711534 |

Для порівняння з ним було взято автобус марки автобус марки KARSAN АТАК виробництва Туреччини, який працює на дизельному паливі. Його витрата складає 29 літрів на 100 км. Для порівняння взято електробус GRANTON GTZ6129BEVR. У електробуса GRANTON GTZ6129BEVR ж середня витрата 97 кіловат на 100 кілометрів. Маршрут, на якому вони працюють, я взяв маршрут №1, на якому за один робочий день вони проїжджають 200 кілометрів.

$$L_{міс} = L_{д} \cdot D \quad (2.1)$$

де $L_{міс}$ – відстань за місяць, км;

$L_{д}$ – відстань пройдена автобусом протягом дня, км;

D – кількість днів у місяці.

За формулою 2.1 вийшло, що за 30 днів роботи вони проїжджають 6000 км.

$$R_{м} = R \cdot 60 \quad (2.2)$$

де $R_{м}$ – місячна витрата, л;

R – витрата на 100 кілометрів, л.

За формулою 2.2 за цю відстань KARSAN АТАК витрачає 1740 літрів дизельного палива, а електробус GRANTON GTZ6129BEVR 5820 кіловат годин електроенергії.

$$C_{м} = R_{м} \cdot C_{пал} \quad (2.3)$$

де $C_{м}$ – вартість палива за місяць, грн.;

$R_{м}$ – місячна витрата палива, л;

$C_{пал}$ – вартість палива за одиницю, грн.

Далі за формулою 2.3 було пораховано вартість витраченого палива для автобуса та електроенергії для електробуса за місяць, щоб з'ясувати, наскільки економічнішим виходить електричний двигун порівняно з дизельним.

За вартості дизельного палива 48 гривень 15 копійок за літр, на KARSAN АТАК необхідно витратити на місяць 83 781 грн, далі множимо це на 12 місяців і отримуємо 1 005 372 грн витрат на паливо на рік.

У електробуса, за вартості однієї кіловат години 3 грн 80 копійок, підприємству необхідно витратити на місяць 221 16 гривень, а за рік 265392 грн.

З витрат на дизель на рік віднімаємо витрати на електроенергію на рік і таким чином виходить, що підприємство заощаджує на паливі 739980 гривень.

Однак вартість електробуса в порівнянні з дизельним автобусом дуже велика, і вона становить 5389160 гривень. При наведеній вище економії його повна окупність складе 7,2 роки . З цього можна дійти висновку, що це не вигідно підприємствам без державної чи субсидування.

Також у моєму економічному розрахунку не бралось до уваги, що його обслуговування та витрати більше ніж у автобусів на дизельному паливі та ГБО.

3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Безпека при експлуатації електромобілів

До роботи на електробусах допускаються водії, які успішно пройшли навчання з керування та конструктивних особливостей електробуса.

На електробусі необхідно мати два робочі вогнегасники. Один у кабіні у водія, а другий у салоні з пасажирами.

Заборонено експлуатацію електробуса при виявленні несправності в системі знаходження та гасіння пожежі. Після спрацьовування генераторів вогнегасного аерозолі повинна проводитись їх заміна та перевірка, тільки після цього дозволено продовження експлуатації.

Необхідно мати аптечку в кабіні водія з набором засобів для першої та екстреної медичної допомоги.

Забороняється експлуатація електробуса у разі виявлення несправності в гідропідсилювачі керма. Дозволено лише доїхати до гаража без пасажирів зі швидкістю не більше 40 км/год.

Не допускається експлуатація електробуса при сигналізованні контрольною лампою на панелі приладів порушення ізоляції високовольтних силових проводів (помаранчевого кольору).

При митті кузова, а також при митті вузлів тягового електроприводу електробуса категорично забороняється очищати елементи електроустаткування м'якими апаратами високого тиску та розчинниками. Допускається сухе чищення та ручне миття.

Якщо шини електробуса не відповідають за індексами швидкості та навантаження, а також за розміром, їх експлуатація заборонена.

Також забороняється експлуатація електробуса з різним малюнком протектора шин однієї осі.

Підключати обладнання 12 вольт безпосередньо до клем однієї з АКБ

заборонено. При такому підключенні в мережі можуть виникати струми, що шкодять електронним пристроям електробуса.

У випадку займання одного або декількох вузлів тягового приводу, використовуйте вогнегасник для гасіння полум'я, також його можна засипати землею, піском, накрити його повстю або брезентом.

Забороняється заливати тягове електрообладнання водою. У випадку виявлення займання елементів тягового електроприводу необхідно негайно вимкнути тягові батареї за допомогою кнопки «Аварійне відключення батарей», розташованої на панелі приладів, далі вимкнути запалення.

Перед запуском системи тягового приводу необхідно переконатись, що електробус перебуває в режимі готовності до руху.

Після запуску електробуса необхідно проаналізувати стан компонентів тягових електроприводів за індикаціями на комбінації приладів. У разі наявних індикацій про несправний стан батарей, обігрівачів батарей, силових контакторів, тягового електроприводу необхідно вимкнути запалення на 60 с і повторити запуск електробуса. Якщо індикації про несправний стан зникли, то дозволяється подальший рух. У випадку, якщо індикації несправного стану знову з'явилися, потрібен аналіз і пошук несправності:

- у випадку виходу з ладу модулів експлуатація батарей допускається, при цьому оцінюється її ефективність, виходячи з того, що енергія одного модуля батарей забезпечує запас ходу 10-12 км при повному завантаженні електробуса, а також знижуються тягово-динамічні характеристики транспортного засобу;

- у випадку не запуску більше одного обігрівача батарей при негативних температурах (нижче за мінус 15 °С) та відсутності прогріву батарей до температури мінус 15 °С подальша експлуатація електробуса не допускається.

Обігрівач вмикається автоматично, якщо температура батарей нижче 15 градусів.

При температурі навколишнього повітря вище мінус 15 °С рух

електробуса допускається відразу після його запуску. При температурі тягової батареї нижче мінус 15°C рух електробуса забороняється електронною системою керування.

Якщо тиск у контурах пневматичного приводу гальмівних механізмів нижче 570 кПа не можна розпочинати рух, тобто поки не згаснуть контрольні лампи.

Не рекомендується під час руху ТЗ включати режим нейтраль. Під час руху вимикати - вмикати живлення приладів ("замок запалювання") та вимикати дистанційний вимикач маси. Вимикати тяговий електропривід за допомогою кнопки аварійного вимкнення батарей.

Для енергозбереження та збільшення автономного ходу і як наслідок збереження ресурсу тягових батарей рекомендується забезпечувати рух електробуса без різких прискорень та різких гальмування.

Не втримуйте рульове колесо в крайньому положенні більше 5 секунд, це може призвести до перегріву оливи та виходу з ладу насоса гідропідсилувача.

Під час руху не можна регулювати рульову колонку або сидіння водія, тільки на стоянці.

Уникайте заїзду в глибокі калюжі (більше 40-45 см завглибшки), це може призвести до потрапляння води в задній міст та негерметичні вузли.

Відключайте "масу" відповідною кнопкою при стоянці більше двох годин. Якщо стоянка відбувається більше трьох діб, необхідно відключати АКБ, щоб уникнути розрядки. У випадках відмови дистанційного вимкнення «маси», слід відключити «масу» натисканням на механічну кнопку безпосередньо на самому вимикачі маси, встановленому поряд з АКБ 24, після чого слід проконтролювати фактичне відключення акумуляторів по приладовій панелі.

Відкрите полум'я під час усунення несправностей апаратів та трубопроводів різних систем заборонено.

Рідини, що застосовуються в системах опалення та охолодження двигуна, а також низькозамерзаючі рідини, що охолоджують, дуже отруйні.

У поодиноких ситуаціях можна використовувати воду в системі охолодження. Необхідно знати, що при використанні штатних кранів та пробок не забезпечується 100-відсотковий злив охолоджуючої рідини із систем охолодження та опалення. Саме тому температура замерзання антифризу буде нижчою. Для того, щоб встановити фактичну температуру замерзання, необхідно виконати аналіз рідини після її перемішування в системі.

Небажано використання герметиків для системи охолодження, тому що це може призвести до накопичення відкладень на ділянках уповільненого протікання охолоджуючої рідини в радіаторах та нагрівниках салону.

При виконанні електрозварювальних робіт необхідно зняти плюсову клему з акумуляторної батареї, щоб уникнути виходу з експлуатації електричної частини автобуса.

При зварювальних роботах заземлювальний кабель необхідно чіпляти за контрольні точки, вказані в інструкції.

Монтаж або демонтаж електронних блоків слід виконувати з вимкненим запалюванням.

Від'єднуйте джгути від роз'ємів електронного блоку управління EV8, джгути від роз'ємів системи керування тяговим інвертером при виконанні електрозварювальних робіт.

Заборонено працювати без заземлювальної перемички між електродвигуном, тяговим інвертором та каркасом електробуса, оскільки без такої перемички на корпусах електричних апаратів може виникати напруга та вражати людину при її контакті із зазначеними електричними машинами.

Не проводьте зварювальні або інші роботи із застосуванням вогню ближче ніж два метри від генераторів вогнегасного аерозолі системи пожежогасіння.

При тривалих перервах у роботі кондиціонера, щоб уникнути втрати

рухливості механічних деталей і герметичності елементів ущільнювачів, необхідно не рідше одного разу на місяць включати кондиціонер на 15 хв. При цьому температура навколишнього повітря не повинна бути нижчою за мінус 5 °С.

Непідготовлені фахівці не допускаються до ремонту та демонтажу кондиціонера чи шлангів, що ведуть до нього.

3.2 Охорона праці при ремонтних роботах на електромобілях

До обслуговування тягового електроустаткування суворо не допускається персонал, який має кардіостимулятори та металеві імпланти.

Під час обслуговування тягового електрообладнання заборонено мати при собі металеві предмети (ключі, годинники і т.д.), пристрої, що запам'ятовують (флеш-карти, знімні жорсткі диски і т.д.).

Перед початком будь-яких робіт зі збирання, монтажу, ремонту чи знімання електроустаткування електробуса необхідно переконатися у його нерухомості.

Існують базові правила, які потрібно дотриматися перед початком робіт, для безпечної роботи з будь-яким елементом електричної системи.

Вимкнути елемент, з яким передбачається робота від електроживлення та попередити можливості самовимкнення обладнання.

Після відключення елемента від електроживлення робота з ним відразу після відключення неприпустима. Необхідно почекати щонайменше п'ять хвилин перед початком роботи. Переконатися, що обладнання не знаходиться під напругою і заземлити елемент з яким передбачається робота і розрядити залишковий ємнісний заряд шляхом замикання високовольтних контактів на елементі. Огородити робочу зону від контактів із обладнанням під напругою.

Перед початком роботи з тяговим електроустаткуванням необхідно відключити тягові батареї від загальної системи. Відключення здійснюється

через індивідуальні сервісні вимикачі батарейних блоків (загальна кількість вимикачів – 6 штук).

Перед початком будь-яких робіт над тяговим електромотором необхідно зафіксувати електробус та переконатися у його повній нерухомості.

При виконанні електрозварювальних робіт від'єднуйте керуючі кабелі та джгути від усього тягового електроустаткування, відключіть масу та зніміть клема штатного акумулятора 24В.

Перед розбиранням будь-якого елемента тягового електрообладнання необхідно надійно ізолювати його від інших елементів електричної системи.

При буксируванні в ТС, що буксирується, повинен знаходитися водій і контролювати процес буксирування.

Дозволяється буксирування електробуса лише на жорсткому зчепленні.

Вимоги щодо безпеки при буксируванні різняться залежно від працездатності тягового електроприводу та накопичувача енергії.

У випадку, коли ТЗ не має несправностей у системі тягового електроприводу та забезпечується його бортове електроживлення від тягових батарей необхідно:

- встановити ключ запалення положення «1», це дозволить розблокувати контактор всередині тягового інвертора. При вимкненому запаленні фазові обмотки електродвигуна замкнуті коротко контактором, встановленим в тяговому інверторі. Обертати електродвигун при цьому не можна, це призведе до займання електродвигуна та тягового інвертора.

- перевести тяговий електропривод у режим № (нейтраль);
- увімкнути аварійну світлову сигналізацію;
- встановити жорстку зчіпку на тягач і ТС, що буксирується;
- у випадку відмови повітряного компресора закачати повітря в пневмосистему ТЗ, що буксирується, від пневмосистеми тягача. У випадку відсутності можливості забезпечити подачу повітря в пневмосистему ТЗ, що буксирується, необхідно механічно розблокувати енергоакумулятори

гальмівних камер;

- провести буксирування ТЗ.

При цьому буксируванні в даному випадку не допускається:

- перевищувати швидкість руху, що буксирується ТЗ вище 15 км/год;
- буксирувати ТЗ з непрацюючою системою охолодження тягового електроприводу;
- перевищувати відстань буксирування – не більше 20 км;
- наявність пасажирів у салоні ТЗ.

У випадку, коли електробус не має бортового електроживлення тягового приводу (внаслідок несправності або розряду тягових батарей) для буксирування необхідно:

- встановити ключ запалення у положення «1>»; це дозволить розблокувати контактор усередині тягового інвертора, тобто. буде знято коротке замикання приводного двигуна РЕМ за відсутності подальших активних помилок. При вимкненому запаленні фазові обмотки електродвигуна замкнуті контактором, встановленим в тяговому інверторі. Обертати електродвигун при цьому не можна, це призведе до займання електродвигуна та тягового інвертора;

- перевести тяговий електропривод у режим № (нейтраль);
- увімкнути аварійну світлову сигналізацію кнопкою;
- встановити жорстку зчіпку на тягач і ТЗ, що буксирується;
- закачати повітря в пневмосистему ТЗ, що буксирується, від пневмосистеми тягача. У разі відсутності можливості забезпечити подачу повітря в пневмосистему ТЗ, що буксирується, необхідно механічно розблокувати енергоакумулятори гальмівних камер;

- провести буксирування ТЗ.

При буксируванні у цьому випадку не допускається:

- перевищувати швидкість руху, що буксирується ТЗ вище 15 км/год;

- перевищувати відстань буксирування – не більше 20 км;
- наявність пасажирів у салоні ТЗ.

У випадку буксирування необхідно за даними інформаційного РК-екрана на комбінації приладів контролювати напругу в тяговому електроприводі. У разі виникнення напруги вище 750 вольт знизити швидкість буксирування.

Також необхідно за даними на комбінації приладів контролювати температуру охолоджуючих рідини в системі охолодження тягового електроприводу. При збільшенні та постійному зростанні температури охолоджуючої рідини припинити буксирування.

У випадку виникнення напруги 750 В, підвищення температури охолоджуючої рідини та неможливості буксирування з меншою швидкістю призупинити буксирування, роз'єднати трансмісію та колеса, продовжити буксирування.

Для роз'єднання трансмісії та коліс потрібно демонтувати обидві півосі мосту для роз'єднання трансмісії з колесами. Після демонтажу півосей на ті ж поверхні, що сполучаються з метою виключення витoku мастила і попадання води в картер моста необхідно встановити:

- кришки (ХР 4472.235.021);
- кільця ущільнювачів (ХР 0634.303.940);
- болти (ХР 0636.021.250).

Забороняється буксирування без увімкненого запалювання, буксирування якщо на панелі приладів горить індикатор «STOP» (негайно припинити рух та перезапустити електросистему електробуса), буксирування, якщо виникає великий опір у тяговому електроприводі.

При буксируванні контролювати високовольтну напругу (не більше 750 В) і температуру рідини, що охолоджує, в системі охолодження тягового електроприводу (не більше 50 °С).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У кваліфікаційній роботі було проведено оцінку ефективності використання електробуса в різних температурних умовах.

Було висунуто припущення, як сильно впливає температура навколишнього повітря на споживання енергії електробусом чи якісь інші фактори сприяють цьому. У ході досліджень було виявлено, що сильно негативна або позитивна температура не так істотно впливають на заряд АКБ, як включені додаткові прилади типу автономного обігрівача і кондиціонера. Вони навантажують батарею на 24-37 кіловат годин (28-42%) та більше.

Таким чином, було зроблено висновок, що температура навколишнього повітря чинить непрямий вплив, а впливає через додаткове обладнання, яке необхідно включати для комфортного перевезення пасажирів.

Виходячи з основних положень кваліфікаційної роботи, було зроблено такі висновки:

1. В Україні будова та використання електромобілів знаходиться на нижчому рівні, ніж у США, Японії, Китаї та Європі, однак у нас є досвідчені зразки автомобілів з електродвигуном і у великих містах та розвинута мережа зарядних станцій.

2. Температура навколишнього повітря впливає на витрату електроенергії електробуса опосередковано через додаткове обладнання, яке необхідно включати для комфортного перевезення пасажирів. Витрата споживання електроенергії збільшується на 24-37 кіловат годин (28-42%).

З погляду економічної ефективності електробус не вигідний без підтримки держави чи субсидування, оскільки його окупність становить 42 роки сім місяців.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. M.Mahmouda, R.Garnettb, M.Ferguson, P.Kanaroglouc. Electric buses: A review of alternative powertrains. - 2016. - Vol 62 , P. 673-684
2. L. Nurhadi, S. Boren, N. Henrik A sensitivity analysis of total cost of ownership for electric public bus transport systems in Swedish medium sized cities. - Transportation Research Procedia. - 2015. - Vol 3 , P. 818-827
3. W. Jing, Y. Yan, I. Kim, M. Sarvi. Electric vehicles: a review of network modelling and future research needs. - Advances in Mobility Theories, Methodologies, and Applications. - 2015, P. 1-8
4. A.A. Juan, C.A. Mendex, J. Faulin, J.D. Armas. Electric vehicles in logistics and transportation: A survey on emerging environmental, strategic and operational challenges. - «Energies». - 2016. - Vol. 9, P. 1-21
5. Y. Wang, C. Wang. Locating passenger vehicle refueling stations. - Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. - 2015. - Vol 46. - P. 791-801
6. M. Catenacci, E.Verdolini, V. Bosetti, G. Fiorese. Going electric: Expert survey on the future of battery technologies for electric vehicles. - Energy Policy. - 2015. - Vol. 61, P. 403-413
7. L.E.Teoha, H.L.Khoob, S.Y. Gohc, L.M.Chong . Scenario-based electric bus operation: A case study of Putrajaya, Malaysia. - International Journal of Transportation Science and Technology. - 2018. - Vol 7, P. 10-25
8. Lajunen. Energy consumption and cost-benefit analysis of hybrid and electric city buses. - Transportation Research Part C: Emerging Technologies. - 2015. - Vol 38 , P.1-15
9. A.Kontou, J.Miles. Electric Buses: Lessons to be Learnt from the Milton Keynes Demonstration Project. - Procedia engineering.- 2015. - Vol. 118, P. 1137-1144
10. Ribau, C.M. Silva, J.M.C. Sousa. Efficiency, cost and life cycle CO2

optimization of fuel cell hybrid and plug-in hybrid urban buses. -Applied Energy. - 2015. - Vol. 129. - P. 320-335

11. Elgowainy, A. Rousseau, M. Wang, M. Ruth, D. Address, J.Ward, F. Joseph, T. Nguyen, S. Das. Cost of ownership and Well-to-Wheels carbon emissions/oil use of alternative fuels and advanced light-duty vehicle technologies. - Energy for Sustainable Development. - 2016. - Vol 17, P.626-641

12. Пасажирські перевезення. Методичні рекомендації до практичних робіт для студентів денної форми навчання напряму підготовки 0701 Транспортні технології / І.О. Таран, В.В. Литвин, О.В. Новицький. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – 30 с.

13. Пасажирські перевезення. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів денної та заочної форми навчання напряму підготовки 0701 Транспортні технології / В.В. Литвин, І.Ю. Клименко. – Д.: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2012. – 31 с

14. Перевізник: інформаційно-аналітичний орган Державного департаменту автомобільного транспорту Мінтрансу України, УДП “Укрінтеравтосервіс” і АсМАП України, № 4/2007 р., В. Штанов «Питання розвитку та регулювання пасажирських перевезень автомобільним транспортом».